

11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο

Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών &
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

«Επαναπροσδιορίζοντας
τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών
και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»



Σωτήρης Λιούκρας

19 - 21 Απριλίου 2019
Φλώρινα



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Τμήμα Νηπιαγωγών



ΕΝΕΦΕΤ

Επίσημο για την Εκπαίδευση στις
Διαδικτυακές Σελίδες & την Τεχνολογία



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΔΗΜΟΣ
ΦΛΩΡΙΝΑΣ



ΕΚΔΟΣΕΙΣ
GUTENBERG



ΛΙΓΝΙΤΟΥΡΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ Α.Ε.
ΑΝΘΡΑΚΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ
& ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ



Public Power Corporation - S.A. Hellas
Always by your side



Πρακτικά

11^ο Πανελληνίου Συνεδρίου
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

**«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας
στον 21^ο αι.»**

Φλώρινα, 2020

11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών
και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.

Πρακτικά Συνεδρίου

ISBN: 978-618-83267-7-4

Επιμέλεια έκδοσης: Σπύρτου Α., Παπαδοπούλου, Π., Ζουπίδης, Α., Μαλανδράκης, Γ., Καριώτογλου, Π.

Σελιδοποίηση, εξώφυλλο: Βαϊτση Μ., Γαρυφαλογιάννη, Ε.

Τεχνική Υποστήριξη: Σεμερτσίδης, Γ.

Εξώφυλλο και αφίσα συνεδρίου: Σωτήρης Λιούκρας, ΕΕΠ του Τμήματος Εικαστικών και Εφαρμοσμένων Τεχνών
– Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

2020, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Web site: <http://synedrio2019.enepnet.gr/>

Πλήρης αναφορά στον τόμο των ηλεκτρονικών πρακτικών

Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Ζουπίδης, Α., Μαλανδράκης, Γ., & Καριώτογλου, Π., (Επιμ.). (2020). Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι, σελ. 1152. Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4

Παράδειγμα βιβλιογραφικής αναφοράς για εργασία του συνεδρίου:

Συγγραφέας(είς) (2020). Τίτλος εργασίας. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης, & Π. Καριώτογλου, (Επιμ.), Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι., σελ. χχ-ψψ. Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4

Συνέδριο με κρίση εργασιών

Όλες οι εργασίες του συνεδρίου κρίθηκαν ανωνύμως από δύο κριτές. Οι κριτές ήταν μέλη της επιστημονικής επιτροπής του συνεδρίου.



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

Πρακτικά Συνεδρίου

11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και
Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της
Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

19-21 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2019

Επιμέλεια σχεδίου: Σωτήρης Λιούκρας

Υπό την Αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων



Οργανωτική Επιτροπή 11ου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ

Πρόεδρος

Άννα Σπύρτου, Αν. Καθηγήτρια ΠΤΔΕ – ΠΔΜ.

Μέλη

1. Παπαδοπούλου Πηνελόπη, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
2. Μαλανδράκης Γεώργιος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
3. Ζουπίδης Αναστάσιος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
4. Καριώτογλου Πέτρος, Ομότιμος-Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
5. Αμπράζης Αλέξανδρος, Υποψήφιος διδάκτορας
6. Μάνου Λεωνίδα, Υποψήφιος διδάκτορας
7. Πέικος Γιώργος, Υποψήφιος διδάκτορας
8. Σεμερτσίδης Γιώργος, Ειδικό Τεχνικό Επιστημονικό Προσωπικό
9. Στράγγας Αντώνης, Υποψήφιος διδάκτορας
10. Χαϊτίδου Μαρία, Υποψήφιος διδάκτορας
11. Ζάχου Γιώτα, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Επιστημονική Επιτροπή του 11^{ου} Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ

1. Αθανασίου Κυριάκος, Ομότιμος-Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
2. Αντώνογλου Λεμονιά, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
3. Ασημόπουλος Στέφανος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
4. Βαβουγιός Διονύσιος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
5. Βελέντζας Αθανάσιος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
6. Γαλάνη Αποστολία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
7. Γαλανοπούλου Κωνσταντίνα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
8. Γαβριλάκης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
9. Γεωργίου Μάρθα, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
10. Γκικοπούλου Ράνια, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
11. Γκιόλμας Αριστοτέλης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
12. Δημητριάδη Κυριακή, Διδάκτορας – Διδακτική των Φυσικών Επιστημών



13. Δημητρίου Αναστασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
14. Ευαγγέλου Φίλιππος, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση
15. Ζαχαρία Ζαχαρίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου
16. Ζουπίδης Αναστάσιος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
17. Ιμβριώτη Δέσποινα, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση
18. Ιωαννίδης Γεώργιος, Πανεπιστήμιο Πατρών
19. Καλαϊτζιδάκη Μαριάννα, Πανεπιστήμιο Κρήτης
20. Καλκάνης Γεώργιος, Ομότιμος - Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
21. Καλλέρη Μαρία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
22. Καλογιαννάκης Μιχαήλ, Πανεπιστήμιο Κρήτης
23. Καπότης Ευστράτιος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
24. Καριώτογλου Πέτρος, Ομότιμος-Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
25. Καρνέζου Μαρία, Κέντρο Διάδοσης Επιστημών & Μουσείο Τεχνολογίας
26. Καρύδας Απόστολος, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου
27. Κεβρεκίδης Θεόδωρος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
28. Κλωνάρη Κατερίνα, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
29. Κόλλας Σπύρος, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση
30. Κολιόπουλος Δημήτριος, Πανεπιστήμιο Πατρών
31. Κόλλιας Βασίλειος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
32. Κολοκούρη Ελένη, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση
33. Κορφιάτης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Κύπρου
34. Κουλουγλιώτης Διονύσιος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο
35. Κωνσταντίνου Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Κύπρου
36. Κώτσης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
37. Μόγιας Αθανάσιος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
38. Λαμπρινός Νικόλαος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
39. Λεύκος Ιωάννης, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
40. Μαλανδράκης Γεώργιος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
41. Μανδρίκας Αχιλλέας, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου
42. Μαυρικάκη Ευαγγελία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
43. Μικρόπουλος Αναστάσιος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
44. Μιχαηλίδη Έμιλυ, Πανεπιστήμιο Κρήτης
45. Μιχαηλίδης Παναγιώτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης



46. Μολοχίδης Αναστάσιος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
47. Νάννη Ευτυχία, Υποδιευθύντρια Δ.Ι.ΕΚ
48. Νταλαούτη Παρασκευή, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
49. Πανταζή Λιάννα, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
50. Παντίδος Παναγιώτης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
51. Παππά Ελένη, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
52. Παπαλεξόπουλος Παναγιώτης Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
53. Παπαγεωργίου Γεώργιος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
54. Παπαδοπούλου Πηνελόπη, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
55. Παρασκευάς Απόστολος, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου
56. Παρασκευόπουλος Στέφανος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
57. Πατσαδάκης Μανώλης, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου
58. Πατρινόπουλος Ματθαίος, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου
59. Πλακίτση Κατερίνα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
60. Πνευματικός Δημήτριος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
61. Πολάτογλου Χαρίτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
62. Πρίνου Λουκία, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
63. Ραβάνης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Πατρών
64. Ράγκου Πολυξένη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
65. Σάλτα Αικατερίνη, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
66. Σέρογλου Φανή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
67. Σγουρός Γιάννης, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
68. Σιγάλας Μιχάλης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
69. Σκορδούλης Κωνσταντίνος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
70. Σκουμιάς Μιχαήλ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
71. Σμυρναίου Ζαχαρούλα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
72. Σούλιος Ιωάννης, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου
73. Σπηλιωτοπούλου Βασιλική, Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. Πατρών
74. Σπύρτου Άννα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
75. Σταμοβλάσης Δημήτριος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
76. Σταμούλης Ευθύμιος, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
77. Σταράκης Ιωάννης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
78. Σταύρου Δημήτριος, Πανεπιστήμιο Κρήτης



79. Στεφανίδου Κωνσταντίνα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
80. Στεφανή Χριστίνα, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
81. Στύλος Γεώργιος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
82. Σωτηρόπουλος Δημήτριος, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
83. Ταραμόπουλος Αθανάσιος, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
84. Τσάκωνας Παναγιώτης, Πανεπιστήμιο Πειραιά
85. Τζανάκης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Κρήτης
86. Τζιμογιάννης Αθανάσιος, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
87. Τζουγκράκη Χρύσα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
88. Τσαπαρλής Γεώργιος, Ομότιμος - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
89. Τσελφές Βασίλειος, Ομότιμος-Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
90. Τσιουρίδου Μελπομένη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
91. Τσιχουρίδης Χαρίλαος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
92. Φασουλόπουλος Γεώργιος, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
93. Φώτου Νικόλαος, University of Lincoln, UK
94. Χαλκιά Κρυσταλλία, Ομότιμη - Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
95. Χαλκίδης Άνθιμος, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση
96. Χανιωτάκης Νικόλαος, Πανεπιστήμιο Κρήτης
97. Χαριστός Νικόλαος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
98. Χαρίτος Κωνσταντίνος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
99. Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
100. Χρηστίδου Βασιλεία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
101. Ψύλλος Δημήτριος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
102. Ψυχάρης Σαράντος, Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. Αθηνών



11^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Πλαίσιο και Σκοπός του συνεδρίου

Το 11^ο συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ διοργανώθηκε από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας και ειδικότερα από το εργαστήριο *Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες και την Αειφορία* της Σχολής Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών. Υλοποιήθηκε υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων και υποστηρίχτηκε από την Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας και τον Δήμο Φλώρινας.

Οι Φυσικές Επιστήμες κατέχουν κεντρικό ρόλο στις ζωές μας. Ποτέ άλλοτε ο κόσμος μας δεν ήταν τόσο περίπλοκος και η γνώση για τις Φυσικές Επιστήμες τόσο απαραίτητη για την κατανόησή του. Όταν ερμηνεύουμε τα σύγχρονα γεγονότα, όταν επιλέγουμε και χρησιμοποιούμε τεχνολογικά προϊόντα, ή όταν παίρνουμε αποφάσεις για την υγεία μας, τότε η γνώση και η κατανόηση των Φυσικών Επιστημών αποδεικνύεται κομβική. Ο προβληματισμός που αναπτύσσεται διεθνώς και οι απαιτήσεις για την εκπαίδευση ενημερωμένων πολιτών, οι οποίοι επιπλέον θα πρέπει να ανταποκριθούν στις εργασιακές προκλήσεις των επόμενων δεκαετιών φαίνεται να επικεντρώνεται στις επιστημονικές πρακτικές και την ενσωμάτωσή τους σε κεντρικές/βασικές διεπιστημονικές ιδέες και έννοιες που διατρέχουν πολλές επιστημονικές περιοχές. Αυτό το πλαίσιο σύγχρονων τάσεων και απαιτήσεων στη διδασκαλία των ΦΕ τοποθετεί τα συνέδρια της κοινότητας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα και Διεθνώς στην πρωτοπορία της συζήτησης και αναζήτησης εννοιών και πρακτικών που θα διδαχτούν καθώς και των πιο κατάλληλων διδακτικών μεθόδων και μέσων για την επίτευξη αυτών των σκοπών, σε μια ευρεία διεπιστημονική συζήτηση.

Το 11^ο συνέδριο, ως φυσική συνέχεια των προηγούμενων, αλλά και λαμβάνοντας τα μηνύματα της νέας εποχής, αποσκοπούσε στην καταγραφή των εξελίξεων στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας τόσο σε πανελλήνιο όσο και σε διεθνές επίπεδο, με ορίζοντα τις πολλαπλές προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα. Μέσα από τη δυναμική αλληλεπίδραση παλαιών και νέων ερευνητών και ερευνητριών κατατέθηκαν και συζητήθηκαν προβληματισμοί και προτάσεις, οι οποίες ειδικότερα αφορούσαν:

- Την επανεξέταση των θεωρητικών προσεγγίσεων για τη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας.
- Τη θεωρητική εμβάθυνση στη μάθηση και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στις κατευθύνσεις της διερεύνησης και της εποικοδόμησης.
- Την εξερεύνηση των διασταυρούμενων τροχιών στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών με την Τεχνολογία, τη Μηχανική, την Τέχνη και τα Μαθηματικά (STEM και STEAM).
- Τις ποικίλες νοηματοδοτήσεις του Επιστημονικού και Τεχνολογικού Γραμματισμού στον 21^ο αι.



- Προτάσεις βελτίωσης του σχεδιασμού των Προγραμμάτων σπουδών. Σύνδεση των προγραμμάτων σπουδών με την έρευνα αιχμής.
- Την αναζήτηση των τρόπων που μπορούν να συνδεθούν οι καινοτομίες που παράγονται από την έρευνα και τις πρακτικές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας με τις ανάγκες του σχολείου και της κοινωνίας.
- Την προσέγγιση της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας ως μια διαδικασία μαθησιακής συνέχειας από την τυπική έως την άτυπη εκπαίδευση.
- Τον ρόλο και τη συνέργεια των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση / Εκπαίδευση για την Αειφορία.
- Την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας.
- Τη βελτίωση της Εκπαίδευσης των Εκπαιδευτικών.

Η επικαιρότητα των λεγομένων μας για τον κομβικό χαρακτήρα της Διδασκαλίας των ΦΕ και των αναζητήσεών μας για κατάλληλο περιεχόμενο και αποτελεσματικότερη διδακτική μεθοδολογία, επικυρώθηκε με τραγικό για την ανθρωπότητα τρόπο, στο χρόνο μετά το συνέδριο μας. Ίσως ποτέ άλλοτε ο επιστημονικός λόγος δεν κυριάρχησε σε τέτοιο βαθμό όσο στην καθημερινότητα της εποχής του COVID-19, και η αναγκαιότητα κατανόησης και κριτικής επεξεργασίας του ίσως ποτέ άλλοτε δεν ήταν τόσο επίκαιρη. Στους προβληματισμούς μας βέβαια προστίθεται ένα νέο επίκεντρο, αυτό της εκπαίδευσης την εποχή της πανδημίας, η οποία φαίνεται να αποκτά νέα χαρακτηριστικά. Καθώς συμβιώνουμε με έναν ιό που η ανάπτυξη φυσικής ανοσίας είναι επώδυνη για τις κοινωνίες, θα πρέπει να μας απασχολήσουν οι «απώλειες στη μάθηση». Αυτές οι απώλειες φαίνεται να είναι η απόληξη διαφόρων παραγόντων όπως ο περιορισμός του χρόνου που αφιερώνεται στην μάθηση, το άγχος, η αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούν οι εκπαιδευόμενοι και η έλλειψη κινήτρων. Και επιπλέον φαίνεται να αφορούν περισσότερο τις ευαίσθητες κοινωνικά ομάδες. Επιπλέον, ως συνέπεια της πανδημίας, ίσως πρέπει να ξανασκεφτούμε το περιεχόμενο διδασκαλίας των ΦΕ, μηπως δηλαδή να ενισχυθούν θέματα που αφορούν τη φύση της επιστήμης και τις μεθόδους της. Αυτό το νέο μαθησιακό πλαίσιο, προφανώς, προστίθεται στις προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει η Κοινότητα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και δεν γίνεται παρά να μας απασχολήσει τόσο στο παρόν, όσο και στο μέλλον.

Διεξαγωγή του συνεδρίου

Στο συνέδριο συμμετείχαν ερευνητές και ερευνήτριες από 17 Ανώτατα Ιδρύματα της Ελληνικής Επικράτειας: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ΑΣΠΑΙΤΕ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΕΚΠΑ, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, πρώην ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας. Επίσης συμμετείχαν δύο Ιδρύματα της Κύπρου (Πανεπιστήμιο Κύπρου και Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου) καθώς και πέντε Ιδρύματα Ευρωπαϊκών χωρών: Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg (Γερμανία), Instituto Politécnico de Lisboa (Πορτογαλία), Ulster University, School of Health Sciences, Jordanstown (Ηνωμένο Βασίλειο), University of Lincoln (Ηνωμένο Βασίλειο), Universidad de Castilla-La Mancha (Ισπανία). Ακόμη στο συνέδριο, συμμετείχαν με εισηγήσεις 58 εκπαιδευτικοί της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (23 Α/θμιοι και 35 β/θμιοι). Τέλος, συμμετείχαν ορισμένα στελέχη εκπαίδευσης καθώς και εκπαιδευτικοί που υπηρετούν σε δομές (π.χ. στα ΕΚΦΕ).



Στο συνέδριο προσκλήθηκαν ως ομιλητές ο καθηγητής Jari Lavonen (Professor of Physics and Chemistry Education at the University of Helsinki, Finland) και η καθηγήτρια Graça S. Carvalho (Professor of the University of Minho, Braga, Portugal).

Στο πλαίσιο του Συνεδρίου οργανώθηκε δίωρη ξενάγηση στην πόλη της Φλώρινας με θέμα: «Γνωριμία με την πόλη των καλλιτεχνών στον βιότοπο της καφέ αρκούδας». Οι σύνεδροι ξεναγήθηκαν σε αντιπροσωπευτικά σημεία του ιστορικού και πολιτιστικού τοπίου της Φλώρινας, όπως στη συνοικία Βαρόσι, στο μνημείο του Δημοκρατικού Στρατού Ελλάδας, στο Μέγαρο Εξάρχου, στην Ελληνιστική πόλη. Η ξενάγηση περιλάμβανε επισκέψεις σε δύο ενεργά εργαστήρια ζωγραφικής και συζήτηση με τους ζωγράφους κ. Σωτήρη Λιούκρα και κ. Νίκο Ταμουτσέλη.

Η οργανωτική επιτροπή του 11^{ου} Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ, για την υποβολή και την κρίση των εργασιών, αποφάσισε να χρησιμοποιήσει την ηλεκτρονική πλατφόρμα που είχε αναπτυχθεί και εφαρμοστεί με επιτυχία στο προηγούμενο Συνέδριο. Στα πρακτικά του 10^{ου} Συνεδρίου περιγράφεται αναλυτικά η λειτουργία αυτής της πλατφόρμας. Για την διάχυση των πληροφοριών του συνεδρίου δημιουργήθηκε η ιστοσελίδα: <http://synedrio2019.enepht.gr/>.

Οι εργασίες του συνεδρίου και των πρακτικών

Μετά την τυφλή κρίση των εργασιών από δύο ανεξάρτητους κριτές έγιναν αποδεκτές 193 εργασίες για να παρουσιαστούν στο συνέδριο και 159 για να συμπεριληφθούν στον τόμο των ηλεκτρονικών πρακτικών του συνεδρίου. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται συγκεντρωτικά ο αριθμός των εργασιών ανά κατηγορία στο συνέδριο και στον τόμο των πρακτικών.

Πίνακας των εργασιών του συνεδρίου και των πρακτικών

Κατηγορία εργασίας	Παρουσιάστηκαν στο συνέδριο	Αναθεωρημένες εργασίες στον τόμο των πρακτικών
Προφορική ανακοίνωση	142	120
Συμπόσιο	14	14
Αναρτημένη εργασία (Poster)	16	12
Εργαστήριο	9	5
Συνεδρία Στρογγυλής Τράπεζας	2	2
Εργασία Εφαρμογών	10	6

Σημειώνεται ότι η οργανωτική επιτροπή του 11^{ου} συνεδρίου αποφάσισε να εκδώσει ηλεκτρονικά το αναλυτικό πρόγραμμα του Συνεδρίου με τις περιλήψεις των εργασιών που παρουσιάστηκαν στο



Συνέδριο (http://synedrio2019.enepnet.gr/?page_id=1250) καθώς και τον τόμο των πρακτικών ο οποίος περιλαμβάνει μόνο τις αναθεωρημένες εργασίες που υποβλήθηκαν μετά τη διεξαγωγή του συνεδρίου.

Ο τόμος των πρακτικών του Συνεδρίου περιλαμβάνει και τις δύο κεντρικές ομιλίες που πραγματοποιήθηκαν στο Συνέδριο.

Ευχαριστίες

Για την επιτυχή διεξαγωγή του Συνεδρίου εργάστηκε ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων και τους οποίους ευχαριστούμε όλους και όλες θερμά. Αναλυτικότερα ευχαριστούμε:

- Τον κ. Γιώργο Σεμερτσίδα ΕΤΕΠ στο ΠΔΜ, και τον κ. Νίκο Καπελώνη, ΕΤΕΠ στο Πανεπιστήμιο Κρήτης που άσκησαν, υπομονετικά και για μεγάλο χρονικό διάστημα υποστήριξαν όλες τις ψηφιακές λειτουργίες του Συνεδρίου.
- Τον ζωγράφο κ. Σωτήρη Λιούκρα, ΕΔΙΠ στο ΤΕΕΤ του ΠΔΜ, που παραχώρησε άμεσα και αφιλοκερδώς τα έργα του για να χρησιμοποιηθούν στο επικοινωνιακό υλικό του Συνεδρίου και μαζί με τον επίσης ζωγράφο κ. Νίκο Ταμουτσέλη, ΕΔΙΠ στο ΠΤΝ του ΠΔΜ, οι οποίοι υποδέχθηκαν και ξενάγησαν τους συνέδρους στα εργαστήριά τους, μυώντας τους έτσι στην ξεχωριστή εικαστική παράδοση της Φλώρινας.
- Τις κυρίες Χριστίνα Σιδηροπούλου, ΕΔΙΠ του ΠΤΝ-ΠΔΜ, και Μαριλία Βαΐτση, μεταπτυχιακή φοιτήτρια, που υποστήριξαν με ενθουσιασμό το κοινωνικό κομμάτι του Συνεδρίου, οργανώνοντας και συντονίζοντας την ξενάγηση των συνέδρων στην Φλώρινα και την γνωριμία τους με το παρελθόν και το παρόν της πόλης.
- Τους/τις 17 μεταπτυχιακούς/ες φοιτητές/τριες και αποφοίτους και τους 49 προπτυχιακούς/ες φοιτητές/τριες που με συνέπεια και ευθύνη υποστήριξαν το σύνολο των ποικίλων λειτουργιών του Συνεδρίου, βοηθώντας το Συνέδριο, αλλά και αυξάνοντας τις δεξιότητές τους και τις εμπειρίες τους. Τους συγχαιρούμε επίσης που με θάρρος ανάλαβαν πρωτόγνωρους ρόλους, όπως την ξενάγηση στα αξιοθέατα της πόλης και τους διεκπεραίωσαν με μεγάλη επιτυχία.
- Τις κυρίες Βιολέττα Γεωργιάδου, Φανή Μποζικά, Χρυσούλα Νεδέλκου, Βάσω Στυλιάδου, Ρήγια Τριανταφυλλίδου, σταθερές υποστηρίκτριες του Πανεπιστημίου στη Φλώρινα, που βοήθησαν κυριολεκτικά όπου χρειάστηκε.
- Την οργανωτική επιτροπή του 10^{ου} Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ για την συνεχή υποστήριξη και τη μεταφορά της πολύτιμης εμπειρίας τους από τη διοργάνωση του προηγούμενου συνεδρίου, ενισχύοντας, με αυτόν το τρόπο, την ενότητα και την παράδοση της κοινότητας της ΕΝΕΦΕΤ.



Περιεχόμενα

ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΟΜΙΛΙΕΣ	1
Collaborative Design and Implementation of a National Teacher Education Development Programme in Finland	2
Redefining empirical research with/for children in health education	10
ΣΥΜΠΟΣΙΑ	15
Αξιοποίηση χώρων εκτός σχολείου στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών	16
Αξιοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων σε ερευνητικό κέντρο για την προσέγγιση θεμάτων έρευνας αιχμής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	18
Αντιλήψεις εκπαιδευτικών και μουσειοπαιδαγωγών για τις διερευνητικές πρακτικές στην εκπαίδευση: το αποτύπωμα μιας από κοινού επιμόρφωσης	25
Τεχνουργήματα μαθητών σχετικά με τη νανοτεχνολογία στο πλαίσιο μιας σύμπραξης μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης	30
Μελέτη της μάθησης επιστημονικού περιεχομένου από μαθητές κατά την αλληλεπίδραση τους με εκθέματα σε κέντρο επιστήμης	39
Συμπόσιο Μεταπτυχιακών Φοιτητών: Εισάγοντας την Επιστήμη, τη Μηχανική και την Τεχνολογία της Ναυοκλίμακας στην Εκπαίδευση	46
Μια πρόταση για την εισαγωγή της έννοιας της «Δομής της Ύλης στην Ναυοκλίμακα» στην Β'βάθμια Εκπαίδευση	49
Η νανοτεχνολογία και η αξιοποίησή της στην προστασία της πολιτισμικής μας κληρονομιάς: Μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για παιδιά προσχολικής ηλικίας	57
Ανάπτυξη καινοτομικού animation στο Δημοτικό Σχολείο για το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας: βιβλιογραφική επισκόπηση	63
Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο πλαίσιο ομότιμης καθοδήγησης: η εξέλιξη του νανογραμματισμού τους	71
Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου της νανοεπιστήμης στο σχολείο μέσω της ενσωμάτωσης του δομικού στοιχείου «Μέγεθος και Κλίμακα»	80
Σχεδιασμός, ανάπτυξη και εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού σε πρόγραμμα ERASMUS+: ο πολιτισμός στην κλίμακα του νάνο μέσα από τα βιτρό της Αναγέννησης	89
Μια πρόταση για την εισαγωγή της μεγάλης ιδέας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη ναυοκλίμακα» στη Β'Βάθμια εκπαίδευση	97
Μια πρόταση για την εισαγωγή στο Λύκειο των ιδιοτήτων που εξαρτώνται από το μέγεθος στη ναυοκλίμακα	105
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ	113
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ	113
Η κατανόηση της ροής της γενετικής πληροφορίας από τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου	114
Τα φυτά ως ζωντανοί οργανισμοί και ως παράγοντας ανθρώπινης ευημερίας: Αντιλήψεις και γνώσεις παιδιών δημοτικού σχολείου	120



Χαρακτηρισμός Δομής Επιχειρημάτων Μαθητών Λυκείου Σχετικά με το Θέμα της Ανακύκλωσης των Υλικών.....	127
Έλεγχος της συνεκτικότητας των νοητικών μοντέλων μαθητών Δημοτικού για τη δύναμη.....	135
Διερευνώντας την αποτελεσματικότητα των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ) ως διδακτικού πλαισίου στην ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας απουσία ανάλογου γνωστικού υποβάθρου.....	144
Διερεύνηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές Λυκείου με έννοιες της χημικής κινητικής.....	150
Η επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση και ο επιστημονικός τρόπος σκέψης – Μια έρευνα.....	159
Ενσωμάτωση σύγχρονων ηλεκτρονικών στοιχείων και τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών.....	167
Ερμηνείες φαινομένων από μαθητές Λυκείου στα πλαίσια συγκεκριμένων ατομικών μοντέλων.....	173
Ερμηνεία και Αξιοποίηση της Γραπτής Ανατροφοδότησης από τους Μαθητές Δημοτικού.....	181
Ελλείμματα της Εκπαίδευσης στη Φυσική «από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο» – Μια Έρευνα και Προτάσεις.....	187
Γνωστικό συλ, δημιουργία κινήτρων και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες: Η περίπτωση της δομημένης διερεύνησης στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία.....	194
Μια εκπαιδευτική πρόταση για την εισαγωγή της Αρχής Ελάχιστης Δράσης με ισοϋψείς-ισοδυναμικές γραμμές.....	199
Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος: τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί.....	206
Εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία εννοιών του συνεχούς φάσματος των Αστέρων.....	215
Επαυξημένη πραγματικότητα σε γυμνασιακές και λυκειακές μαθητικές εργασίες βιολογίας.....	222
Η αφήγηση ιστοριών από την ιστορία της βιολογίας ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την εισαγωγή εννοιών της φύσης της επιστήμης – απόψεις των εκπαιδευτικών.....	228
Διαφορές μεταξύ δυσλεκτικών και μη δυσλεκτικών μαθητών στην επίδοσή τους σε ένα τεστ χωρικών και γεωχωρικών ικανοτήτων: Μία πιλοτική έρευνα.....	235
Εκπαιδευτική πρόταση για τη διδασκαλία του κύκλου των πετρωμάτων στην Γεωλογία.....	242
Αποτίμηση του βαθμού συμπερίληψης της φύσης των Φυσικών Επιστημών στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.....	248
Διεπιστημονική προσέγγιση της (συν)διδασκαλίας Μαθηματικών και Φυσικής: Η περίπτωση της χωρητικότητας ενός πυκνωτή.....	258
Διδάσκοντας το 2ο Νόμο του Νεύτωνα μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών: η δομή και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών.....	266
Ανιχνεύοντας εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου, με κατ' οίκον εργασίες.....	276
Η ερμηνεία του ρόλου του νερού στη διάλυση από μαθητές Στ' Τάξης Δημοτικού.....	283



Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον ήχο στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών	293
Χημικές εξισώσεις με σύμβολα και με προσομοιώματα: Υπάρχει εξέλιξη των γνώσεων μαθητών από τη β΄ στη γ΄ τάξη γυμνασίου; Η περίπτωση ενός πρότυπου γυμνασίου.....	302
Ερμηνεία φυσικών φαινομένων από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στα πλαίσια μιας διδακτικής μαθησιακής σειράς (ΔΜΣ), με χρήση της σωματιδιακής θεωρίας της ύλης.	311
Διδασκαλία και μάθηση του χημικού δεσμού: παρανοήσεις και μεταγνωστικές απαντήσεις μαθητών α΄ λυκείου: η επίδραση εμπλουτισμένου διδακτικού υλικού	320
Μελέτη των ικανοτήτων των μαθητών του δημοτικού σχολείου, του Γυμνασίου και του Λυκείου να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιστημονικών επιχειρημάτων	329
Η σωματική προσομοίωση ως εργαλείο διερεύνησης στη διδασκαλία της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης.....	339
Διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μίας διδακτικής ακολουθίας για την ύλη και τη σωματιδιακή φύση της, τη μάζα και τον όγκο σαν ένα ενιαίο εννοιολογικό σύνολο, βάση για την οικοδόμηση σύνθετων εννοιών.	345
Δυσκολίες φοιτητών του ΠΤΔΕ στην ερμηνεία φαινομένων του στατικού ηλεκτρισμού: Μια διερευνητική διδακτική πρόταση με χρήση μοντέλων μικρόκοσμου	353
Τα γενετικά τεστ: ένα κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα για τη διδασκαλία βασικών αρχών της Γενετικής.....	360
Ενίσχυση ενδιαφέροντος και βελτίωση μαθησιακών αποτελεσμάτων με σκοπό τη δημιουργία κινήτρων μάθησης για την έννοια της ενέργειας	366
Εννοιολογήσεις της γαλιλαϊκής σχετικότητας από υποψήφιους δασκάλους	373
Διδασκαλία των νόμων του Νεύτωνα με χρήση της αντίστροφης τάξης:μια μελέτη περίπτωσης	382
Αντιφάσεις στη σκέψη παιδιών προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας	391
Μάθηση μέσω σχεδιασμού στο μάθημα της φυσικής: Μέτρηση της μεταβολής του ενδιαφέροντος και της γνωστικής εξέλιξης μαθητών/τριών Γυμνασίου	399
Όταν μαθητές εμπλέκονται στο σχεδιασμό πειραμάτων χημείας: Η περίπτωση της απλής αντικατάστασης	405
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	410
Εκπαιδευτικό Υλικό για τις Μεγάλες Ιδέες των Επιστημών: Μια εφαρμογή στην Εδαφομηχανική	411
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ	421
Διαδικτυακά Περιβάλλοντα Μάθησης: εμπειρίες και αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών	422
Εν-ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναπτύσσουν και εφαρμόζουν διδακτικές ενότητες με την αξιοποίηση μικροϋπολογιστικών συστημάτων	428
Κοινωνικοεπιστημονικά Ζητήματα: Ένα πλαίσιο εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	435



Διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης και επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών: διερεύνηση της ετοιμότητας των εκπαιδευτικών	443
Βελτιώνοντας την ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών	452
Ένταξη εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων μετά την επιμόρφωση Β' επιπέδου	463
Διερεύνηση της Επαγγελματικής Αλλαγής Εκπαιδευτικών στο πλαίσιο μιας Κοινότητας Μάθησης	469
Αξιολόγηση εκπαιδευτικών που διδάσκουν φυσικές επιστήμες: Δυνατές και αδύναμες πτυχές της διδασκαλίας	477
Συνέπεια απόψεων και πρακτικών εκπαιδευτικών μετά από πρόγραμμα επαγγελματικής μάθησης Φυσικών Επιστημών	493
Συνδυαστική χρήση tablet, διαδραστικού πίνακα & εικονικής πραγματικότητας από φοιτητές ΠΤΔΕ για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.	501
Ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης: ρητή εισαγωγή των διερευνητικών όψεων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου	509
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	516
Η εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών ΠΤΔΕ κατά την διάρκεια των σπουδών τους σε έννοιες Μηχανικής και Επιστημονικού Γραμματισμού	517
Διαγωνισμός PISA 2015: Ερμηνεία των αποτελεσμάτων στις Φυσικές Επιστήμες υπό τη μορφή δύο διαστάσεων	526
Διαβαθμιζόμενοι ορισμοί των εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες: η παιδαγωγική προσέγγιση του Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ.	537
Διαδραστικός Ψηφιακός Χάρτης της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας	543
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	550
Εξέλιξη της κριτικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο: μία μελέτη περίπτωσης στο πλαίσιο Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών	551
ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ	560
Διερεύνηση των χαρακτηριστικών των μαθητών που προβλέπουν τη χρήση οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών	561
Οι προϋπάρχουσες ιδέες και οι αναπαραστάσεις προπτυχιακών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης πάνω στον κυματοσωματιδιακό дуισμό, τη συμβολή και την περίθλαση των κυμάτων	568
STEM και ενοποίηση επιστημών στο Δημοτικό σχολείο: Αντιλήψεις εκπαιδευτικών με εμπειρίες σε καινοτόμες δράσεις	575
Συνδόμηση και διαπραγμάτευση συλλογισμών στην προοπτική της εννοιολογικής αλλαγής: μελέτες περίπτωσης με παιδιά προσχολικής ηλικίας σχετικά με ζητήματα αστρονομίας	581
Οι ιδέες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τα φαινόμενα του λωτού και της σαύρας gecko	591



Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του Δημοτικού Σχολείου ως μανθάνοντας οργανισμού προσανατολισμένου στο μάθημα της Φυσικής και της αντιλαμβανόμενης αυτοαποτελεσματικότητας των δασκάλων ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής	601
Αντιλήψεις για τις προστατευόμενες περιοχές: μια μελέτη με μελλοντικούς εκπαιδευτικούς.....	608
Πώς νοηματοδοτούν οι μαθητές του Δημοτικού σχολείου τον όρο νανοτεχνολογία και το φαινόμενο του λωτού;.....	614
Αναδομώντας τις ιδέες παιδιών δημοτικού σχολείου για τη δημιουργία των εποχών αξιοποιώντας τον αιτιακό συλλογισμό τους.....	622
Βιωματικές εμπειρίες και απόψεις φοιτητών ΠΤΔΕ από την πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο.....	629
Η αγροβιοποικιλότητα στην ελληνική επαγγελματική εκπαίδευση: αντιλήψεις μαθητών του τομέα Γεωπονίας	640
Αντιλήψεις μαθητών Γυμνασίου για τα σιδηρομαγνητικά υλικά.....	646
Έννοιες, αναπαραστάσεις και μοντέλα για τη γενετική σε αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών	654
Ιδέες μαθητών Λυκείου για τον χημικό δεσμό μέσα από την κατασκευή στατικών μοντέλων	660
ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΑ	666
Τι Γένους είναι η Επιστήμη; το Φύλο στα Σχολικά Εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Λυκείου	667
Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών στις πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής του Γυμνασίου	674
Ανάλυση των πειραματικών δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου.....	683
Η Κλιματική αλλαγή και ο ρόλος της εκπαίδευσης. Η περίπτωση των σχολικών εγχειριδίων της Γεωγραφίας και των Φυσικών στο Δημοτικό σχολείο.....	691
Η συγκρότηση των γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια βιολογίας του ελληνικού σχολείου	700
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ	710
Αξιολόγηση ευχρηστίας και αποτελεσματικότητας γνωστικού εργαλείου σχεδίασης και χειρισμού συντακτικών τύπων Οργανικών Ενώσεων.....	711
Εφαρμογή καινοτόμου εκπαιδευτικού σεναρίου μάθησης σε μαθητές και μαθήτριες Δημοτικού Σχολείου. Ανάπτυξη δράσεων στην κατανόηση του υδρολογικού κύκλου.....	717
Ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών Α΄ Λυκείου για την έννοια της Δύναμης: Επίτευξη γνωστικών συγκρούσεων με τη χρήση προσομοιώσεων.....	725
Εισαγωγή της υπολογιστικής σκέψης και βασικών εννοιών του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού στην πρώτη σχολική ηλικία στα πλαίσια της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών.....	730
Αντιλήψεις μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τις μεταβολές των παγετώνων μετά από διδακτικές προσεγγίσεις με χρήση δορυφορικών εικόνων	741



Διερεύνηση βελτίωσης των χωρικών ικανοτήτων σε φοιτητές μέσω χρήσης ψηφιακών εφαρμογών χωρικής απεικόνισης	747
Διερεύνηση των Δυσκολιών Κατά την Αξιοποίηση των Αισθητήρων των Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδασκαλία της Φυσικής.....	753
Παραγωγή Διδακτικού Υλικού σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα από Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης	762
Απόψεις χημικών εκπαιδευτικών για την ένταξη διαδικτυακών εργαλείων που στηρίζουν διερευνητικές δραστηριότητες στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	772
Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών Γ΄ Λυκείου για τις έννοιες έργο και ενέργεια: Επίτευξη απλών γνωστικών συγκρούσεων με τη χρήση των ΤΠΕ.	779
Ανάπτυξη σειράς Μαθησιακών Αντικειμένων για τη (αυτό)διδασκαλία της φυσικής του στερεού σώματος μέσω προσομοιώσεων και οπτικοποιήσεων σε δύο και τρεις διαστάσεις – Πειραματική εφαρμογή και αποτελέσματα.....	788
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ – ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ	797
Διερεύνηση της διασύνδεσης ανάμεσα στην εννοιολογική κατανόηση των Φυσικών Επιστημών και στην κατανόηση για τη Φύση της Επιστήμης	798
ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	806
Περιοδικός Πίνακας-Επινόηση, Σχεδιασμός και Εφαρμογή Παιχνιδιού Αυλής στη Διδασκαλία της Χημείας σε Γυμνάσιο-Λύκειο	807
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ	812
Από ιστορικά υγρόμετρα σε εκπαιδευτικές ιδιοκατασκευές και πειράματα - Μια έρευνα.....	813
Αναπροσαρμογή των εργαστηριακών μαθημάτων του τμήματος Φυσικής για την επαρκή τους πρόσβαση από άτομα με αναπηρία όρασης	819
Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία της Εξελικτικής Θεωρίας σε μαθητές γυμνασίου	825
Σύγκριση εικονικών περιβαλλόντων μάθησης ως προς την υποστήριξη ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων στο χώρο των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων	830
ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	841
Πραγματικό Τρισδιάστατο Μοντέλο για την παρατήρηση της Δύναμης του Βάρους.....	842
Ενισχύοντας τις επιστημολογικές αντιλήψεις μαθητών γυμνασίου για τα επιστημονικά μοντέλα.....	850
Δια-ηλικιακή μελέτη πραγματοποίησης προβλέψεων σε πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις	856
ΜΗ ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΙ ΑΤΥΠΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	866
Η αξιοποίηση άτυπων πηγών μάθησης (ντοκιμαντέρ επιστήμης) στη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού Συστήματος.....	867
Ανάπτυξη διδακτικού υλικού από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αξιοποιώντας μια επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο.....	872
Διδακτική προσέγγιση εννοιών σχετικών με τον γεωλογικό χρόνο σε ένα πλαίσιο άτυπης εκπαίδευσης για μαθητές/τριες Στ' Δημοτικού.....	879



Μελέτη των πρακτικών και των αντιλήψεων εν-ενεργεία εκπαιδευτικών μέσα από τον σχεδιασμό και την πραγματοποίηση μιας εκπαιδευτικής επίσκεψης σε ένα εργαστήριο διδακτικής φυσικών επιστημών.....	884
Εναλλακτικές ιδέες σε έννοιες των Φυσικών Επιστημών από παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα την Ατμοσφαιρική ρύπανση.....	892
Το κυνήγι του χαμένου κεραυνού. Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα στις Φυσικές Επιστήμες υπό το πρίσμα της θεωρίας της Δραστηριότητας στο Αρχαιολογικό Μουσείο Ιωαννίνων.	903
Άτυπη εκπαίδευση και Χημεία: μελέτη περίπτωσης το Athens Science Festival.....	908
Συμβουλευτική καθοδήγηση εκπαιδευτικών για την εφαρμογή διδακτικών ενοτήτων αντικειμένων έρευνας αιχμής.....	913
Δημόσια κατανόηση της Επιστήμης και της Τεχνολογίας στη μετανεωτερική εποχή: Ένα παράδειγμα εκπαιδευτικής δράσης σε πλαίσιο μη τυπικής μάθησης.....	922
ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.....	928
Πρωτότυποι εκπαιδευτικοί πειραματισμοί STEM για την υδροστατική πίεση, την άνωση και την πλεύση.....	929
Εκπαίδευση εκπαιδευτικών στο διεπιστημονικό πλαίσιο «Θέατρο και Επιστήμη»: πορεία και μετασχηματισμοί ενός δεκαπενταετούς προγράμματος έρευνας και ανάπτυξης.....	936
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	946
Συμπεριφορά μελλοντικών εκπαιδευτικών προς το περιβάλλον: Έρευνα για τη διαχείριση ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών συσκευών και την ανακύκλωση.....	947
Η κατανόηση της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος από μαθητές δημοτικού.....	955
Αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού των ΚΠΕ Δυτικής Μακεδονίας: Μαθησιακοί στόχοι στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης.....	962
Σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της βιοποικιλότητας σε ενήλικους εκπαιδευόμενους: μια πιλοτική μελέτη.....	971
Οι Σημαντικές Εμπειρίες Ζωής και ο ρόλος τους στην διαμόρφωση περιβαλλοντικά εγγράμματων πολιτών.....	980
Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη διδασκαλία του ενεργειακού αποτυπώματος σε μαθητές δημοτικού.....	986
Κοινωνία που οραματιζόμαστε και η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη: Διερεύνηση της εξέλιξης των απόψεων προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητών και φοιτητριών μετά από τη συμμετοχή τους σε αντίστοιχα βιωματικά εργαστήρια.....	992
Η έννοια του Περιβαλλοντικού Παραμυθιού: βιώματα και προσεγγίσεις παραμυθάδων-εμψυχωτών.....	999
Αντιλήψεις μαθητών/τριών Δημοτικού σχετικά με τη σημασία της κατανάλωσης τροφών που βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας.....	1005
Διερεύνηση των Περιβαλλοντικών Αξιών και του Περιβαλλοντικού Ηθικού Συλλογισμού Προϋπηρεσιακών Εκπαιδευτικών, κατά την Αλληλεπίδρασή τους με ένα Ψηφιακό, Διαδραστικό Παραμύθι.....	1012



Η Ιστορική διαδρομή των βοτάνων και η χρήση τους στην κοσμετολογία. Πρόγραμμα Π.Ε.	1019
GENERAL PAPERS	1029
Ανασκόπηση Διδακτικών Παρεμβάσεων Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Τεχνολογίας για μαθητές με νοητική αναπηρία	1030
Εννοιολογική προσέγγιση του Μηχανικού Σχεδιασμού για δραστηριότητες STEAM στο Νηπιαγωγείο	1039
ANARTHΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ (POSTER)	1048
«Από τον Όλυμπο στο πλανητικό σύστημα» Ένα σενάριο για τη διδασκαλία της Αστρονομίας μέσω της Μυθολογίας.....	1049
Ανάπτυξη εργαλείου για την αξιολόγηση διδακτικών πρακτικών επιστημολογικού χαρακτήρα για τα Μοντέλα και τη Μοντελοποίηση: Εφαρμογή σε μία μελέτη περίπτωσης στο Δημοτικό Σχολείο	1055
Παρουσίαση και αξιολόγηση διαδραστικού εκπαιδευτικού λογισμικού με θέμα τη μικροσκοπική δομή της ύλης.....	1062
Ανάπτυξη αξιών και περιβαλλοντικής ηθικής μέσω της επιλογής προϊόντων νανοτεχνολογίας.	1068
Η επίδραση επιμορφωτικών σεμιναρίων στις Φυσικές Επιστήμες στις αντιλήψεις φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. για βασικές έννοιες Μηχανικής κι Επιστημονικού Γραμματισμού	1074
Εργαστηριακές ασκήσεις στο μάθημα της Χημείας: Δυσκολίες υλοποίησης και κριτήρια αξιολόγησης από τους καθηγητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	1081
Εφαρμογές Διαστημικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Σεισμογράφος κατασκευασμένος από μαθητές, βασισμένος σε διαστημικό όργανο	1087
Ανάπτυξη ολοκληρωμένου ψηφιακού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος διδασκαλίας του Ηλεκτρισμού σε μαθητές και μαθήτριες της Ε' Δημοτικού	1094
Κατανόηση πρωτοετών φοιτητών Φυσικής των γραφικών παραστάσεων στην κινηματική	1100
Η χρήση αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία εννοιών της μηχανικής σε μαθητές Γυμνασίου	1106
Όψεις της Διαφοροποιημένης Διδασκαλίας σε Κοινότητες Μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Η περίπτωση του Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών	1111
Οι παροιμίες/παροιμιώδεις φράσεις ως διδακτικό εργαλείο για την προσέγγιση εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο: «Μία παροιμία Φυσικής, πες την και ας γίνει πείραμα»	1118
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	1124
Αξιοποίηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και δορυφορικών εικόνων για την ανάπτυξη επιχειρηματολογίας πάνω σε κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα Γεωγραφίας και περιβάλλοντος στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση	1125
Προσδιορισμός Σχετικής Μοριακής Μάζας και Ταυτοποίηση Άγνωστου Παραγόμενου Αερίου στο Σχολικό Εργαστήριο.....	1131
Εργαστηριακές δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα για την προσέγγιση του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο	1137
Εισαγωγή στη STEM εκπαίδευση και στον πειραματισμό με ανοιχτό λογισμικό και υλικό.....	1144



Εκπαιδευτικό υλικό για την εισαγωγή της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στο Γυμνάσιο: το φαινόμενο της υπέρ-υδροφοβικότητας στο λωτό και στο τριαντάφυλλο	1150
ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	1157
Πρότυπος Όμιλος Φυσικών Καταστροφών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	1158
Εργαστηριακές δραστηριότητες διερεύνησης για αναγνώριση υλικών.....	1161
Πολυμερή στην καθημερινότητά μας και περιβαλλοντικές προκλήσεις: Εργαστηριακές δραστηριότητες Χημείας.....	1164
Παράδειγμα εφαρμογής προσεγγίσεων STEM στην εκπαιδευτική πρακτική της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.....	1167
Επιστήμονες εν δράσει»: εκπαίδευση μαθητών Δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από ένα καινοτόμο πρόγραμμα STEAM	1171
Μαθαίνω για τα μόρια με τις αισθήσεις μου	1175
ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ ΤΡΑΠΕΖΙΑ.....	1179
Μεταπτυχιακές σπουδές στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών	1180
Οι Φυσικές και Βιολογικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: σημερινή κατάσταση και προοπτικές.....	1185
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ	1188
Διερεύνηση των αντιλήψεων εκπαιδευτικών προσχολικής εκπαίδευσης για τη βιοποικιλότητα.....	1189
EMAIL ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ.....	1198



ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΟΜΙΛΙΕΣ



Collaborative Design and Implementation of a National Teacher Education Development Programme in Finland

Jari Lavonen

Faculty of Educational Sciences, University of Helsinki, Finland

The nature of the collaborative design of the Finnish Teacher Education Development Programme 2017 and its implementation in a decentralised education system is introduced in this chapter. The development programme was designed by 70 experts from the universities, the Ministry of Education and Culture and representatives from the Association of Finnish Local and Regional Authorities, the Teachers' Union, the Students' Union, and the Principals' Association. While designing the programme, the challenges of Finnish education and the research outcomes related to teacher education were analysed, teacher education strategies in various countries were benchmarked and a national brainstorming process related to the renewal of teacher education was organised. Moreover, several local and nationwide meetings were organised. Altogether, 31 pilot projects were financed by the Ministry to implement the development programme.

Keywords: Teacher education, teacher standards, education policy

Introduction

This chapter describes the collaborative design of the Finnish Teacher Education Development Programme 2017, a strategy for teacher education, and the implementation of this programme in a decentralised education system (Ministry of Education and Culture [MEC], 2016a). The strategy was prepared by the Finnish Teacher Education Forum, which was nominated by the Ministry of Education and organised as one of the education-related key projects described in the Finnish government programme (Government Publications, 2015).

The forum was established by the Finnish Ministry of Education in 2016 because several challenges were recognised in Finnish education. The recognised challenges according to the OECD PISA (OECD, 2013) and TALIS (OECD, 2014) surveys, national monitoring and discussions in several committees, forums and meetings can be summarised at different levels as:

- Student-level challenges: Decrease in learning outcomes, lack of wellbeing and engagement in learning and lack of interest in science, technology, engineering and mathematics (STEM)
- careers; various needs and support for the learning processes of various learners; and challenges in integrating formative and summative assessment in order to support learning.



- Classroom-level challenges: Challenges in guiding students in active and collaborative learning processes; challenges in teaching and learning in heterogeneous and multicultural classrooms; challenges in supporting students to learn generic/transversal/21st-century competencies according to the new curriculum; and challenges in designing and using versatile learning environments inside and outside school, including the use of digital tools/technology in learning.
- School- and city-level challenges: Increase in the variation between schools in learning outcomes; lack of collaboration among teachers; organising quality work at the local level; designing and implementing improvements or education reforms and using digital tools in teaching and administration; lack of pedagogical leadership support for teachers' professional learning, including teachers' personal development plans and support in the induction phase; and lack of resources.
- Challenges in teachers' competencies: Challenges in pedagogical competences and innovative orientation; lack of willingness and competencies for personal professional development and for the development of the school environment; and teachers' local and international networking.
- Society-level challenges: Numbers of young people dropping out from school or from the labour market and an increase in inequality in the education sector; the influence of digitalisation, such as artificial intelligence and automation in the labour market; the need for continuous training of adults to reflect the changes in working life, such as digitalisation; and the need to support sustainable development.

A development programme or preparation of a new national-level strategy for teacher education are common tools for improving the outcomes of an education system. However, engaging relevant partners in collaboration and implementing new ideas broadly into practice are challenging. Before introducing the development of the programme and its implementation, the Finnish education context is briefly introduced.

Finnish Teacher Education Context

One characteristic of Finnish education policy is the heavy decentralisation and autonomy of teachers at all levels of education (Simola, 2005). Teachers play an important role in the Finnish decentralised educational system. They are responsible for participating in local curriculum design, designing learning environments and courses and, moreover, assessing both their own teaching and their students' learning outcomes. Decentralisation and autonomy are strongly linked to the Finnish way of interpreting the teacher's and the teacher educator's professionalism, as well as the status of teachers and teacher education in Finnish society. However, decentralisation and autonomy make the preparation of national strategies or national guidelines challenging—how should autonomous entities be supported in adopting these strategies or guidelines?

Teachers in Finland in primary, lower and upper secondary schools are required to have a master's degree. Primary teachers (Grades 1–6) have been educated in master's-level programmes in eight traditional universities for more than 40 years, while secondary teachers (Grades 7–12) have been trained in master's-level programmes for more than 100 years. A master's degree, which includes one year (60 credit points [CP]) of pedagogical studies, is the main qualification criterion for a teacher in Finland. The additional qualification criterion for a primary teacher is one year (60 CP) of multidisciplinary studies (studies of the pedagogy of school subjects). The additional qualification criterion for a secondary teacher is about two years (120–140 CP) of advanced studies in the first teaching subject and one year (60 CP)



of studies in the second teaching subject. A kindergarten teacher requires a three-year bachelor's degree. Figure 1 illustrates the qualification criteria.

Figure 1

Teachers' Minimum Qualification Requirements in Pre-primary, Basic and Upper Secondary Education (Paronen & Lappi, 2018)

Pre-primary education 6 years old	Primary education Grades 1–6	Lower secondary education Grades 7–9	Upper secondary education Grades 7–9
Kindergarten Teacher	Primary Teacher	Secondary Teacher	Secondary Teacher
Bachelor's degree in educational sciences	Master's degree in educational sciences	Master's degree in subject	Master's degree in subject

+ Multidisciplinary studies
= can work as a primary teacher

+ 60 ECTS in subject
= can work as a secondary teacher

The structure of a master's degree (300 CP) for primary teachers is quite similar at all Finnish universities. Altogether, 140 CP are allocated for education as the major subject, and 50 CP support the learning of the knowledge base, such as understanding the cultural, psychological and pedagogical features of teaching and instruction. As many as 30 CP are devoted to quantitative, qualitative and mixed research methodology studies. A student in primary education undertakes a master's (M.A.) thesis of 40 CP during these studies. Conducting one's own research improves a student's understanding of the relationship between theoretical knowledge and practice and offers the possibility of developing the orientation of a reflective practitioner-researcher to the everyday work of teaching. Besides the education major, subsidiary subject studies (60 CP) as a first minor subject address the pedagogy of all primary school subjects, along with cross-curricular themes to be implemented in various subjects at the primary level (Niemi, Toom, & Kallioniemi, 2012).

Kindergarten teacher education has similar characteristics to primary teacher education. However, the programme is a three-year bachelor-level programme (180 CP), and the studies focus on early childhood and pre-primary teacher education.

Secondary teacher education is organised in cooperation with the departments of specific subjects at faculties within the universities, along with the education faculty. Studies are divided into two parts: each subject is studied within its own discipline (e.g. Physics), while pedagogical studies take place within the education faculty and teacher training schools (Lavonen, 2018).



Special needs teacher education can be obtained in a five-year special needs teacher education programme or through one year (60 CP) of special needs education studies. This one-year programme is available for primary and secondary teachers.

An essential characteristic of teacher education in Finland has been its emphasis on research (Jakku-Sihvonen & Niemi, 2006). Following this perspective, student teachers learn both how to consume and to produce educational knowledge. This research knowledge is needed for broadly conceived local planning, the development of teaching and school practices and the assessment of teaching and learning. Teachers play an important role in this decentralised Finnish educational system.

Preparation of the Teacher Education Development Programme

In the nomination letter, the Finnish Teacher Education Forum (MEC, 2016b) was asked to analyse research outcomes related to teacher education, to identify best practices based on teacher education strategies and policy documents in other countries, to organise a national brainstorming process related to the renewal of teacher education and, finally, to prepare a *Development Programme for Teachers' Pre- and In-service Education* (lifelong professional development) in Finland (MEC, 2016a). Furthermore, the forum was asked to identify key actions to improve teacher education and support the implementation of the development programme and to create the conditions through financing pilot projects and organising meetings for the renewal of Finnish teacher education through professional development projects.

The forum organised 12 nationwide meetings and seven local meetings during the years 2017–2019, in which teacher educators from Finnish universities and stakeholders in teacher education, including unions and regional authorities, participated. During 2017, the challenges and aims for teacher education was discussed, and during the years 2018–2019 the forum supported the work of the funded development projects and their collaboration.

The literature review, organised by the forum, introduced research outcomes related to the role of education in a society; teachers' knowledge and learning; teaching and learning in a heterogeneous classroom; the individual differences of learners; and the design and use of educational innovations, such as education technology (Husu & Toom, 2014). This review had an impact on the forum meeting discussions, and it influenced the design of the development programme.

A national web-based brainstorming process related to the renewal of teacher education was organised based on the notion that a large group of people is smarter than a few elite individuals. Such a group is also better at generating ideas, solving problems, fostering innovation and coming to wise decisions (Surowiecki, 2005). This nationwide brainstorming session also supported the implementation of the development programme: people more easily adopt a strategy if they participate in developing it. A call to participate in the web-based brainstorming process was sent to teacher educators in all Finnish universities and to all teachers and administrative employees working in the field of education at both the national and local levels. The participants were guided to generate ideas about what would be important for the future of teacher education and to evaluate and rank 10 ideas contributed by others. In the ranking, participants assigned a number from 0 to 100 to evaluate the importance of these ideas. The web-based brainstorming tool combined similar ideas for ranking. According to the participants, the most important priorities for students to learn in teacher education are learning-to-learn skills, along with interaction and collaboration skills. The competences involved in generating ideas, preparing for change, conducting

research-based action and collaborating in partnerships and networks are all needed so that teachers can participate collaboratively to develop classroom practices and culture in particular school contexts. Most



of the top-ranked skills and competences identified are needed outside the classroom. This means that in teacher education participants believe that more attention should be paid to the skills and competences needed for effective teacher collaboration.

The development programme sets out three strategic competence goals for teachers' pre- and in-service education and their continuous lifelong professional development. These competence goals do not include all the possible goals, but they highlight the direction for the development of teacher education. According to this document, a professional teacher should have, first, a broad and solid knowledge base, including knowledge about a particular subject and pedagogy, about how to accommodate diversity among learners, about collaboration and interaction, about digital and research skills, about their school's societal and business connections and about ethics. Second, a teacher should be able to generate novel ideas and educational innovation while making the local curriculum, to plan inclusive education initiatives and to design and adopt pedagogical innovations. Third, a teacher should have the competences required for the development of their own and their school's expertise, especially for the development of networks and partnerships with students, parents and other stakeholders.

In addition to strategic competence goals, the development programme included six concrete strategic action guidelines, which determined the direction for the development of teacher education and the pilot projects. The strategic guidelines were as follows:

- A teacher education programme's structure, objectives and organisation will better support the cumulative development of the competences a teacher needs in and outside the classroom. This means, for example, that the aims and structures of pre- and in-service education and induction phase will be in line.
- Teacher education will be strengthened through increasingly close collaboration, networking and building a culture of doing things together between pre- and in-service programmes, between different programmes and departments within universities and between universities themselves.
- Teacher education institutions will develop attractive teacher education with well-functioning structures and successful student admissions.
- The programmes, learning environments and teaching/learning methods used in teacher education will be improved to strengthen the development of expertise in generating ideas and pedagogical innovations.
- Strategic leadership in education providers, schools and other education institutes will be strengthened. It will be ensured that teacher education prepares teachers with capabilities for taking responsibility and participating in leadership processes.
- Training programmes and teaching/learning practices will be based on research and student teachers will learn research skills and learn to assess their practices and reflect alone and in a group on their teaching.

Development of Teacher Education Through the Development Projects

After the development programme was published in October 2016, 31 pilot projects were selected and initiated at the end of 2016. These projects were organised according to the three strategic aims or competence goals and six strategic action guidelines for the development of teacher education. Altogether, €30 million was allocated to these projects in the state budget. The pilot project organisers



gave presentations and received feedback from other participants in the forum meetings in 2017 and 2018.

During 2017 and 2018, the forum supported and will continue to support teacher education institutes to organise pilot projects according to the main development areas recognised in the development programme. The forum has twice allocated €15 million according to the proposals submitted by the Finnish universities. The development projects were requested in the following areas: a holistic view of teacher education, selection and anticipation, supporting the development of competencies needed in generating novel ideas, collaboration culture and networks, supportive leadership and research-based teacher education

The Finnish Education Evaluation Centre evaluated the implementation of the Finnish development programme for teacher education by analysing the pilot project documents, organising a survey for the pilot projects and interviewing the stakeholders and pilot project experts. According to the evaluation, the teacher education reform model prepared at the Teacher Education Forum had several strengths, such as networking and bringing together different experts and stakeholders. This networking had supported the implementation of all the strategic competence goals, including the emphasis on 21st-century competences. Most pilot projects were recognised to have a strong emphasis on community building and collaboration. The evaluation noted challenges and further targets for implementing the programme, such as creating a clear plan for supporting the achievement of the strategic competence goals, and recommended that the effectiveness of the pilot projects be monitored and evaluated during and after their completion in 2023–2024 (Niemi et al., 2018).

Discussion

In a decentralised education system, it was decided that a heterogeneous and sufficiently large group of teacher educators and stakeholders should be active in the design of a national teacher education development programme. Therefore, 70 experts from various universities and applied universities, the Ministry of Education and Culture and representatives from relevant associations were invited to participate in the programme design. The collaboration of teacher educators was supported through local and nationwide meetings, allocation of resources to pilot projects and a national web-based brainstorming process.

Decentralisation and autonomy are strongly linked to the Finnish way of interpreting the teacher and the teacher educator's professionalism. This kind of environment makes the teacher profession attractive and the operation environment friendly for teachers. Conversely, this decentralisation and autonomy make the preparation and implementation of national strategies or guidelines challenging. In order to support teacher educators in feeling ownership of the development programme and implementing it in teacher education programmes and practices, the programme was prepared collaboratively. Moreover, the implementation engaged teacher educators and relevant stakeholders through the development projects. Thus, the design and implementation of the teacher education development programme has offered and continues to offer a supportive environment for teacher educators (Müller, Norrie, Hernández, & Godson, 2010).

Consequently, the nature of the implementation and the design of the development programme has been in line with OECD recommendations (Burns & Köster, 2016). Based on Finnish experiences, some minor modifications to the supportive nature of preparing national and local curricula are suggested by Burns



and Köster (2016). At the national level, the following factors are critical for designing a new curriculum or implementing a new strategy:

- Allow enough time for designing and implementing the programme, strategy or reform;
- Engage stakeholders, such as teacher educators, education providers, university administrators and employer organisations, to design the programme, strategy or reform and implement it;
- Act in partnership with teacher unions and employer unions;
- Strive for consensus in the design and implementation;
- Use sustainable resources for the design and implementation of the programme, strategy or reform.

References

Burns, T., & Köster, F. (Eds.). (2016). *Governing education in a complex world*. (Educational Research and Innovation). Paris: OECD.

Government Publications. (2015). *Finland, a land of solutions: Strategic program of Prime Minister Juha Sipilä's government* 29 May 2015. Helsinki: Edita Prima. http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_EN_YHDISTETTY_netti.pdf/8d2e1a66-e24a-4073-8303-ee3127bfccac

Husu J., & Toom A. (2016). *Opettajat ja opettajankoulutus – suuntia tulevaan: Selvitys ajankohtaisesta opettaja- ja opettajankoulutustutkimuksesta opettajankoulutuksen kehittämisohjelman laatimisen tueksi*. [Teachers and teacher education – New directions for future: A report on current teacher education research for the Teacher Education Development Programme]. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja No. 33.

Jakku-Sihvonen, R., & Niemi, H. (Eds.). (2006). *Research-based teacher education in Finland – Reflections by Finnish teacher educators*. (Research in Educational Sciences No. 25). Turku: Finnish Educational Research Association.

Lavonen, J. (2018). Educating professional teachers in Finland through the continuous improvement of teacher education programmes. In Y. Weinberger & Z. Libman (Eds.), *Contemporary pedagogies in teacher education and development* (pp. 3–22). London: IntechOpen.

Ministry of Education and Culture (MEC). (2016a). *Opettajankoulutuksen kehittämisohjelma* [Development programme for teachers' pre- and in-service education]. https://minedu.fi/artikkeli/-/asset_publisher/opettajankoulutuksen-kehittamisohjelma-julkistettiin-opetnitelmallisesti-lapi-tyour

MEC. (2016b). *Teacher education forum*. Helsinki: Ministry of Education. http://minedu.fi/en/article/-/asset_publisher/opettajankoulutuksen-kehittamisohjelma-julkistettiin-opettajien-osaamista-kehittava-suunnitelmallisesti-lapi-tyoura

Müller, J., Norrie, C., Hernández, F., & Goodson, I. (2010). Restructuring teachers' work-lives and knowledge in England and Spain. *Compare*, 40(3): 265–77.

Niemi, H., Erma, T., Lipponen, L., Pietilä, M., Rintala, R., Ruokamo, H., Saarivirta, T., Moitus, S., Frisk, T., & Stylman V. (2018). *Maailman parhaiksi opettajiksi – Vuosina 2016–2018 toimineen Opettajankoulutusfoorumin arviointi* [The world's most competent teachers – Evaluation of the Teacher Education Forum in 2016–2018]. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. (Julkaisut No. 27). https://karvi.fi/app/uploads/2018/12/KARVI_2718.pdf

Niemi, H., Toom, A., & Kallioniemi, A. (Eds.). (2012). *Miracle of education: The principles and practices of teaching and learning in Finnish schools*. Rotterdam: Sense Publishers.



Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2012. Results in focus. What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Paris: OECD.

OECD. (2014). *Talis 2013 results: An international perspective on teaching and learning*. Paris: OECD.

Paronen, P., & Lappi, O. (2018). *Finnish teachers and principals in figures*. Helsinki: Finnish National Agency for Education. (Reports and surveys No. 4).

Simola, H. (2005). The Finnish miracle of PISA: historical and sociological remarks on teaching and teacher education. *Comparative Education*, 41, 455–470.

Surowiecki, J. (2005). *The wisdom of crowds*. New York: Anchor Books.



Redefining empirical research with/for children in health education

Graça S. Carvalho

CIEC, Institute of Education, University of Minho, Braga, Portugal

Children have been the focus of intense research nowadays. Some researchers perceive research with and about children as being just the same as the research with and about adults, other researchers see it as being entirely different, and other researchers are in between these two extremes. The way researchers perceive children and childhood has implications for the research process and affect the ways of listing them. Differences between research with adults and research with children is discussed, giving particular emphasis to issues of ethics and three important accounts: (i) Position of childhood in adult Society (PS account); (ii) Adults' Attitudes towards children (AA account); and (iii) Children Themselves (CT account). Six features characterising the differences between research with adults and research with children are discussed: (1) Diverse views about children and childhood, (2) Setting the scene; (3) Establishing a harmonious relationship; (4) Clearness of Language; (5) Research methods for children; and (6) Getting reliable answers. In short, even considering that children are socially competent actors, researchers must be critically aware of the reasons why the research with children may be, in some aspects, different from that with adults.

Involving children in research is critically important for understanding their lives, their world, their needs. Indeed, in recent years, research with children and about children has been a matter of intense literature production, often using approaches taking into account explicit children's rights (Cassidy et al., 2020). Some researchers perceive research with children as being just the same as the research with adults; other researchers see it as being entirely different, and other researchers are somewhere in between these two extremes (James et al., 1998). The crucial consequence of this is that the way researchers perceive children and childhood has implications for the research process and affect the ways of listening to their voice.

Although there is a board consensus that children's participation in research is very important to know about their lives, caution must be taken about their involvement in social 'sensitive' issues (M. A. Powell et al., 2018). Indeed, there are tensions in doing research with and about children. Some authors have found obstacles in research involving children, leading to changes or leaving behind projects, which results on children's voices being not heard (Campbell, 2008; M. Powell & Smith, 2009). In contrast, other authors assume that children should always participate in researches that refer to them (Gallacher & Gallagher, 2008; McCarry, 2012).

As school health education is concerned, ethical reflection about problematic aspects of health is of high relevance (Carvalho & Berger, 2012; Jourdan et al., 2008). The school should provide conditions for developing pupils' ethical reflection skills to contribute to make them responsible citizens, acting in an ethically responsible way (Paakkari & Paakkari, 2012). Although pedagogical approaches have been framed in schools by the questions "Why", "What" and "How", other ethical issues can be brought to



discussion, such as “When” (Paakkari & George, 2018) in terms of health topics associated to children’s age and maturity.

Bearing in mind that children are more vulnerable to the unequal power of the relationship between the adult researcher and the child participant, ethics plays a significant role in the whole of the research process with children: design, methods, participation and analysis. Therefore, when doing research with children, particularly when using child-centred methods, the researcher must engage in a critical reflection about methodological approaches which also involve ethical issues such as: (i) advantages and disadvantages of using such methods (ii) implications for data analysis, (iii) researcher’s role and personal assumptions, (iv) confidentiality, (v) informed consent (both parents and children’s consents), and access to children via gatekeepers.

In this respect, Samantha Punch (2002) has highlighted three accounts for potential differences of doing research with adults and research with children: the Position of childhood in adult Society (**PS account**), Adults’ Attitudes towards children (**AA account**), and Children Themselves (**CT account**). These three accounts (PS, AA, CT) will be analysed and discussed below.

For the **PS account** (position of childhood in adult society) it is recognised that children are marginalised in adult-centred society, as they experience unequal power relations with adults and their lives are dominated and limited by adults so that children expect adults’ power over them (Punch, 2002). This is to say that *“the adult researcher who wishes to research with children must confront generational issues”* (Mayall, 2000, p. 121).

Linked to the position of children in society, the **AA account** (adults’ attitudes towards children) is related to the fact that the adult researcher perceives children participants as being different and often have fears and express specific attitudes towards them. Researchers often think children may not provide valid and reliable information; if that happens, then it is the researcher to blame since he/she may not be using the appropriate methodology for collecting children’s data.

Thirdly, children have some inherent differences compared to adults (**CT account**): they have limited vocabulary and understanding of words, less life experience and world knowledge, as well as shorter attention span (Boyden & Ennew, 1997).

Having in mind the above three main accounts (PS, AA, CT), six main differences between research with adults and research with children are discussed below.

1. Diverse views about children and childhood

Adults were once children; they think they know what being a child is nowadays. Their perception about children and childhood is often incorrect for two main reasons, because nowadays childhood is socio-ecologically largely different than decades ago, and the perception or conceptualisation of a very distant period in one’s life may be distorted with time. In addition, adults assume they have superior knowledge and power over children, so they tend to impose their point of view. This is directly linked to the **PS account** for differences between research with adults and with children.

There is also a danger of imposing adult views when doing research with children, which is linked to the **AA account**. Finally, children may have different ways of seeing the world, which is linked to the **CT account** for differences between research with adults and with children.

In practical terms, when doing research with children, the researcher should not impose his/her perception about children and childhood; he/she should be open mind to hear children’s voice by enabling them *“to*



express themselves at the point of data-gathering; enhancing their willingness to communicate and the richness of the findings” (Hill, 1997, p. 180).

2. Setting the scene

In research with children, just like with adults, the context and setting are important to get straight answers from the inquired people. In society, adult spaces dominate, even in schools, where adults exert authority over their pupils (**PS account**). The researcher, being an adult, also tend to use his/her power when directing a query (**AA attitude**) and children tend to give the “correct” answer to please the researcher (**PS account**).

For questioning children, the researcher must take particular care in choosing spaces where children feel at ease and more comfortable to talk with adults. It does not mean to be in their own spaces as it may be seen as an invasion of their intimacy. The researcher must also make clear to children that there is not a “correct” or “wrong” answer, that they should say what they really think, without any constraint.

3. Establishing a harmonious relationship

Setting an appropriate scene for inquiring people is a good condition for building rapport between the researcher and the inquired people, being they adults or children. However, it is potentially harder with children as the researcher may find difficulties in finding common ground for building rapport and have fears of being patronising children (Harden et al., 2000; Punch, 2002). These worries are linked to both position of childhood in adult society (**PS account**) and adults’ attitudes towards children (**AA account**).

To overtake this situation, the researcher needs to develop his/her skills in building up relationships of trust with children, which is also attained with experience. An effective strategy is also to build rapport with the children’s teachers and parents (Morrow & Richards, 1996).

4. Clearness of Language

Like in research with adults, research with children also require the use of clear and unambiguous questions. The researcher always has to have in mind the target population to be inquired with questionnaires or interviews. This is especially important when working with children, who have limited vocabulary and use more straightforward language than adults (**CT account**). Therefore, the researcher must find ways to use children’s language, i.e. to find the appropriate vocabulary and grammar to communicate well with children (**AA account**).

Validation of research instruments to be used with children is a matter of great importance, to make sure that instruments are appropriate for the age level. Not only the contents but also semantics are a matter of validation, usually using another sample of children comparable to the one of the study.



5. Research methods for children

The use of appropriate research methods is a matter of great importance in any type of research, being they applied to adults or children. In the case of research with children, it is well recognised that the use of fun and child-friendly research methods make children more motivated to collaborate in the research. Punch (2002, p. 329) considers three reasons for this: “*the nature of childhood in adult society means that children tend to lack experience of adults treating them as equals*” (**PS account**); “*adults assume that children prefer fun methods, and are more competent at them, and that children have a shorter attention span*” (**AA account**); and “*younger children do have a more limited concentration span*” (**CT account**).

Furthermore, James and collaborators (1998, p. 188) refer that “*children [...] may be more used to visual and written techniques and may have different competencies*”. Therefore, task-based methods can make children at ease with the adult researcher and be more collaborative in the research process. There is a diversity of task-based methods to be used by children, being they drawings, photographs, spider diagrams, worksheets, diaries, interviews or questionnaires (Punch, 2002). The choice of methods depends on the research goal and participants’ age, gender, culture and life experience. The main thing is to respect people and take into consideration ethical issues.

6. Getting reliable answers

Children may feel some limitations for expressing their views when questioned by adults. This is due to the fact that children are potentially more vulnerable, are used to please adults and may fear adult’s reactions (**PS account**) and adults tend to dominate them (**AA account**) so that children may answer what they think the adult wants to hear (Punch, 2002). In addition, often adults claim that children can lie or give imaginary answers when asked by adults so that their answers are not reliable. However, such situations can occur with children as with adults, particularly when they want to avoid talking about painful subjects or want to say what is expected by the interviewer for fear, shame or to create favourable impressions (Gersch, 1996).

Therefore, for obtaining reliable answers, the researcher has to develop trust with the children to be interviewed, making them feel at ease and so facilitating a fluid communication where children feel happy to collaborate in the research.

Conclusion

In short, research with and about children have some similarities to the research with and about adults. However, specific differences can be found due to the position of childhood in adult society (**PS account**), adults’ attitudes towards children (**AA account**), and children themselves (**CT account**). The main point is that the researcher must be aware that children are socially competent actors but that, in some aspects, children differ from adults. Therefore, the researcher must reflect throughout the research process about ethical issues and of the reasons why the research with children may be, in some aspects, different from that with adults.



References

- Boyden, J., & Ennew, J. (1997). *Children in Focus: A Manual for Experiential Learning in Participatory Research with Children*. Rädda Barnen.
- Campbell, A. (2008). For their own good: Recruiting children to research. *Childhood*, 15, 30–49.
- Carvalho, G. S., & Berger, D. (2012). School Health Education Nowadays: Challenges and Trends. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (pp. 309–340). Sense Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8>
- Cassidy, C., Conrad, S. J., & de Figueiroa-Rego, M. J. (2020). Research with children: a philosophical, rights-based approach. *International Journal of Research and Method in Education*, 43(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2018.1563063>
- Gallacher, L. A., & Gallagher, M. (2008). Methodological immaturity in childhood research? Thinking through 'participatory methods.' *Childhood*, 15, 499–516.
- Gersch, I. (1996). Listening to Children in Educational Contexts. In R. Davie, G. Upton, & V. Varma (Eds.), *The Voice of the Child: A Handbook for Professionals* (pp. 27–48). Falmer Press.
- Harden, J., Scott, S., Backett-Milburn, K., & Jackson, S. (2000). Can't Talk, Won't Talk?: Methodological Issues in Researching Children. *Sociological Research Online*, 5(2). <http://www.socresonline.org.uk/5/2/harden.html>
- Hill, M. (1997). Participatory Research with Children. *Child and Family Social Work*, 2, 171–1783.
- James, A., Jenks, C., & Prout, A. (1998). *Theorizing Childhood*. Polity Press.
- Jourdan, D., Samdal, O., Diagne, F., & Carvalho, G. S. (2008). The future of health promotion in schools goes through the strengthening of teacher training at a global level. *Promotion & Education*, 15, 36–38. <https://doi.org/10.1177/1025382308095657>
- Mayall, B. (2000). Conversations with Children: Working with Generational Issues. In P. Christensen & A. James (Eds.), *Research with Children: Perspectives and Practices* (pp. 120–135). Falmer Press.
- McCarry, M. (2012). Who benefits? A critical reflection of children and young people's participation in sensitive research. *International Journal of Social Research Methodology*, 15(1), 55–68.
- Morrow, V., & Richards, M. (1996). The Ethics of Social Research with Children: An Overview. *Children and Society*, 10, 90–105.
- Paakkari, L., & George, S. (2018). Ethical underpinnings for the development of health literacy in schools: Ethical premises ('why'), orientations ('what') and tone ('how'). *BMC Public Health*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5224-0>
- Paakkari, L., & Paakkari, O. (2012). Health literacy as a learning outcome in schools. *Health Education*, 112(2), 133–152. <https://doi.org/10.1108/09654281211203411>
- Powell, M. A., McArthur, M., Chalmers, J., Graham, A., Moore, T., Spriggs, M., & Taplin, S. (2018). Sensitive topics in social research involving children. *International Journal of Social Research Methodology*, 21(6), 647–660. <https://doi.org/10.1080/13645579.2018.1462882>
- Powell, M., & Smith, A. B. (2009). *Children's participation rights in research*. 16, 124–142.
- Punch, S. (2002). Research with children: The same or different from research with adults? *Childhood*, 9(3), 321–341. <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0907568202009003005>



ΣΥΜΠΟΣΙΑ



Αξιοποίηση χώρων εκτός σχολείου στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών

Αναστάσιος Ζουπίδης¹, Δημήτρης Σταύρου²

ΠΤΝ Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας¹, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης²

Περίληψη

Το συμπόσιο αυτό αφορά στη διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης χώρων εκτός σχολείου στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Οι χώροι αυτοί παρέχουν πρόσθετες ευκαιρίες για μάθηση εννοιών και φαινομένων ΦΕ που σε σχολικό πλαίσιο, πολλές φορές, είναι δύσκολο να επιτευχθούν. Ωστόσο, από έρευνες διαφαίνεται ότι η αξιοποίηση τέτοιων χώρων, ακόμα και σε οργανωμένες εκπαιδευτικές επισκέψεις, εξαντλείται περισσότερο στην ψυχαγωγική διάσταση που προσφέρουν και λιγότερο στην εκμάθηση του επιστημονικού περιεχομένου. Ως εκ τούτου, το παρόν συμπόσιο προσπαθεί μέσα από ερευνητικά αποτελέσματα να θέσει προβληματισμούς για τη βέλτιστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχουν χώροι εκτός σχολείου στη διδασκαλία και μάθηση ΦΕ.

Λέξεις-κλειδιά: χώροι εκτός σχολείου, εκπαιδευτικές επισκέψεις, άτυπες μορφές μάθησης

Out-of-school learning settings in science teaching and learning

Anastasios Zoupidis¹, Dimitris Stavrou²

University of Western Macedonia¹, University of Crete²

Abstract

This symposium aims to explore the potential of incorporating out-of-school learning settings (e.g. science centers, research institutes) in science teaching and learning. Related research highlights the fact that visits in such settings are mostly focused on students' entertainment rather than the gain of scientific knowledge. Therefore, this symposium intends, through research findings of the studies that are going to be presented, to cover different dimensions of incorporating out-of-school learning settings in science education and to rise concerns regarding the optimal use of the potential out-of-school learning settings provide for science teaching and learning.

Key-words: out-of-school learning settings, science center visits, informal learning



Σύνοψη

Το συμπόσιο αυτό αφορά στη διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης χώρων εκτός σχολείου (π.χ. κέντρα επιστήμης και τεχνολογίας, ερευνητικά ινστιτούτα) στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Οι χώροι αυτοί παρέχουν πρόσθετες ευκαιρίες για μάθηση εννοιών και φαινομένων ΦΕ που σε σχολικό πλαίσιο, πολλές φορές, είναι δύσκολο να επιτευχθούν. Παρόλα αυτά, από έρευνες διαφαίνεται ότι η αξιοποίηση τέτοιων χώρων, ακόμα και σε οργανωμένες εκπαιδευτικές επισκέψεις, εξαντλείται περισσότερο στην ψυχαγωγική διάσταση που προσφέρουν και λιγότερο στην εκμάθηση του επιστημονικού περιεχομένου. Ως εκ τούτου, το παρόν συμπόσιο προσπαθεί μέσα από ερευνητικά αποτελέσματα να θέσει προβληματισμούς για τη βέλτιστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχουν χώροι εκτός σχολείου στη διδασκαλία και μάθηση ΦΕ.

Οι εργασίες που θα παρουσιαστούν στο συμπόσιο καλύπτουν επομένως διαφορετικές διαστάσεις αξιοποίησης των χώρων εκτός σχολείου στη διδασκαλία των ΦΕ. Η πρώτη παρουσίαση *«Αντιλήψεις εκπαιδευτικών και μουσειοπαιδαγωγών για τις διερευνητικές πρακτικές στην εκπαίδευση: το αποτύπωμα μιας από κοινού επιμόρφωσης»* αναφέρεται στην από κοινού επιμόρφωση εκπαιδευτικών και μουσειοπαιδαγωγών στο πλαίσιο ενός Ευρωπαϊκού προγράμματος Tinkering. Η δεύτερη παρουσίαση **«Μελέτη της μάθησης επιστημονικού περιεχομένου από μαθητές κατά την αλληλεπίδραση τους με εκθέματα σε κέντρο επιστήμης»** διερευνά το βαθμό μάθησης του επιστημονικού περιεχομένου από μαθητές Δημοτικού κατά την αλληλεπίδραση τους με τα εκθέματα ενός κέντρου επιστήμης κατά την διάρκεια μιας σχολικής επίσκεψης σε κέντρο επιστήμης στη Γερμανία. Η τρίτη παρουσίαση *«Αξιοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων σε ερευνητικό κέντρο για την προσέγγιση θεμάτων έρευνας αιχμής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»* σκοπό έχει να αναδείξει τον βαθμό στον οποίο οι εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αξιοποιούν την επίσκεψη σε ένα ερευνητικό κέντρο (συγκεκριμένα στο Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας - ΙΤΕ - στην Κρήτη) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και πιο συγκεκριμένα σε θέματα που βρίσκονται στην αιχμή της έρευνας. Τέλος, η τέταρτη παρουσίαση *«Τεχνουργήματα μαθητών σχετικά με τη νανοτεχνολογία στο πλαίσιο μιας σύμπραξης μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης»* διαπραγματεύεται την οπτική μαθητών και των τριών βαθμίδων για τη νανοτεχνολογία, όπως αυτή εκφράζεται μέσα από τεχνουργήματα που ανέπτυξαν οι ίδιοι οι μαθητές αξιοποιώντας διδασκαλία σε τάξη αλλά και επισκέψεις/αλληλεπιδράσεις με κέντρα επιστήμης και ερευνητικά κέντρα.



Αξιοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων σε ερευνητικό κέντρο για την προσέγγιση θεμάτων έρευνας αιχμής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα σκοπεύει να αναδείξει το βαθμό στον οποίο εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αξιοποιούν την επίσκεψη σε ένα ερευνητικό κέντρο, στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και ειδικότερα σε θέματα έρευνας αιχμής. Αρχικά μελετήθηκαν τα υπάρχοντα εκπαιδευτικά προγράμματα του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ), ενώ σε δεύτερη φάση συγκροτήθηκαν κοινότητες μάθησης αποτελούμενες από εκπαιδευτικούς, ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ και ερευνητές του ΙΤΕ, με σκοπό τη συνδιαμόρφωση μίας εκπαιδευτικής επίσκεψης, που θα στοχεύει στην αποτελεσματικότερη διδακτική αξιοποίησή της. Στην εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης, που αναδεικνύουν την ανάγκη βελτίωσης του υπάρχοντος εκπαιδευτικού προγράμματος.

Λέξεις-κλειδιά: εκπαιδευτική επίσκεψη, ερευνητικό κέντρο, άτυπη εκπαίδευση.

Study of school visits in a research center for Science teaching on cutting-edge research topics

Kalliopi Giannakoudaki, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

This study aims to point out how Secondary education teachers take advantage of a visit to a research center, so as to teach cutting-edge research topics. During the first phase of the research, the existing educational programs of the Foundation of Research and Technology in Hellas (FORTH) were studied, while at the second phase of the study, two Communities of Learners (CoL), composed of teachers, researchers of FORTH and Science Education researchers, were formed. The aim of each CoL is to design the school visits at FORTH in such a way so that cognitive benefits for the students are optimized.

Keywords: school visit, research center, informal education.



1. Εισαγωγή

Η μάθηση στο σύνολό της αποτελεί μία σωρευτική διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει συνδέσεις μεταξύ όλων των μαθησιακών εμπειριών με τις οποίες έρχονται οι μαθητές σε επαφή κατά τη διάρκεια της ζωής τους, είτε στο πλαίσιο του τυπικού εκπαιδευτικού συστήματος, είτε έξω από αυτό (Dierking et al. 2003). Ειδικά τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαίδευση που μπορεί να λάβει χώρα σε οργανωμένους χώρους της επιστήμης εκτός σχολείου, όπως για παράδειγμα μουσεία επιστημών, ερευνητικά κέντρα, ενυδρεία, κ.ά., καθώς αναγνωρίζεται βιβλιογραφικά από πολλές μελέτες η δυνατότητα να παρέχουν πολλά οφέλη στους επισκέπτες τους, τόσο σε γνωστικό όσο και σε συναισθηματικό επίπεδο (Dewitt & Storksdieck 2008). Ένας τέτοιος χώρος, εκτός του ότι συμβάλλει στην αλλαγή της καθημερινής σχολικής ρουτίνας (Καριώτογλου 2003), μπορεί να διεγείρει το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών και να αποτελέσει κίνητρο για περαιτέρω ενασχόληση με τις ΦΕ, πολύ περισσότερο σε σχέση με τη διδασκαλία στην τάξη (Pedretti 2002).

Προκειμένου όμως να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν για τους μαθητές όχι μόνο σε συναισθηματικό, αλλά και σε γνωστικό επίπεδο, ο εκπαιδευτικός πρέπει να λάβει υπόψη του ένα πλήθος παραγόντων, αναδεικνύοντας έτσι την ιδιαίτερη σημασία του ρόλου του. Για παράδειγμα, προτείνεται στους εκπαιδευτικούς να έχουν εξοικειωθεί οι ίδιοι με τον χώρο πριν από την επίσκεψη, να έχουν ενημερώσει τους μαθητές τους για τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα και να έχουν σχεδιάσει δραστηριότητες πριν και μετά την επίσκεψη που να αξιοποιούν την μοναδικότητα του χώρου σε συνδυασμό με το αναλυτικό πρόγραμμα (Dewitt & Storksdieck 2008).

Έναν ιδιαίτερο χώρο μη τυπικής μάθησης αποτελούν τα ερευνητικά κέντρα, καθώς συνιστούν ένα μοναδικό περιβάλλον όπου ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να έρθει σε επαφή με την επιστήμη εν τη γενέσει της και με θέματα που βρίσκονται στην αιχμή της έρευνας. Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με το ότι οι συγκεκριμένοι χώροι δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς (Neresini et al. 2009) και ειδικά από την πλευρά των εκπαιδευτικών, αναδεικνύει την ανάγκη μελέτης των επισκέψεων σε τέτοιους χώρους με την παρούσα έρευνα να εστιάζεται σε δύο άξονες. Ο πρώτος άξονας περιλαμβάνει την καταγραφή των υπαρχόντων εκπαιδευτικών προγραμμάτων στο Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) και στοχεύει στην μελέτη του τρόπου σχεδιασμού και υλοποίησής τους. Ο δεύτερος άξονας στοχεύει στην μελέτη του τρόπου αξιοποίησης μίας εκπαιδευτικής επίσκεψης από τους εκπαιδευτικούς Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με τέτοιο τρόπο ώστε να εναρμονίζεται η νέα επιστημονική γνώση με τα υπάρχοντα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ), με απώτερο στόχο η επίσκεψη των μαθητών στο ερευνητικό κέντρο να μην έχει μόνο ψυχαγωγικό χαρακτήρα, αλλά και εκπαιδευτικό.

Επομένως, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας να διατυπώνονται ως εξής:

- α) Ποιες αρχές λαμβάνονται υπόψη και πως αυτές υλοποιούνται/μετασχηματίζονται σε εκπαιδευτικό πρόγραμμα ενός ερευνητικού κέντρου;
- β) Πώς οι εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αξιοποιούν μία επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου;

2. Μεθοδολογία

Θεωρητικό Μεθοδολογικό Πλαίσιο

Ως θεωρητικό μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας χρησιμοποιείται το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (MER, Duit et al. 2012), το οποίο αποτελείται από τρία στενά αλληλεπιδρώντα μεταξύ τους



μέρη: α) την έρευνα πάνω στις αντιλήψεις και την οπτική των μαθητών, β) την αποσαφήνιση και ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου και γ) τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση του μαθησιακού περιβάλλοντος. Το μοντέλο αυτό είναι αρκετά ευέλικτο, έτσι ώστε να προσαρμοστεί και σε μη τυπικά περιβάλλοντα μάθησης, τα οποία χαρακτηρίζονται από την απουσία συγκεκριμένων αναλυτικών ΠΣ, όπως αυτά της παρούσας έρευνας. Σε αυτή βέβαια την περίπτωση, το μοντέλο πρέπει να διαφοροποιηθεί και να εμπλουτιστεί σε κάποιο βαθμό, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη δημιουργία σαφών διδακτικών στόχων για την εκπαιδευτική επίσκεψη (Laherto 2013) και παίρνει την παρακάτω μορφή (σχήμα 1).

Η διαδικασία για τον σχεδιασμό του μαθησιακού περιβάλλοντος, που καταλαμβάνει το μεσαίο τμήμα του σχήματος, αποτελείται από τέσσερα βήματα για επισκέψεις σε χώρους άτυπης μάθησης, καθένα από τα οποία αλληλεπιδρά και επηρεάζεται με τα άλλα δύο τμήματα του σχήματος. Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα έρευνα ο αρχικός σκοπός καθορίζεται από το ΙΤΕ. Στη συνέχεια, αφενός λαμβάνονται υπόψη τα ενδιαφέροντα και οι απόψεις των επισκεπτών του, δηλαδή των εκπαιδευτικών και των μαθητών τους, και αφετέρου λαμβάνει χώρα η διασάφηση του επιστημονικού περιεχομένου στους εκπαιδευτικούς και η ανάλυση της εκπαιδευτικής του σημασίας, προκειμένου να καθοριστούν οι στόχοι της επίσκεψης. Ακολουθεί ο σχεδιασμός της επίσκεψης, ο οποίος περιλαμβάνει και μια σειρά δραστηριοτήτων για τους μαθητές μέσα στην τάξη, τόσο πριν όσο και μετά την επίσκεψή τους στο ΙΤΕ, με βάση τις έρευνες πάνω στη διδακτική του επιστημονικού περιεχομένου της επίσκεψης, αλλά και σχετικά με έρευνες για την μάθηση σε μη τυπικά περιβάλλοντα μάθησης. Στη συνέχεια, υλοποιούνται από τα σχολεία οι εκπαιδευτικές επισκέψεις, όπου θα αξιολογηθούν τόσο κατά τη φάση του σχεδιασμού, όσο και κατά τη φάση υλοποίησής τους.

A' Φάση της έρευνας

Η πρώτη φάση της έρευνας αποσκοπεί στην καταγραφή και τη μελέτη των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που υλοποιήθηκαν στο ΙΤΕ κατά το διδακτικό έτος 2016-2017. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη φάση περιλάμβανε την παρατήρηση συνολικά 11 σχολείων (7 ΓΕΛ, 2 ΕΠΑΛ και 2 Πειραματικά Λύκεια) που επισκέφθηκαν το ίδρυμα κατά τη συγκεκριμένη περίοδο, βασισμένη στις εννέα αρχές/διαστάσεις για παρατήρηση σε εξωσχολικούς χώρους μάθησης, όπως αυτές καθορίστηκαν από τους Sajons και Komorek (2018), στο πλαίσιο του προγράμματος "GINT-Lernen in informellen Räumen" που υλοποιείται από το Πανεπιστήμιο του Oldenburg στη Γερμανία. Πιο συγκεκριμένα, η παρατήρηση περιελάμβανε τις εξής διαστάσεις: σκοπιμότητα του εκπαιδευτικού προγράμματος, προγενέστερες γνώσεις των μαθητών, προσανατολισμό των δραστηριοτήτων, προσανατολισμό στην κατανόηση κάποιου συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου ή ενός ευρύτερου πλαισίου, εξωτερικό έλεγχο/καθοδήγηση των μαθητών, αυτοαντίληψη της αποτελεσματικότητας, προσανατολισμό προς το ΠΣ, πολυπρισματικότητα στην προσέγγιση της γνώσης και τον ρόλο τόσο του προσωπικού του κέντρου, όσο και των ίδιων των εκπαιδευτικών. Προκειμένου να εμπλουτιστούν τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με τους 13 συνοδούς εκπαιδευτικούς, βασισμένες στα άρθρα των Cox-Peterson et al. (2003) και Griffin & Simington (1997), ενώ για την ανάλυσή τους εφαρμόστηκε ανοιχτή κωδικοποίηση, με βάση την καταμέτρηση των συχνότητων των απαντήσεων.

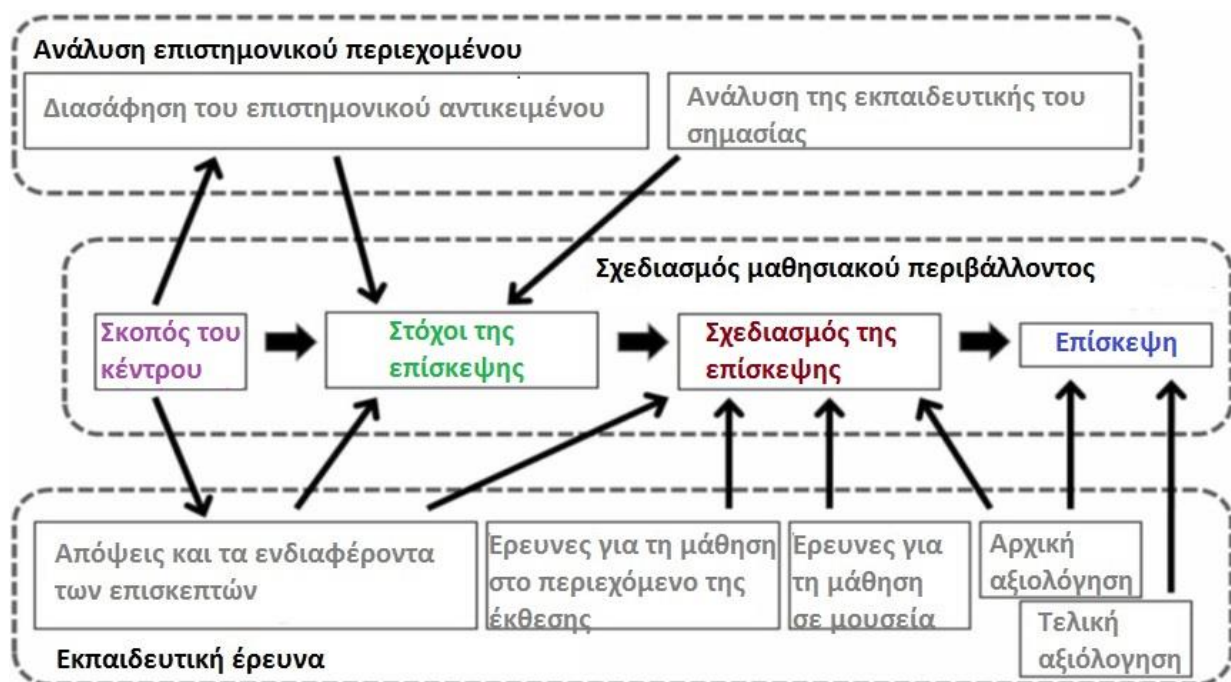
B' Φάση της έρευνας

Στη δεύτερη φάση της έρευνας, η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη, συμμετέχουν 10 εκπαιδευτικοί της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης από διάφορα σχολεία των νομών Ηρακλείου και Ρεθύμνου και οι οποίοι έχουν συγκροτηθεί σε 2 ομάδες – κοινότητες μάθησης, αποτελούμενες όχι μόνο από τους ίδιους, αλλά και από ερευνητές του ΙΤΕ, καθώς και ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ. Στόχος της κάθε κοινότητας μάθησης είναι η συνδιαμόρφωση ενός εκπαιδευτικού προγράμματος στο ΙΤΕ σε δύο περιοχές της



σύγχρονης έρευνας, με απώτερο στόχο τη βέλτιστη διδακτική αξιοποίηση της εκπαιδευτικής επίσκεψης στο ερευνητικό κέντρο. Το αντικείμενο της πρώτης ομάδας είναι η σύγχρονη έρευνα που πραγματοποιείται στο ΙΤΕ στον τομέα των καινοτόμων ιδιοτήτων των πολυμερικών και φωτοκαταλυτικών νανοϋλικών, ενώ αντίστοιχα η δεύτερη ομάδα ασχολείται με την πολυφασματική απεικόνιση και οπτική τομογραφία.

Σχήμα 1: Προτεινόμενη διαδικασία για τον σχεδιασμό επισκέψεων σε μη τυπικά περιβάλλοντα μάθησης, με βάση το MER (Laherto 2013)



Πιο συγκεκριμένα, στη δεύτερη φάση ο σχεδιασμός ακολουθεί τις παρακάτω διαστάσεις: α) ενημέρωση εκπαιδευτικών σε θέματα επιστημονικού περιεχομένου από τους ερευνητές του ΙΤΕ στις επιλεγμένες περιοχές της σύγχρονης έρευνας, β) επιμόρφωση σε θέματα Διδακτικής από ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ που αφορούν στα συγκεκριμένα θέματα αλλά και στην αξιοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων, γ) συνδιαμόρφωση της εκπαιδευτικής επίσκεψης μαζί με τους ερευνητές του ΙΤΕ, δ) σχεδιασμός και υλοποίηση διδακτικής ενότητας από τους εκπαιδευτικούς στην τάξη τους με ένταξη της εκπαιδευτικής επίσκεψης στο ΙΤΕ. Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη φάση είναι μαγνητοφώνηση όλων των συναντήσεων των κοινοτήτων μάθησης, συνεντεύξεις με τους εκπαιδευτικούς και τους ερευνητές του ΙΤΕ, καθώς και ερωτηματολόγια για τους μαθητές των σχολείων.

3. Αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την πρώτη φάση της έρευνας καθώς η ανάλυση των δεδομένων της δεύτερης φάσης βρίσκεται σε αυτό το στάδιο σε εξέλιξη.



Με βάση λοιπόν τις εννέα αρχές/διαστάσεις που προσδιορίστηκαν προηγουμένως, η παρατήρηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων των σχολείων στο ΙΤΕ, οδήγησε στα ακόλουθα:

- α) ο σκοπός του εκπαιδευτικού προγράμματος καθορίζεται αποκλειστικά από το προσωπικό του κέντρου, χωρίς όμως να διατυπώνεται με σαφήνεια στους εκπαιδευτικούς ή στους μαθητές,
- β) σε κάποιες δραστηριότητες ζητούνται προγενέστερες γνώσεις των μαθητών,
- γ) δεν υπάρχει κάποιος προσανατολισμός στις δραστηριότητες που ακολουθούν οι μαθητές, καθώς δεν σχετίζονται μεταξύ τους,
- δ) στόχος της επίσκεψης είναι η κατανόηση ενός γενικότερου πλαισίου,
- ε) η καθοδήγηση των μαθητών είναι στενή, καθώς δεν υπάρχουν περιθώρια αυτενέργειας,
- στ) υπάρχει ανατροφοδότηση στις απορίες των μαθητών,
- ζ) το πρόγραμμα δεν προσανατολίζεται στο βασικό ΠΣ των μαθητών,
- η) τονίζεται η σημασία της διεπιστημονικότητας στην προσέγγιση της γνώσης και
- θ) το προσωπικό του κέντρου είναι ενθαρρυντικό και υποστηρικτικό σε απορίες των μαθητών, ενώ ο ρόλος των συνοδών εκπαιδευτικών περιορίζεται σε μία χαλαρή συμμετοχή.

Συγχρόνως, οι συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών έδωσαν αρκετά ενδιαφέροντα αποτελέσματα, τα οποία συνοψίζονται ως εξής:

- α) οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ως σκοπό της επίσκεψης να έρθουν οι μαθητές τους σε μία πρώτη επαφή με το ερευνητικό κέντρο και με θέματα που βρίσκονται στην αιχμή της έρευνας, να συνομιλήσουν με τους ερευνητές, να βοηθηθούν στον επαγγελματικό τους προσανατολισμό, να εμπνευστούν από τη συγκεκριμένη επίσκεψη, ενώ επίσης, κάποιιοι εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι ήταν επιθυμία των ίδιων των μαθητών τους. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ελάχιστοι εκπαιδευτικοί ανέφεραν κάποιο σκοπό σχετικό με μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου,
- β) 50% των εκπαιδευτικών δεν είχαν προετοιμάσει καθόλου τους μαθητές τους για την επίσκεψη, ενώ όσοι το είχαν κάνει, τους είχαν ενημερώσει γενικά για το Ίδρυμα,
- γ) 80% των εκπαιδευτικών δεν θα υλοποιήσουν μετά την επίσκεψη κάποιες σχετικές δραστηριότητες μέσα στην τάξη, ενώ οι υπόλοιποι ανέφεραν ότι θα κάνουν μία κουβέντα και
- δ) 70% των εκπαιδευτικών ανέφεραν ότι δεν υπήρχε σύνδεση της επίσκεψης με ό,τι είχαν πρόσφατα διδαχθεί οι μαθητές τους.

Επίσης, μέσα από τις συνεντεύξεις προκύπτουν αρκετές προτάσεις για βελτίωση του εκπαιδευτικού προγράμματος, όπως: οι δραστηριότητες να είναι πιο βιωματικές, τα θέματα να είναι πιο κοντά στα ενδιαφέροντα των μαθητών, να υπάρχει μία ενημέρωση των μαθητών πριν από την επίσκεψη, οι ομάδες των μαθητών να είναι μικρότερες και η διάρκεια της επίσκεψης μεγαλύτερη.

4. Συμπεράσματα

Με βάση τις εκπαιδευτικές επισκέψεις των σχολείων στο ερευνητικό κέντρο αναδεικνύεται για μία ακόμα φορά η ανάγκη σύγκλισης ανάμεσα στην τυπική και τη μη τυπική εκπαίδευση, που θα έχει σαν απώτερο στόχο τα μέγιστα διδακτικά οφέλη για τους μαθητές. Προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να συμβάλει η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της α΄ φάσης της παρούσας έρευνας. Συγχρόνως, αυτό που



επιχειρείται, κατά τη β' φάση της έρευνας, είναι η συνδιαμόρφωση της εκπαιδευτικής επίσκεψης από τους ερευνητές του κέντρου και τους εκπαιδευτικούς Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Αυτή η διαδικασία, εστιάζεται ιδιαίτερα στον ρόλο των εκπαιδευτικών και αναμένεται να εμπλουτίσει την υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τις διαδικασίες και τον βαθμό στον οποίο οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν μία εκπαιδευτική επίσκεψη σε έναν χώρο μη τυπικής μάθησης.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα υλοποιείται στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος IKYDA 2018-2020 (πρόγραμμα προώθησης ανταλλαγών και επιστημονικής συνεργασίας Ελλάδας-Γερμανίας υπό την αιγίδα του Ι.Κ.Υ. και της Γερμανικής Υπηρεσίας Ακαδημαϊκών Ανταλλαγών), με τίτλο «Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ τυπικών και άτυπων περιβαλλόντων μάθησης», σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

5. Βιβλιογραφία

Καριώτογλου, Π. (2003). Επισκέψεις μαθητών σε Επιστημονικά και Τεχνολογικά Μουσεία: διδακτικές και ερευνητικές όψεις. Στο Α. Μαργετουσάκη και Π. Μιχαηλίδης (Επιμ.), *3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο στη Διδακτική ΦΕ και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 9-11 Μαΐου 2002* (σελ. 45-51).

Cox-Peterson, A., Marsh, D., Kisiel, J. & Melber, L. (2003). Investigation of Guided School Tours, Student Learning, and Science Reform Recommendations at Museum of Natural History. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), 200-218.

Dewitt, J. & Storksdieck, M. (2008). A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.

Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L., Anderson, D. & Ellenbogen, K. (2003). Policy statement of the "informal science education" ad hoc committee. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 108-111.

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *The World of Science Education: Science Education Research and Practice in Europe* (pp. 13-37). Rotterdam: Sense Publishers.

Griffin, J. & Simington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81, 763-779.

Laherto, A. (2013). Informing the Development of Science Exhibitions Through Educational Research. *International Journal of Science, Part B*, 3(2), 121-143.

Neresini, F., Dimopoulos, K., Kallfass, M. and Peters, H.P. (2009) "Exploring a Black Box: Cross-national Study of Visit Effects on Visitors to Large Physics Research Centers in Europe," *Science Communication*, 30(4): 506–33.

Pedretti, E. (2002). T. Kuhn meets T. Rex: Critical conversations and new directions in science centres and science museums. *Studies in Science Education*, 37, 1-42.



Sajons, C. & Komorek, M. (2018). Charakterisierung von Schuelerangeboten als Grundlage zur Analyse von Angebot-Nutzungs-Prozesse. In: P. Gautschi, A. Rempfler, B.S. Haeller & M. Wilhelm (Eds.) *Aneignungspraktiken an ausserschulischen Lernorten* (pp. 259-270). Zurich: Lit Verlag



Αντιλήψεις εκπαιδευτικών και μουσειοπαιδαγωγών για τις διερευνητικές πρακτικές στην εκπαίδευση: το αποτύπωμα μιας από κοινού επιμόρφωσης

Μαρία Καρνέζου¹, Αναστάσιος Ζουπίδης²

*Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας¹, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας²*

Περίληψη

Η εκπαίδευση για τις επιστήμες STEM έχει αποκτήσει σημαντική θέση στον χώρο της σχολικής καθώς και της μη τυπικής εκπαίδευσης. Κατ' επέκταση, ο ρόλος του εκπαιδευτικού και του μουσειοπαιδαγωγού αποκτά έναν κοινό τρόπο θέασης και βρίσκεται στο επίκεντρο σε αρκετά Ευρωπαϊκά προγράμματα. Σε μια μικρής κλίμακας έρευνα, μελετήσαμε δυο εκπαιδευτικούς και δυο μουσειοπαιδαγωγούς, οι οποίοι στο πλαίσιο ενός Ευρωπαϊκού προγράμματος παρακολούθησαν μαζί ένα σεμινάριο σχετικά με την παιδαγωγική προσέγγιση Tinkering. Αναζητήσαμε τις αντιλήψεις τους για τις διδακτικές πρακτικές τους και για το γεγονός της κοινής τους επιμόρφωσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα διαμορφώσουν τον σχεδιασμό των επόμενων σταδίων της.

Λέξεις-κλειδιά: εκπαιδευτικοί, μουσειοπαιδαγωγοί, κοινή επιμόρφωση, αντιλήψεις διδακτικών πρακτικών

Teachers and museum educators' views about inquiry practices: the impact of a joined professional development course

Maria Karnezou¹, Anastasios Zoupidis²

NOESIS – Thessaloniki Science Center and Technology Museum¹, School of Education University of Western Macedonia²

Abstract

STEM education has gained special attention both in formal and non-formal education. Therefore, both teachers and museum facilitators' roles are viewed with a common lens and are in the heart of a number of EU funded programs. In a small-scale research, we studied two Greek science teachers and two museum facilitators who shared a joined professional development course on the Tinkering approach in the context of an EU funded program. We looked for their views about their teaching practices and the joined course. The outcomes of the research will determine the following steps.

Keywords: teachers, museum educators, joined professional development, views about teaching practices



1. Εισαγωγή

Η εκπαίδευση για τις επιστήμες STEM (Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), Τεχνολογία, Μηχανική, Μαθηματικά) έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια σημαντική θέση τόσο στον χώρο της σχολικής εκπαίδευσης, όσο και στον χώρο της αντίστοιχης μη τυπικής. Περιβάλλοντα όπως μουσεία, κέντρα φυσικών επιστημών, βοτανικοί κήποι, εργοστάσια, κ.ά., αποτελούν χώρους όπου οι μαθητές, στο πλαίσιο οργανωμένων σχολικών επισκέψεων, μπορούν να καλλιεργήσουν και να αναπτύξουν ενδιαφέρον για τη μάθηση και τις επιστήμες ειδικότερα, και να εμπλακούν σε διαδικασίες διερεύνησης (NRC 2009). Ο χειρισμός εκθεμάτων, η παρατήρηση, η διατύπωση ερωτήσεων, η πρόβλεψη, η διατύπωση συμπερασμάτων και η επιχειρηματολογία είναι διαδικασίες διερεύνησης, που έχουν παρατηρηθεί σε αυτά τα περιβάλλοντα (NRC 2009). Γενικότερα, η υιοθέτηση καινοτομικών προγραμμάτων διερευνητικού χαρακτήρα είναι ευκολότερη σε χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης, λόγω του μη τυπικού και μη αξιολογικού χαρακτήρα της εκπαίδευσης (Kisiel 2013).

Σε αυτό το πλαίσιο, τόσο ο ρόλος του εκπαιδευτικού όσο και του μουσειοπαιδαγωγού αποκτούν έναν κοινό τρόπο θέασης και βρίσκονται στο επίκεντρο σε αρκετά Ευρωπαϊκά προγράμματα (Tinkering EU 2017, Science Inspired 2018). Οι δυο αυτές ομάδες επαγγελματιών καλούνται να φέρουν τους μαθητές κοντά στις επιστήμες STEM, προκαλώντας το ενδιαφέρον τους μέσα από την υιοθέτηση καινοτόμων πρακτικών στην τάξη και στο μουσείο.

Μεγάλος αριθμός ερευνών έχουν διερευνήσει πολλές πτυχές σχετικά με τις πρακτικές των εκπαιδευτικών και ιδιαίτερα τη σχέση τους με τη διερεύνηση ως διδακτική προσέγγιση (Buehl & Beck 2014). Από την άλλη, υπάρχει πολύ περιορισμένος αριθμός ερευνών σχετικά με τις πρακτικές των μουσειοπαιδαγωγών. Στα περιβάλλοντα μη τυπικής μάθησης, οι μουσειοπαιδαγωγοί είναι τα άτομα τα οποία υλοποιούν τα εκπαιδευτικά προγράμματα σύμφωνα με την εκπαιδευτική ατζέντα του φορέα στον οποίο εργάζονται (Tran 2008) και έχουν καθοριστικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές εμπλέκονται και καλλιεργούν τις παραπάνω διαδικασίες (NRC 2009, Astor-Jack et al. 2007).

Ωστόσο, μολονότι τα περιβάλλοντα μη τυπικής εκπαίδευσης μπορούν να διευρύνουν τις δυνατότητες γύρω από τη μάθηση των ΦΕ πέρα από αυτές του σχολείου, οι σχολικές επισκέψεις σε αυτά τα περιβάλλοντα σπάνια εκμεταλλεύονται τις μοναδικές ευκαιρίες μάθησης και έχουν χαρακτηριστικά τυπικής εκπαίδευσης, η οποία πραγματοποιείται σε ένα μη τυπικό περιβάλλον (DeWitt & Storksdiack 2008, Kisiel 2005). Ο βασικός λόγος για αυτό, συνδέεται με τους τρόπους που οι εκπαιδευτικοί και οι μουσειοπαιδαγωγοί αντιλαμβάνονται και υιοθετούν μοντέλα μάθησης στο μουσείο.

Εκτεταμένη βιβλιογραφία σχετικά με την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και των μουσειοπαιδαγωγών περιγράφει με λεπτομέρειες πόσο δύσκολη είναι για αυτούς η διαδικασία να απομακρυνθούν από τον τρόπο με τον οποίο διδάχθηκαν (Bevan & Xanthoudaki 2008). Ταυτόχρονα, στις σχετικές έρευνες διαπιστώθηκε ότι η εμπλοκή τόσο των εκπαιδευτικών (Buehl & Beck 2014) όσο και των μουσειοπαιδαγωγών (Bevan & Xanthoudaki 2008) σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα με χαρακτηριστικά καθοδηγούμενης ή/και ανοιχτής διερεύνησης επηρεάζει τις αντιλήψεις τους για τη μάθηση, στο σχολείο ή/και στο μουσείο αντίστοιχα, και τους βοηθάει να αντιληφθούν τη διαδικασία της μάθησης ως μια διαδικασία, που συντελείται με την ενεργό συμμετοχή του μαθητή.

Στην κατεύθυνση αυτή, τεχνοεπιστημονικά μουσεία και science centers, στο πλαίσιο Ευρωπαϊκών προγραμμάτων (Tinkering EU 2017, Science Inspired 2018), αναπτύσσουν καινοτόμες πρωτοβουλίες επιμόρφωσης εκπαιδευτικών και μουσειοπαιδαγωγών πάνω σε διδακτικές προσεγγίσεις, οι οποίες προβάλλουν τα χαρακτηριστικά της διερεύνησης.



Στην παρούσα μελέτη, διερευνήσαμε τις αντιλήψεις δύο εκπαιδευτικών και δύο μουσειοπαιδαγωγών για τις διδακτικές τους πρακτικές, πριν και μετά από ένα σεμινάριο σχετικά με τη διερευνητική παιδαγωγική προσέγγιση Tinkering (Tinkering EU 2017).

Το Tinkering είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση, η οποία μεί μαθητές σε επιστήμες STEM με πρακτικό τρόπο και προωθεί το motto “σκέψου με τα χέρια σου», δηλ., δραστηριοποίησου και πειραματίσου με εργαλεία και υλικά.

Επιπλέον, καταγράψαμε τις απόψεις τους για την από κοινού επιμόρφωσή τους και κατ’ επέκταση για το αντίκτυπο της συνεργασίας τους στο πλαίσιο τέτοιων προγραμμάτων.

2. Μεθοδολογία

Στην έρευνά μας εστίασαμε στις απόψεις δύο εκπαιδευτικών και δύο μουσειοπαιδαγωγών. Οι δυο εν ενεργεία εκπαιδευτικοί που επιλέχθηκαν, έχουν προϋπηρεσία (10 – 19 χρόνια) στη διδασκαλία των ΦΕ και της Τεχνολογίας στη Βθμια εκπαίδευση. Οι συγκεκριμένοι επιλέχθηκαν, καθώς εδώ και χρόνια υπάρχει ένα πλαίσιο συνεργασίας μεταξύ των σχολείων τους και του ΝΟΗΣΙΣ. Οι δυο μουσειοπαιδαγωγοί είναι Φυσικοί και εργάζονται στο ΝΟΗΣΙΣ περίπου 7 χρόνια, πραγματοποιώντας ξεναγήσεις και υλοποιώντας ποικίλα εκπαιδευτικά προγράμματα.

Ως ερευνητικό εργαλείο επιλέξαμε την ημιδομημένη συνέντευξη. Συγκεκριμένα, αναπτύξαμε ένα πρωτόκολλο ανοιχτών ερωτήσεων (δες Παράρτημα) σχετικά με τις απόψεις των συμμετεχόντων για τη διερεύνηση και τις διδακτικές πρακτικές τους στο σχολείο και στο μουσείο, καθώς και για τις αντιλήψεις τους για την κοινή επιμόρφωση.

Μια εβδομάδα πριν από το σεμινάριο και αφού είχαν μελετήσει όλοι τους ένα σύντομο οδηγό σχετικά με την προσέγγιση Tinkering, πραγματοποιήθηκαν οι αρχικές ημιδομημένες συνεντεύξεις. Ταυτόχρονα, τους ζητήθηκε να κρατήσουν σημειώσεις στη διάρκεια της επιμόρφωσης, εστιάζοντας στον αναστοχασμό, ο οποίος ήταν μια διαδικασία που συμπεριλαμβάνονταν στην καθημερινή ατζέντα του σεμιναρίου.

Μετά το σεμινάριο, πραγματοποιήσαμε μια ημιδομημένη συνέντευξη με τον καθένα τους, αναζητώντας πιθανές διαφοροποιήσεις σχετικά με τις απαντήσεις, που έδωσαν πριν από την επιμόρφωση.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με βάση την Θεμελιωμένη θεωρία (Strauss & Corbin, 1990). Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων αφορούσαν τις εξής τρεις θεματικές περιοχές: Αποδοχή της προσέγγισης Tinkering, Διερεύνηση στην πράξη και Κοινό πρόγραμμα επιμόρφωσης για εκπαιδευτικούς και μουσειοπαιδαγωγούς.

3. Αποτελέσματα

Παρακάτω, παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα για κάθε μία από τις τρεις θεματικές περιοχές που αναφέρονται στην προηγούμενη ενότητα.



Αποδοχή της προσέγγισης Tinkering

Μετά την ολοκλήρωση της επιμόρφωσης οι, μεν, εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη γνωριμία με την εκπαιδευτική προσέγγιση Tinkering ως μια πρόκληση για το πώς θα μπορούσαν να την ενσωματώσουν στις πρακτικές τους στην τάξη. Οι, δε, μουσειοπαιδαγωγοί εντοπίζουν κοινά σημεία ανάμεσα σε αυτή την προσέγγιση και τις δικές τους πρακτικές, όταν υλοποιούν εκπαιδευτικά προγράμματα στο μουσείο.

Διερεύνηση στην πράξη

Τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μουσειοπαιδαγωγοί μετά την επιμόρφωση θεωρούν ότι διερευνητικές πρακτικές σαν αυτές που αναπτύχθηκαν στο σεμινάριο είναι πιο εύκολο να εφαρμοστούν στο περιβάλλον του μουσείου παρά στο περιβάλλον του σχολείου, σε συμφωνία με τον Kisiel (2013).

Κοινό πρόγραμμα επιμόρφωσης για εκπαιδευτικούς και μουσειοπαιδαγωγούς

Και οι δυο ομάδες, εκπαιδευτικοί και μουσειοπαιδαγωγοί, αντιμετωπίζουν την κοινή επιμόρφωση ως μια θετική εμπειρία, σε επίπεδο συνεργασίας και αμοιβαίας ανταλλαγής γνώσεων και προτάσεων, επιβεβαιώνοντας μερικά την εκτίμηση των ερευνητών ότι η εμπειρία της κοινής επιμόρφωσης, θα επιδράσει θετικά σε μελλοντικές συνεργασίες για την ανάπτυξη και εφαρμογή διερευνητικών δραστηριοτήτων.

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη, διερευνήσαμε τις αντιλήψεις δύο εκπαιδευτικών και δύο μουσειοπαιδαγωγών για τις διδακτικές τους πρακτικές, πριν και μετά από ένα σεμινάριο σχετικά με τη διερευνητική παιδαγωγική προσέγγιση Tinkering. Η ανάλυση των δεδομένων ανέδειξε μια κοινή προσέγγιση από κάθε ομάδα συμμετεχόντων απέναντι στην προσέγγιση Tinkering. Επιπλέον, ανέδειξε ότι η εμπλοκή των συμμετεχόντων στην κοινή επιμόρφωση τους βοήθησε να αναπτύξουν πιο ολοκληρωμένη άποψη τόσο για την προσέγγιση Tinkering όσο και για τις διερευνητικές πρακτικές.

5. Βιβλιογραφία

Astor-Jack, T., McCallie, E. & Balcerzak, P. (2007). Academic and Informal Science Education Practitioner Views About Professional Development in Science Education. *Science Education*, 91(4), 604-628.

Buehl, M.M., Beck, J.S., (2014). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. In H. Fives & M.G. Gill (Eds.), *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs*, (pp. 66-84). Routledge, NewYork.

Bevan, B., & Xanthoudaki, M. (2008). Professional development for museum educators: Underpinning the underpinnings. *Journal of Museum Education*, 33(2), 107 – 119.

DeWitt, J., & Storksdieck, M. (2008). A Short Review of School visits: Key Findings from the Past and Implications for the Future, *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.

Kisiel, J. (2013). Introducing Future Teachers to Science Beyond the Classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 67-91.



Kisiel, J. (2005). An examination of fieldtrip strategies and their implementation within a natural history museum. *Science Education*, 90(3), 434 – 452.

National Research Council. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits. Committee on Learning Science in Informal Environments*. Philip Bell, Bruce Lewenstein, Andrew W. Shouse, and Michael A. Feder, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

Strauss, A., Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research, grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, Calif: Sage publications.

Tran, L.U. (2008). The work of science museum educators. *Museum Management and Curatorship*, 23(2), 135-153.

Παράρτημα

Πρωτόκολλο συνέντευξης

1 – Διαβάζοντας τον οδηγό Tinkering, βρήκατε κοινά στοιχεία με τη δική σας προσέγγιση στο σχολείο/μουσείο;

2 – Πιστεύετε ότι το περιβάλλον διδασκαλίας (τάξη & μουσείο) επηρεάζει τη διδακτική προσέγγιση, που υιοθετεί ο εκπαιδευτικός / μουσειοπαιδαγωγός;

3 – Η προσέγγιση Tinkering έχει πολλά κοινά στοιχεία με την ανοικτή διερεύνηση. Ποια είναι η άποψή σας σχετικά με τη διερεύνηση ως διδακτική προσέγγιση; (τι γνωρίζετε σχετικά με αυτήν, πόσο συχνά την χρησιμοποιείτε στην τάξη ή / και αλλού, πόσο χρήσιμη ή απαραίτητη την θεωρείτε και γιατί)

4 – Πώς αντιλαμβάνεστε πρωτοβουλίες, όπου εκπαιδευτικοί και μουσειοπαιδαγωγοί ενημερώνονται / εκπαιδεύονται ταυτόχρονα σε εκπαιδευτικές προσεγγίσεις;

5 - Ποιες είναι οι προσδοκίες ή / και οι ενστάσεις που πιθανόν να έχετε σε σχέση με αυτήν την συνέντευξη των δύο ειδικοτήτων (εκπαιδευτικός / μουσειοπαιδαγωγός);



Τεχνουργήματα μαθητών σχετικά με τη νανοτεχνολογία στο πλαίσιο μιας σύμπραξης μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης

Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η διαπραγμάτευση σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων αποτελεί πρόσφορο πεδίο για την αρμονική διασύνδεση μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης. Η παρούσα εργασία στόχο έχει να μελετήσει την κατανόηση των μαθητών σχετικά με έννοιες νανοτεχνολογίας, όπως αυτή αποτυπώνεται σε τεχνουργήματα που κατασκευάζουν οι μαθητές μετά το πέρας μιας διδακτικής ενότητας που είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να φέρνει σε ισορροπία τυπικά και άτυπα περιβάλλοντα μάθησης. Από τα αποτελέσματα αναδεικνύεται πως μια τέτοια σύμπραξη μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατακτήσουν, ανάλογα με τη βαθμίδα και το γνωστικό τους υπόβαθρο, ορισμένες βασικές έννοιες νανοτεχνολογίας και να την κοινοποιήσουν αξιοποιώντας πολλαπλές μορφές διάδρασης.

Λέξεις-κλειδιά: γεφύρωση τυπικής-άτυπης εκπαίδευσης, τεχνουργήματα μαθητών, νανοτεχνολογία

Student artifacts on nanotechnology in the context of a formal-informal education synergy

Emily Michailidi, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

The negotiation of contemporary scientific topics is an appropriate field for the harmonious intertwining between formal and informal education. The aim of this paper is to study students' understanding of core nanotechnology concepts as it is depicted on student artifacts constructed after the implementation of a nanotechnology module designed to bring formal and informal learning environments into balance. The results show that such a partnership can help students to develop some basic knowledge of nanotechnology concepts, depending on their level and cognitive background, and to communicate it effectively using multiple forms of interaction.

Keywords: bridging formal-informal learning, student artifacts, nanotechnology



1. Εισαγωγή

Η τυπική και η άτυπη εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες αποτελούν δύο συμπληρωματικές διαδρομές, άλλοτε συγκλίνουσες και άλλοτε αποκλίνουσες, προς την επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών (Tuckey, 1992). Οι πιο σύγχρονες προσεγγίσεις της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών υποστηρίζουν πως μια καλύτερη συνέργεια μεταξύ των δύο τομέων μπορεί να βελτιώσει τα μαθησιακά αποτελέσματα από πλευράς γνώσεων, δεξιοτήτων αλλά και στάσεων των μαθητών απέναντι στην επιστήμη (Stocklmayer et al. 2010). Συγκεκριμένα, μια τέτοια σύμπραξη μπορεί να καλύψει τα ελλείμματα της σχολικής εκπαίδευσης –π.χ. προσανατολισμός στον γνωστικό τομέα, παροχή αποσπασματικών γνώσεων, παρωχημένο περιεχόμενο– με τα οφέλη της άτυπης –π.χ. παροχή αυθεντικών εμπειριών, ολιστική παρουσίαση της επιστήμης (Falk & Dierking 2000).

Η ανάγκη αρμονικής διασύνδεσης μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης καθίσταται πιο εμφανής κατά τη διαπραγμάτευση σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων. Λόγω της μεγάλης αδράνειας που χαρακτηρίζει τα επίσημα αναλυτικά προγράμματα, τα αντικείμενα αυτά αργούν να ενταχθούν στην τυπική εκπαίδευση· αλλά και όταν τελικά εντάσσονται, συχνά στερούνται χαρακτηριστικών όπως η εγγενής αβεβαιότητα που διέπει τη σύγχρονη έρευνα (Thomas 2000). Η ανάγκη αυτή μπορεί να αντιμετωπιστεί με την αξιοποίηση άτυπων μορφών εκπαίδευσης και συγκεκριμένα με τις οργανωμένες επισκέψεις των μαθητών σε χώρους άτυπης μάθησης όπως τα κέντρα επιστήμης και τα ερευνητικά κέντρα· χώρος, που συγκριτικά με άλλους, δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Falk & Dierking 2000).

Οι επισκέψεις μαθητών σε χώρους άτυπης μάθησης Φυσικών Επιστημών, και συγκεκριμένα σε κέντρα επιστήμης, μπορούν να δράσουν συμπληρωματικά στο υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών Φυσικών Επιστημών, επικαιροποιώντας το, καθώς συχνά περιλαμβάνουν εκθέματα σχετικά με πιο σύγχρονα επιστημονικά ζητήματα. Παράλληλα, η δυναμική του χώρου, οι πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης της πληροφορίας η δυνατότητα ελέγχου της γνώσης που παρέχεται στους μαθητές μέσα από τη χάραξη προσωπικών διαδρομών στα εκθέματα που τους ενδιαφέρουν περισσότερο συμβάλλουν στη δημιουργία θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη.

Παράλληλα, οι λίγες μέχρι στιγμής έρευνες σχετικά με επισκέψεις μαθητών σε ερευνητικά κέντρα δείχνουν ότι κατά την επίσκεψη σε ένα ερευνητικό κέντρο οι μαθητές έρχονται σε άμεση επαφή με την διεξαγόμενη έρευνα και την επιστήμη εν τη γενέσει της και όχι με τις σχολικές αναπαραστάσεις τους (Neresini et al 2009). Επίσης, γνωρίζουν πτυχές της φύσης της επιστήμης καθώς και το επάγγελμα του ερευνητή, ενώ παράλληλα δημιουργούνται κίνητρα για μάθηση (Woods-Townsend et al. 2016).

Με βάσει τα ανωτέρω, η παρούσα εργασία στόχο έχει να μελετήσει τις γνώσεις που αποκομίζουν οι μαθητές μέσα από μια διδακτική ενότητα σχετική με τη νανοτεχνολογία που είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να φέρνει τους μαθητές σε επαφή τόσο με πρακτικές δραστηριότητες στο πλαίσιο της σχολικής τάξης όσο και με άτυπα περιβάλλοντα μάθησης, όπως κέντρα επιστήμης και ερευνητικά κέντρα.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας για την αποτύπωση της κατανόησης των μαθητών αξιοποιήσαμε την προσέγγιση των Wu & Krajcik (2006) σύμφωνα με τους οποίους τα τεχνουργήματα που κατασκευάζουν οι μαθητές αποτελούν μέσο έκφρασης και εξωτερίκευσης των ιδεών τους και αναπαριστούν την κατανόησή τους γύρω από ένα θέμα. Παράλληλα όμως, η κοινοποίηση της γνώσης μέσω κατασκευών δίνει και τη δυνατότητα ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης και οδηγεί σε βαθύτερη κατανόηση του εκάστοτε αντικειμένου μέσα από τον αναστοχασμό και τον μετασχηματισμό των γνώσεών τους σε μορφή προς κοινοποίηση (Barab et al. 2000).

Ως εκ τούτου στην παρούσα εργασία ερευνάται το ακόλουθο ερώτημα:



Ποια στοιχεία επιλέγουν να ενσωματώσουν στα τεχνουργήματά τους οι μαθητές αναφορικά (α) με τις διαπραγματευόμενες έννοιες νανοτεχνολογίας και (β) με τον τρόπο κοινοποίησης της γνώσης, έπειτα από τη διδασκαλία μιας ενότητας που ενσωματώνει όψεις της τυπικής και της άτυπης εκπαίδευσης;

2. Μεθοδολογία

Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος IRRESISTIBLE, στόχος του οποίου ήταν η εξοικείωση μαθητών και εκπαιδευτικών με αντικείμενα έρευνας αιχμής και τις κοινωνικές τους προεκτάσεις μέσα από την ανάπτυξη διδακτικών εννοιών. Στην Ελλάδα, μια κοινότητα μάθησης αποτελούμενη από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, ερευνητές της διδακτικής των ΦΕ, ερευνητές του αντικειμένου της νανοτεχνολογίας και ειδικούς της επικοινωνίας της επιστήμης, ανέπτυξε μια διδακτική ενότητα σχετικά με εφαρμογές της νανοτεχνολογίας, η οποία ενσωματώνει πτυχές τόσο της τυπικής όσο και της μη τυπικής εκπαίδευσης (Stavrou, Michailidi & Sgouros, 2018).

Πίνακας 1: Συνοπτική παρουσίαση της ενότητας

Μάθημα 1	Εισαγωγή
Μάθημα 2	Επίσκεψη στο Μουσείο Επιστημών
Μάθημα 3	Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας: αυτοκαθαριζόμενα υλικά: I. Πόσο μικρό είναι το νάνο;
Μάθημα 4	Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας: αυτοκαθαριζόμενα υλικά: II. Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος
Μάθημα 5	Ζητήματα ΥΕΚ
Μάθημα 6	Επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο – Αλληλεπίδραση με ερευνητές
Μάθημα 7	Κατασκευή τεχνουργημάτων

Συγκεκριμένα, η ενότητα (βλ. Πίνακα 1) αποτελείται από επτά συναντήσεις οι οποίες περιελάμβαναν:

- την πραγματοποίηση πρακτικών, διερευνητικά δομημένων δραστηριοτήτων στην τάξη, προκειμένου οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις βασικές έννοιες της νανοτεχνολογίας (μέγεθος – κλίμακα και ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος) καθώς και να γνωρίσουν τις κοινωνικές διαστάσεις (όπως κίνδυνοι για άνθρωπο & περιβάλλον, ρόλος επιστήμονα, ευθύνη πολιτών)
- την επίσκεψη των μαθητών σε ερευνητικά κέντρα που ασχολούνται με την νανοτεχνολογία, προκειμένου να έρθουν σε άμεση επαφή με επιστήμονες που ασχολούνται με το αντικείμενο και να γνωρίσουν τρέχουσες εφαρμογές της νανοτεχνολογίας που αναπτύσσονται εκεί.



- την επίσκεψη των μαθητών σε κέντρα επιστήμης για να εξοικειωθούν με τρόπους επικοινωνίας της επιστήμης.

Η ενότητα αυτή στη συνέχεια εφαρμόστηκε στην πράξη από 15 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς (4 πρωτοβάθμιας, 7 φυσικούς και 4 χημικούς) σε σχολεία της Αθήνας, του Ηρακλείου και του Ρεθύμνου, με τη συμμετοχή 298 μαθητών (92 δημοτικού, 59 γυμνασίου και 158 λυκείου). Η εφαρμογή της ενότητας διήρκεσε 6 μήνες, στα πλαίσια της οποίας οι μαθητές επισκέφθηκαν:

- τη Διαδραστική Έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας του Ιδρύματος Ευγενίδου στην οποία περιηγήθηκαν (διά ζώσης οι μαθητές της Αθήνας και μέσω τηλεδιάσκεψης οι μαθητές της Κρήτης) με τη βοήθεια εξειδικευμένου προσωπικού σε εκθέματα που σχετίζονταν με την νανοεπιστήμη και συζήτησαν μαζί τους σχετικά με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των εκθεμάτων, τον βαθμό διαδραστικότητάς τους και προτάσεις βελτίωσης.
- το Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» (οι μαθητές της Αθήνας) και το Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (οι μαθητές της Κρήτης), όπου μετά από μια σύντομη εισαγωγική ομιλία, είχαν τη δυνατότητα να ξαναγθούν στα εργαστήρια και να συνομιλήσουν με τους ερευνητές σχετικά με το αντικείμενο της νανοτεχνολογίας, τους κινδύνους που αυτή μπορεί να κρύβει και για την ευθύνη του επιστήμονα απέναντι στην κοινωνία. Τα ζητήματα που θίχτηκαν κατά τις επισκέψεις συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Εξαγόμενο της διαδικασίας αυτής ήταν η ανάπτυξη 19 συνολικά τεχνουργημάτων από πλευράς των μαθητών σχετικά με πτυχές της νανοτεχνολογίας και τους προβληματισμούς που απορρέουν από την χρήση της, τα οποία παρουσιάστηκαν στο κοινό σε εκθέσεις που διοργανώθηκαν στους χώρους του Ιδρύματος Ευγενίδου και του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Πίνακας 2: Θέματα συζήτησης κατά τις επισκέψεις των μαθητών στα ερευνητικά κέντρα

Καθημερινές Εφαρμογές νανοτεχνολογίας
Εφαρμογές που αναπτύσσονται στο ερευνητικό κέντρο <ul style="list-style-type: none">• Δημόκριτο: νανοηλεκτρονική, νανοφωτονική, υπερευδοφοβες νανοδομημενες επιφάνειες• ΙΤΕ: Καταλυτικά και Φωτοκαταλυτικά υλικά, υπερευδοφοβα υλικά, θερμοχρωμικά τζάμια Φυσικές νανοδομές και βιομίμηση
Μεγέθη στη νανοκλίμακα (προσέγγιση μέσω αναλογιών και παραδειγμάτων)
Ιδιότητες που εξαρτώνται από μέγεθος (αλλαγή χρώματος και υδροφοβικότητα)
Όργανα και εργαλεία για το χειρισμό της ύλης στη νανοκλίμακα
Ευθύνη και ρόλος επιστήμονα στην κοινωνία – Κίνδυνοι νανοτεχνολογίας

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Ως μέσα συλλογής δεδομένων αξιοποιήθηκαν:

- τα τεχνουργήματα που κατασκεύασαν στο τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές, τα οποία αποτυπώνουν την κατανόηση των μαθητών γύρω από θέματα νανοτεχνολογίας. Παραδείγματα



τέτοιων τεχνουργημάτων αποτελούν αφίσες όπου περιέχονταν πληροφορίες, μακέτες που μοντελοποιούν διαδικασίες του νανόκοσμου, προπλάσματα, επιτραπέζια παιχνίδια γνώσεων κ.α.

- ένα ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου που συμπληρώθηκε από υποομάδα των συμμετεχόντων μαθητών (72 άτομα), το οποίο ήταν εστιασμένο στον προσδιορισμό των κομβικών εννοιών της νανοτεχνολογίας από τη σκοπιά των μαθητών, στους στόχους που ήθελαν να επιτύχουν οι μαθητές με τα τεχνουργήματά τους καθώς και στην συμβολή των επιμέρους μερών (εκπαιδευτικός, ερευνητικό κέντρο, κέντρο επιστήμης) στην ανάπτυξη των τεχνουργημάτων.

Λόγω της διερευνητικής φύσης της εργασίας, για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου. Αρχικά, καταγράφηκαν οι συχνότητες των εννοιών της νανοτεχνολογίας που συμπεριέλαβαν οι μαθητές στα τεχνουργήματα (βλ. κατηγοριοποίηση στον Πίνακα 3). Έπειτα, έγινε αντιπαραβολή των εννοιών αυτών με τις έννοιες που συμπεριλαμβάνονταν στο διδακτικό υλικό και αυτές που θίχτηκαν κατά την επίσκεψη των μαθητών στα ερευνητικά κέντρα. Τα εκθέματα επίσης αναλύθηκαν ως προς τον τρόπο εμπλοκής των χρηστών με την επιστημονική γνώση από άποψη διαδραστικότητας (βλ. κατηγοριοποίηση στον Πίνακα 4). Τέλος, από τις απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια αντλήθηκαν στοιχεία για τη διασαύρωση των ευρημάτων μας καθώς και για την αποσαφήνιση των επιδράσεων που δέχτηκαν οι μαθητές από τον εκπαιδευτικό αλλά και από τους χώρους άτυπης μάθησης που επισκέφτηκαν.

Πίνακας 3: Κατηγοριοποίηση εννοιών σχετικών με τη νανοτεχνολογία που περιλαμβάνονταν στα εκθέματα

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ		ΚΡΙΤΗΡΙΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ & ΚΛΙΜΑΚΑ	<ul style="list-style-type: none">• όρια μεγέθους νανοκλίμακας• χαρακτηριστικά αντικείμενα κλιμάκων• αναλογίες
	ΑΛΛΑΓΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ	<ul style="list-style-type: none">• αλλαγή ιδιοτήτων• αναλογία επιφάνειας/όγκου• ερμηνεία εφαρμογών
	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	<ul style="list-style-type: none">• υπερωδροφοβικότητα• αυτοκαθαριζόμενα υλικά• θερμοχρωμικά τζάμια, νανοηλεκτρονική• νανοϊατρική, ferrofluid, φωτοκαταλυτικά υλικά
ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		<ul style="list-style-type: none">• κίνδυνοι για άνθρωπο & περιβάλλον• ρόλος επιστήμονα• ανάγκη νομοθεσίας• ευθύνη πολιτών



Πίνακας 4: Κατηγοριοποίηση τρόπου εμπλοκής χρηστών από άποψη διαδραστικότητας

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ
MINDS-ON ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	<ul style="list-style-type: none">• Έλεγχος γνώσεων• Συναγωγή επιστημονικής ερμηνείας• Κοινωνικές διαστάσεις• Λήψη αποφάσεων
HANDS-ON ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	<ul style="list-style-type: none">• Άντληση πληροφοριών μέσω αλληλεπίδρασης• Βιώνουν φαινόμενο• Άντληση πειραματικών δεδομένων• Απλός χειρισμός
ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	<ul style="list-style-type: none">• Παροχή πληροφοριών• Παροχή ερμηνείας

3. Αποτελέσματα

Αναφορικά με την εστίαση των τεχνουργημάτων των μαθητών προκύπτει ότι η πλειοψηφία των μαθητών έδωσε έμφαση κυρίως στο επιστημονικό περιεχόμενο του αντικειμένου της ναυοτεχνολογίας και δευτερευόντως στις κοινωνικές διαστάσεις.

Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο Γράφημα 1, ο μεγαλύτερος αριθμός των εκθεμάτων αφορούσε στα υπερυδρόφοβα υλικά και άλλες εφαρμογές της ναυοτεχνολογίας, και ακολουθούσαν έννοιες σχετικές με τα μεγέθη και τα αντικείμενα της ναυοκλίμακας. Από το ίδιο γράφημα αναδεικνύεται επίσης η διαφορετική εστίαση των μαθητών ανάλογα με την βαθμίδα εκπαίδευσής τους, αφού το μέγεθος και η κλίμακα φαίνεται πως ήταν έννοιες πιο προσιτές και εύκολα διαπραγματεύσιμες από τους μαθητές του δημοτικού ενώ οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης φαίνεται να έλκονται περισσότερο από τις εφαρμογές της ναυοτεχνολογίας.

Σχετικά με την ενασχόληση με τις κοινωνικές διαστάσεις της ναυοτεχνολογίας, παρατηρήθηκε μια αυξανόμενη τάση ενσωμάτωσης τέτοιων στοιχείων ανά βαθμίδα εκπαίδευσης, με τους μαθητές του Λυκείου να καταφέρνουν πιο αποτελεσματικά να ενσωματώσουν τέτοιου είδους προβληματισμούς στα εκθέματά τους, με έμφαση στους κινδύνους που μπορεί να ενέχει η ναυοτεχνολογία για το περιβάλλον και τον άνθρωπο και στον ρόλο και την ευθύνη των επιστημόνων απέναντι σε αυτούς.

Με βάση το Γράφημα 2 όπου αποτυπώνεται η επίδραση της τυπικής (σχολικές δραστηριότητες) όσο και της άτυπης εκπαίδευσης (επισκέψεις, αξιοποίηση εφημερίδων, διαδικτύου κ.ά.) στο περιεχόμενο των εκθεμάτων των μαθητών, οι παράγοντες που επέδρασαν εντονότερα στον προσδιορισμό του περιεχομένου των εκθεμάτων ήταν οι δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στην τάξη και οι επισκέψεις στα ερευνητικά κέντρα (ΙΤΕ και Δημόκριτος). Η έντονη εννοιολογική διασύνδεση των τεχνουργημάτων με τις εφαρμογές που παρουσιάστηκαν στα ερευνητικά κέντρα επιστεγάστηκε με την ενσωμάτωση υλικών που παραχωρήθηκαν από τα κέντρα αυτά αλλά και με τη χρήση αποσπασμάτων από τις συζητήσεις με τους ερευνητές. Μάλιστα από τα ερωτηματολόγια των μαθητών προέκυψε ότι το

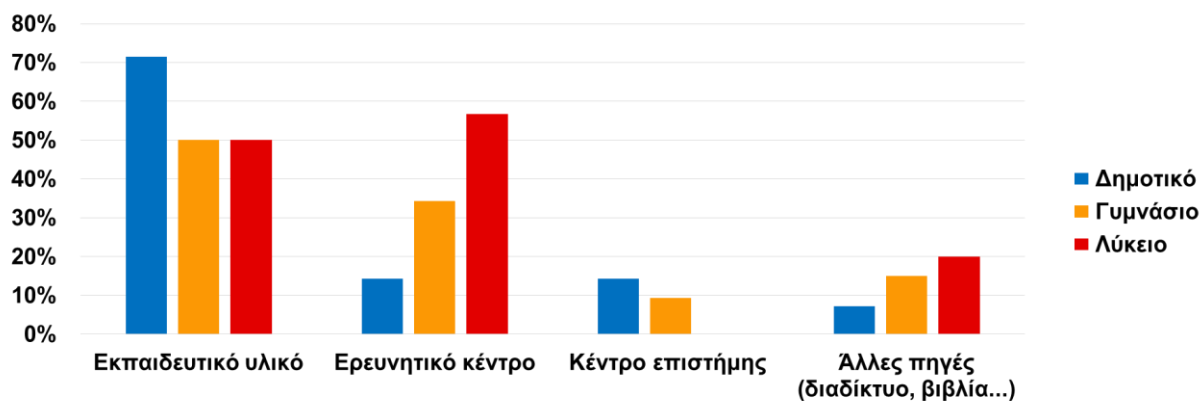


57% των μαθητών, ανέφερε ως πηγή από την οποία άντλησε πληροφορίες για τη δημιουργία του το ερευνητικό κέντρο.

Γράφημα 1: Πτυχές του επιστημονικού περιεχομένου στις οποίες ήταν εστιασμένα τα τεχνουργήματα των μαθητών ανά βαθμίδα εκπαίδευσης



Γράφημα 2: Επίδραση τυπικής & άτυπης μάθησης στην εστίαση των τεχνουργημάτων

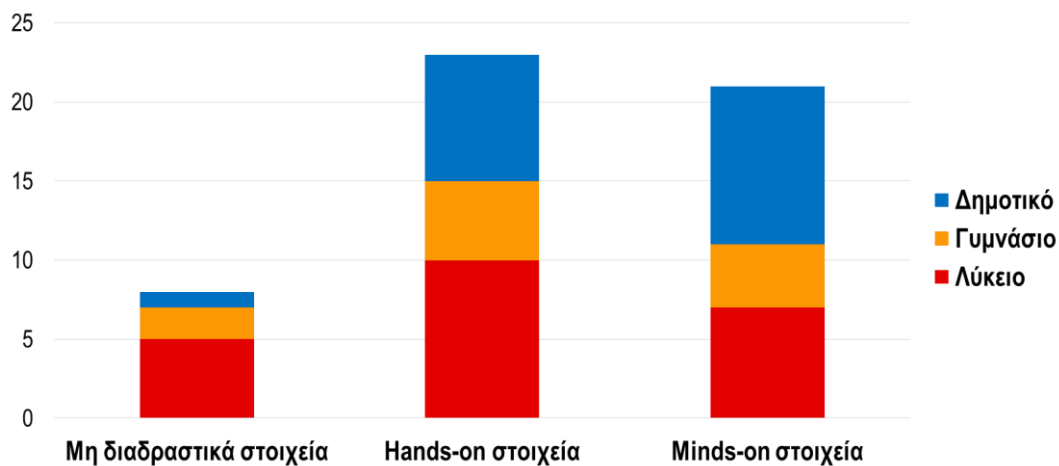


Τέλος, αναφορικά με την διαδραστικότητα των εκθεμάτων, από το Γράφημα 3 απορρέει ότι στα τεχνουργήματα των μαθητών κυριάρχησαν τα διαδραστικά στοιχεία, τα οποία μάλιστα δεν εξαντλήθηκαν στην φυσική αλληλεπίδραση του χρήστη με το τεχνούργημα (hands-on διαδραστικότητα) αλλά κατάφεραν να τον εμπλέξουν και νοητικά (minds-on διαδραστικότητα). Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές αξιοποίησαν στοιχεία φυσικής αλληλεπίδρασης προκειμένου οι χρήστες να βιώσουν την εξέλιξη ενός φαινομένου, να πειραματιστούν ή για να αντλήσουν πληροφορίες. Αντίστοιχα, τα στοιχεία της νοητικής αλληλεπίδρασης σχετίζονταν κυρίως με τον έλεγχο των γνώσεων των χρηστών, την εξαγωγή συμπερασμάτων από τον πειραματισμό τους με υλικά και τον προβληματισμό τους σχετικά με τις κοινωνικές διαστάσεις της χρήσης νανο-προϊόντων. Από τα ερωτηματολόγια δε των μαθητών αναδύεται μια έντονη πρόθεση των μαθητών να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των χρηστών μέσω των τεχνουργημάτων τους και να τους εμπλέξουν σε διαδικασίες ενεργού μάθησης ενώ σε πολλές



περιπτώσεις ανέφεραν ότι τα εκθέματα με τα οποία αλληλεπέδρασαν κατά την επίσκεψή τους στο Ίδρυμα Ευγενίδου έδρασαν για αυτούς ως πρότυπο.

Γράφημα 3: Αναλογία διαδραστικών και μη διαδραστικών στοιχείων που ενσωμάτωσαν τα τεχνουργήματα



4. Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα συντείνει στη θεμελίωση της σύμπραξης μεταξύ τυπικών και άτυπων περιβαλλόντων μάθησης, καθώς από τα αποτελέσματα αναδεικνύεται πως μια διδακτική ενότητα που ενσωματώνει ισορροπημένα στοιχεία και από τις δύο μορφές μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατακτήσουν, ανάλογα με τη βαθμίδα και το γνωστικό τους υπόβαθρο, ορισμένες βασικές έννοιες νανοτεχνολογίας και να τις κοινοποιήσουν αξιοποιώντας πολλαπλές μορφές διαδραστικότητας. Συγκεκριμένα οι μαθητές κατόρθωσαν να ενσωματώσουν με επιτυχία τόσο στοιχεία της διδασκαλίας που έλαβε χώρα στην σχολική τάξη, όσο και στοιχεία από την αλληλεπίδρασή τους με τα ερευνητικά κέντρα και το μουσείο επιστημών που επισκέφθηκαν. Συνεπώς, αν και έρευνες υποστηρίζουν ότι τα γνωστικά αποτελέσματα των επισκέψεων σε χώρους άτυπης μάθησης είναι συνήθως περιορισμένα (DeWitt & Storksdiack 2008), από την παρούσα έρευνα συμπεραίνουμε πως όταν η επίσκεψη αυτή εντάσσεται σε ένα ευρύτερο διδακτικό πλαίσιο και με την συνακόλουθη προετοιμασία των μαθητών, τα οφέλη πολλαπλασιάζονται οδηγώντας σε πιο μακροπρόθεσμα γνωστικά κέρδη.

5. Βιβλιογραφία

- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- DeWitt, J., & Storksdiack, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor studies*, 11(2), 181-197.
- Falk, J.H., & Dierking, L.D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Neresini, F., Dimopoulos, K., Kallfass, M., & Peters, H. P. (2009). Exploring a black box: Cross-national study of visit effects on visitors to large physics research centers in Europe. *Science Communication*, 30(4), 506-533.



Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and Dissemination of a Teaching Learning Sequence on Nanoscience and Nanotechnology in a context of Communities of Learners. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 1065-1080.

Stockmayer, S. M., Rennie, L. J., & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, 46(1), 1-44.

Thomas, J. (2000) Learning about Genes and Evolution through Formal and Informal Education, *Studies in Science Education*, 35(1), 59-92.

Tuckey, C. (1992). Children's informal learning at an interactive science centre. *International Journal of Science Education*, 14(3), 273-278.

Woods-Townsend, K., Christodoulou, A., Rietdijk, W., Byrne, J., Griffiths, J. B., & Grace, M. M. (2016). Meet the scientist: The value of short interactions between scientists and students. *International Journal of Science Education, Part B*, 6(1), 89-113.

Wu, H. K., & Krajcik, J. S. (2006). Exploring middle school students' use of inscriptions in project-based science classrooms. *Science Education*, 90(5), 852-873.



Μελέτη της μάθησης επιστημονικού περιεχομένου από μαθητές κατά την αλληλεπίδραση τους με εκθέματα σε κέντρο επιστήμης

Αναστασία Στριλιγκά¹, Δημήτρης Σταύρου², Michael Komorek¹

Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg¹, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης²

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια πιλοτική έρευνα που στόχο έχει τη μελέτη του βαθμού μάθησης του επιστημονικού περιεχομένου από μαθητές κατά την αλληλεπίδραση τους με τα εκθέματα ενός κέντρου επιστήμης κατά την διάρκεια μιας σχολικής επίσκεψης. Για τον σκοπό αυτό, παρακολούθησαμε επισκέψεις μαθητών στο κέντρο επιστήμης Phänomena Bremerhaven στη Γερμανία και καταγράφηκαν επίσης οι απόψεις των εκπαιδευτικών που τους συνόδευαν αλλά και του υπευθύνου του κέντρου. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια αναντιστοιχία μεταξύ της μάθησης των μαθητών που συντελείται μέσω εκθεμάτων και των απόψεων των εκπαιδευτικών και του υπευθύνου του κέντρου σχετικά με τις δυνατότητες που παρέχουν τα εκθέματα για μάθηση.

Λέξεις-κλειδιά: διαδικασίες μάθησης, κέντρα επιστήμης, εκπαιδευτικές επισκέψεις, εκθέματα

Investigating students' learning of scientific content while interacting with exhibitions at science centers

Anastasia Striligka¹, Dimitris Stavrou², Michael Komorek¹

Carl-von-Ossietzky University of Oldenburg¹, Department of primary education, University of Crete²

Abstract

This paper presents a pilot study aimed at studying the degree of learning scientific content by students while interacting with the exhibits of a science center during a school visit. For this purpose, we attended student visits at the science center Phänomena Bremerhaven in Germany and recorded the views of the teachers accompanying them as well as the Center's supervisor. The results show a mismatch between students' learning through exhibits and the views of teachers and the center's supervisor about the learning outcomes the exhibits provide.

Keywords: learning processes, science centers, educational visits, exhibits



1. Εισαγωγή

Τα εκπαιδευτικά προγράμματα σε χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά για το σχολείο (Euler 2005). Μη τυπικοί χώροι μάθησης, όπως τα κέντρα επιστήμης (science center) μπορούν να προσφέρουν εκπαιδευτικά προγράμματα, τα οποία δεν είναι υλοποιήσιμα στα σχολεία εξαιτίας της έλλειψης υλικοτεχνικών υποδομών. Ένας παράγοντας που επηρεάζει την μάθηση σε εξωσχολικούς χώρους είναι η ποικιλία δραστηριοτήτων, θεμάτων και υποδομών που επιτρέπουν στους μαθητές να αυτενεργούν, να επιλέγουν ελεύθερα το περιεχόμενο της γνώσης και να είναι υπεύθυνοι για την μάθηση τους. Έρευνες έχουν δείξει πώς οι χώροι μη τυπικής εκπαίδευσης μπορούν να αυξήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών σε θέματα φυσικών επιστημών (Scharfenberg & Bogner 2014). Ωστόσο, οι τρέχουσες έρευνες παρέχουν λίγες ενδείξεις για το πώς οι μαθητές μπορούν να οικοδομήσουν νέες γνώσεις μέσω αυτο-καθοδηγούμενων αλληλεπιδράσεων με εκθέματα. Για παράδειγμα, προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι-διαδικασίες που είναι δυνατόν να παρατηρηθούν κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης με τα εκθέματα είναι: α) η ανάκληση προγενέστερων γνώσεων που βασίζονται στην προσωπική εμπειρία, β) η δημιουργία και η αναγνώριση συσχετισμών μεταξύ εκθεμάτων, γ) ερωτήσεις και εξηγήσεις παρατηρούμενων φαινομένων (Hein 1998, Falk & Dierking 2000, Kelly 2007). Επιπλέον, έχουν υπάρξει προτάσεις στην βιβλιογραφία σχετικά με την συσχέτιση των χαρακτηριστικών ενός εκθέματος και των αλληλεπιδράσεων των επισκεπτών με αυτό. Για παράδειγμα, στο Praxeology (Achiem 2013) περιγράφονται τέσσερα επίπεδα αλληλεπίδρασης των χρηστών με ένα έκθεμα: (1) Task: Ο χρήστης είναι σε θέση να αντιληφθεί την πρόκληση ή την δραστηριότητα που παρέχεται στο έκθεμα. (2) Technique: Ο χρήστης μπορεί να διεξάγει την δραστηριότητα και να χειριστεί το έκθεμα. (3) Technology: Ο χρήστης μπορεί να δικαιολογήσει το χειρισμό του στο έκθεμα αλλά και να εξηγήσει το προβαλλόμενο φαινόμενο. (4) Theory: Ο χρήστης μπορεί να δικαιολογήσει το φαινόμενο με την χρήση αφηρημένων εννοιών. Ωστόσο, το κατά πόσο λαμβάνει χώρα μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου κατά την αλληλεπίδραση μαθητών με εκθέματα ενός κέντρου επιστήμης και το κατά πόσο αυτές οι διαδικασίες μάθησης συμβαδίζουν με τις απόψεις των υπεύθυνων των κέντρων και των εκπαιδευτικών για τις δυνατότητες μάθησης που παρέχουν τα εκθέματα μένει να ερευνηθεί περαιτέρω.

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται στο πανεπιστήμιο του Oldenburg Γερμανίας στα πλαίσια του προγράμματος Geographie, Informatik, Naturwissenschaften und Technik in informellen Räumen (GINT, Γεωγραφία, Πληροφορική, Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία σε χώρους μη τυπικής μάθησης) που χρηματοδοτείται από το κρατίδιο της Κάτω Σαξονίας της Γερμανίας και αποσκοπεί στην μελέτη των διαδικασιών μάθησης των μαθητών κατά την αλληλεπίδραση τους με εκθέματα ενός κέντρου επιστήμης κατά την διάρκεια μιας σχολικής επίσκεψης. Επιπροσθέτως, εντάσσεται στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος IKYDA 2018-2020 (πρόγραμμα προώθησης ανταλλαγών και επιστημονικής συνεργασίας Ελλάδας-Γερμανίας υπό την αιγίδα του Ι.Κ.Υ. και της Γερμανικής Υπηρεσίας Ακαδημαϊκών Ανταλλαγών DAAD), με τίτλο «Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ τυπικών και άτυπων περιβαλλόντων μάθησης», σε συνεργασία με το Π.Τ.Δ.Ε του Πανεπιστημίου Κρήτης. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας, που μελετά τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Σε ποιο βαθμό λαμβάνει χώρα μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου κατά την αλληλεπίδραση μαθητών με εκθέματα ενός κέντρου επιστήμης;
- Σε ποιο βαθμό βρίσκονται σε συμφωνία η μάθηση που λαμβάνει χώρα κατά την αλληλεπίδραση μαθητών με εκθέματα ενός κέντρου επιστήμης με τις απόψεις του υπεύθυνου του κέντρου και των εκπαιδευτικών που τα συνοδεύουν για τις δυνατότητες μάθησης που παρέχουν τα εκθέματα;



2. Μεθοδολογία

Το πλαίσιο της έρευνας

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο κέντρο επιστήμης "Phänomena Bremerhaven" στη Γερμανία. Το κέντρο περιλαμβάνει περίπου 80 hands-on εκθέματα φυσικών επιστημών και μαθηματικών. Στα πλαίσια της έρευνας που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν και μελετήθηκαν τέσσερα εκθέματα από διαφορετικές θεματικές ενότητες των φυσικών επιστημών (το ορατό φως/ απορρόφηση του φωτός, η λειτουργία της τροχαλίας, φαινόμενο Μπερνούλι και ο σκοτεινός θάλαμος). Τα εκθέματα αυτά επιλέχθηκαν ενδεικτικά ως hands-on εκθέματα με πειραματικές διατάξεις που επιτρέπουν διαφορετικό βαθμό διαδραστικότητας (επιτρέπουν μεγαλύτερο/ μικρότερο βαθμό ελευθερίας στον χειρισμό των μεταβλητών).

Τα στάδια της έρευνας

Συνοπτικά τα στάδια της έρευνας που παρουσιάζεται ήταν τα παρακάτω:

1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση
2. Σχεδιασμός της έρευνας και επιλογή κέντρου επιστημών
3. Καταγραφή εκθεμάτων που προσφέρονται στο κέντρο επιστημών
4. Επιλογή και ανάλυση τεσσάρων εκθεμάτων με βάση το Praxeology
5. Σχεδιασμός και ανάπτυξη εργαλείων έρευνας (ερωτηματολογίων, συνεντεύξεων)
6. Επιλογή δείγματος (μαθητές, εκπαιδευτικοί, στελέχη της Phänomena Bremerhaven)
7. Συλλογή δεδομένων (Συνέντευξη με τον κύριο υπεύθυνο του κέντρου επιστημών. Συμμετοχική παρακολούθηση και ηχογράφηση συνεντεύξεων μαθητών κατά την αλληλεπίδραση τους με 5 εκθέματα, συμπλήρωση των pre- post test από τους μαθητές και συμπλήρωση ερωτηματολογίου από τους εκπαιδευτικούς).
8. Ανάλυση δεδομένων (Ποιοτική ανάλυση του περιεχομένου)
9. Εξαγωγή συμπερασμάτων της πιλοτικής έρευνας και σχεδιασμός της κυρίως έρευνας.

Περιγραφή του δείγματος

Για την παρούσα έρευνα επιλέχθηκε η μέθοδος της τριγωνοποίησης δεδομένων (data triangulation), κατά την οποία συλλέχθηκαν δεδομένα από τρεις διαφορετικές πηγές: μαθητές, εκπαιδευτικούς και υπεύθυνο του κέντρου προκειμένου να καταγραφούν οι διαφορετικές οπτικές κατά την διάρκεια μιας σχολικής επίσκεψης στο κέντρο και την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα εκθέματα (Flick et al., 2004). Συγκεκριμένα, στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν συνολικά 34 μαθητές, δύο σχολείων της Γερμανίας, οι οποίοι φοιτούσαν στην Δ' τάξη του δημοτικού σχολείου. Επιπλέον, συμμετείχαν 6 εκπαιδευτικοί που συνόδευαν τους παραπάνω μαθητές κατά την επίσκεψη τους και τέλος, δείγμα της παρούσας πιλοτικής έρευνας αποτέλεσε και ο κύριος υπεύθυνος της Phänomena. Η επιλογή των μαθητών και των εκπαιδευτικών ήταν τυχαία.



Μέσα συλλογής των δεδομένων

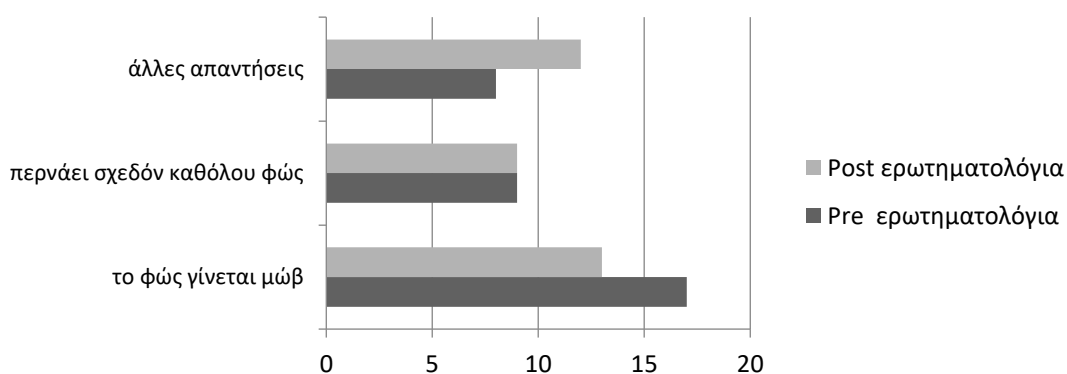
Για τις ανάγκες της έρευνας καταρχάς μελετήθηκαν και αναλύθηκαν τα εκθέματα του κέντρου επιστήμης. Στη συνέχεια, οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε pre και post ερωτηματολόγια. Τα ερωτηματολόγια αφορούσαν στις τέσσερις θεματικές ενότητες των εκθεμάτων που μελετήθηκαν. Η συμπλήρωσή τους από τους μαθητές αποσκοπούσε στην ανάδειξη ιδεών σχετικά με τα εκθέματα που μελετήθηκαν καθώς και την ανάδειξη των προσδοκιών τους για την επίσκεψή τους στο κέντρο. Επιπλέον, έγινε συμμετοχική παρακολούθηση ομάδων μαθητών κατά την αλληλεπίδρασή τους με τα εκθέματα στη διάρκεια της οποίας διενεργούνταν παράλληλα συνεντεύξεις για την αναπαράσταση των διαδικασιών μάθησής τους. Τέλος, υπήρξε σχεδιασμός ημιδομημένης συνέντευξης για τον κύριο υπεύθυνο των εκπαιδευτικών προγραμμάτων της Phänomena και Pre- Post ερωτηματολογίου που απευθύνονταν στους/τις εκπαιδευτικούς των τάξεων που επισκέφτηκαν το κέντρο βασισμένων στα άρθρα των Cox-Peterson et al. (2003) και Griffin et al. (1997), σχετικά με τις απόψεις τους για την μάθηση που αναμένουν από τους μαθητές καθώς και τον τρόπο υλοποίησης της σχολικής επίσκεψης (προετοιμασία, αναμενόμενοι διδακτικοί στόχοι που θα επιτευχθούν με την επίσκεψη κλπ.).

Τα εμπειρικά δεδομένα της παρούσας έρευνας αναλύθηκαν με ποιοτική ανάλυση περιεχομένου (Mayring, 2015).

3. Αποτελέσματα

Τα διαδραστικά εκθέματα- πειράματα φαίνεται να μην μπορούν από μόνα τους να οδηγήσουν στην αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών. Συγκεκριμένα, η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας δεν έδειξε κάποια ουσιαστική εννοιολογική αλλαγή στις βασικές έννοιες που διερευνήθηκαν. Από τη συσχέτιση των ερωτήσεων του Pre και Post ερωτηματολογίου των μαθητών/τριών φαίνεται ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό παραμένουν αμετακίνητοι στις αρχικές τους εναλλακτικές ιδέες και αντιλήψεις, όπως φαίνεται για παράδειγμα στο παρακάτω γράφημα στην ερώτηση σχετικά με το έκθεμα "ορατό φως".

Σχήμα 1: Απαντήσεις στο πρόβλημα "Περιέγραψε τι θα συμβεί στο λευκό φως, όταν περάσει πρώτα από ένα κόκκινο και μετά από ένα μπλε φίλτρο." (n=34)



Από την ανάλυση των συνεντεύξεων που έγιναν με τους μαθητές κατά την αλληλεπίδρασή τους με το παραπάνω έκθεμα (βλ. πίνακας 1), φαίνεται πως όλοι οι μαθητές είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τα



αντικείμενα από τα οποία αποτελείται το έκθεμα, να ανακαλέσουν προηγούμενες γνώσεις σχετικά με το φαινόμενο του εκθέματος (Task) και να χειρίζονται με τον επιθυμητό από τους υπεύθυνους του κέντρου τρόπο το έκθεμα (Technique). Όμως, συναντούν δυσκολίες στην ερμηνεία και την επιστημονική εξήγηση των φαινομένων που παρατηρούν (Technology, Theory).

Για παράδειγμα οκτώ στους δέκα μαθητές ενώ βλέπουν ότι το λευκό φως απορροφάται σχεδόν εξ ολοκλήρου όταν περνάει μέσα από το κόκκινο και μπλε φίλτρο του εκθέματος, επιμένουν στην άποψη τους ότι το φως θα γίνει μωβ. Αυτό συμβαίνει καθώς δύο μαθητές δεν έχουν καμία ερμηνεία για το τι συμβαίνει στο έκθεμα, ενώ έξι μαθητές βασίζονται στην εξήγηση τους στο γεγονός ότι το φως δεν περνάει είτε εξαιτίας του πάχους των συγκεκριμένων φίλτρων, είτε εξαιτίας της απόστασης των φίλτρων από την φωτεινή πηγή και όχι εξαιτίας της απορρόφησης του φωτός. Μόνο μια ομάδα μαθητών κατάφερε να επιτύχει πλήρως το στάδιο του Technology εξηγώντας το φαινόμενο χωρίς όμως την χρήση επιστημονικών όρων. Φαίνεται, λοιπόν το έκθεμα από μόνο του να μην επαρκούσε στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών αντιλήψεων που έχουν οι μαθητές σχετικά με το φαινόμενο.

Πίνακας 1: Αριθμός ομάδων (2 μαθητές ανά ομάδα) και βαθμός επίτευξης των σταδίων του Praxeology στο έκθεμα "ορατό φως". (n_{ομάδων} = 5)

Praxeology	✓	~	X
(1) Task	5	0	0
(2) Technique	5	0	0
(3) Technology	1	3	1
(4) Theory	0	0	5

✓ : πλήρης επίτευξη ~ : ελλιπής επίτευξη X : αδυναμία επίτευξης

Η παραπάνω διαπίστωση αναδεικνύει την δυσκολία κατάκτησης των γνωστικών στόχων που είχαν διατυπωθεί από τους υπεύθυνους του κέντρου. Η ανάλυση της συνέντευξης με τον υπεύθυνο του κέντρου φανέρωσε μάλιστα ότι κατά την επιλογή των εκθεμάτων του κέντρου στο οποίο πραγματοποιούνται σχολικές επισκέψεις, δεν λαμβάνονται υπόψη το αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου, οι προγενέστερες γνώσεις και οι ιδέες των μαθητών. Αντίθετα, πίστευε πως με την απλή επίδειξη του φαινομένου με το έκθεμα θα μπορούσε να εξηγηθεί το εκάστοτε φαινόμενο.

Αντίστοιχα, η ανάλυση των ερωτηματολογίων των εκπαιδευτικών φανερώνει ότι οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να διακρίνουν τις διδακτικές αδυναμίες του κέντρου επιστήμης, απεναντίας φαίνεται να αποδέχονται ότι η «επιστημοσύνη» του κέντρου εγγυάται και τη σωστή διδακτική προσέγγιση των επιστημονικών εννοιών που παρουσιάζονται μέσω των εκθεμάτων στους μαθητές τους. Συγκεκριμένα, πέντε στους έξι εκπαιδευτικούς δήλωσαν στο ερωτηματολόγιο αμέσως μετά την επίσκεψη πως έλαβε χώρα μάθηση επιστημονικών περιεχομένων από τους μαθητές τους μέσω της αλληλεπίδρασης με τα εκθέματα, ενώ μόνο ένας εκπαιδευτικός διέκρινε την αδυναμία των μαθητών του να μάθουν συγκεκριμένα επιστημονικά περιεχόμενα από την επίσκεψη εξαιτίας της έλλειψης προαπαιτούμενων γνώσεων των



μαθητών. Μάλιστα, όλοι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα θα συνιστούσαν την επίσκεψη στο κέντρο δείχνοντας την θετική τους στάση προς αυτό. Οι πέντε εκ των οποίων τονίζουν πως θα το συνιστούσαν επειδή δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα για μάθηση μέσω πειραματισμού και αυτενέργειας των μαθητών. Μόνο ένας εκπαιδευτικός συνιστά την επίσκεψη ως δραστηριότητα συμπληρωματική στο μάθημα του.

4. Συμπεράσματα

Έπειτα από την συνολική θεώρηση της διεξαγωγής των εκπαιδευτικών επισκέψεων στο κέντρο επιστημών Phänomena Bremerhaven της Γερμανίας, την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τους εκπαιδευτικούς, τον υπεύθυνο του κέντρου και τους μαθητές, τόσο από τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια, όσο και τις συνεντεύξεις, μπορούμε να συνοψίσουμε στα εξής συμπεράσματα :

Απαντώντας στο ερευνητικό μας ερώτημα, σχετικά με το βαθμό που λαμβάνει χώρα μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου κατά την αλληλεπίδραση μαθητών με εκθέματα ενός κέντρου επιστήμης, συνοψίζουμε πως τα διαδραστικά εκθέματα του κέντρου φαίνεται να μην μπορούν χωρίς την κατάλληλη υποστήριξη να επηρεάσουν τις αντιλήψεις των μαθητών. Οι μαθητές φαίνεται να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν και να εκτελούν τους πιθανούς χειρισμούς στο έκθεμα. Όμως οι εξηγήσεις τους για τα φαινόμενα που παρατηρούν φαίνεται να μην συμφωνούν με τις επιθυμητές επιστημονικές εξηγήσεις. Παρατηρείται, λοιπόν, οι δυσκολία των μαθητών στην επαγωγική σκέψη που απαιτείται ώστε να αντιληφθούν τα φυσικά φαινόμενα πίσω από τα εκθέματα. Αυτό έρχεται σε αντίθεση τόσο με την άποψη του υπευθύνου του κέντρου όσο και των εκπαιδευτικών για την δυνατότητα που παρέχουν τα εκθέματα μέσω αλληλεπίδρασης. Απαντώντας, λοιπόν, στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, διαφαίνεται μια αναντιστοιχία μεταξύ της μάθησης των μαθητών μέσω εκθεμάτων και των απόψεων σχετικά με αυτή από τους εκπαιδευτικούς και τους υπεύθυνους του κέντρου.

5. Βιβλιογραφία

- Achiam, M. F. (2013) A Content-oriented Model for Science Exhibit Engineering. *International Journal of Science Education*, Part B: Communication and Public Engagement, 3(3), 214-232.
- Cox-Peterson, A. M., Marsh, D.D., Kisiel, J. & Melber L.M. (2003). Investigation of Guided School Tours, Student Learning, and Science Reform Recommendations at a Museum of Natural History. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 200–218
- Euler, M. (2005). Schülerinnen und Schüler als Forscher: Informelles Lernen im Schülerlabor. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 16(90), 4-12.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: AltaMira.
- Faria, C., & Chagas, I. (2012). Investigating School- Guided Visits to an Aquarium: What Roles for Science Teachers? *International Journal of Science Education*, Part B, 3(2), 159-174
- Griffin, J., & Symington, D. (1997). Moving from Task- Oriented to Learning- Oriented Strategies on School Excursions to Museums. *Science Education*, 81, 763-779
- Kelly, L. (2007). *The Interrelationships between adult museum visitors' learning identities and their museum experiences*. Sydney: University of Technology.



Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Netherlands: Springer.

Scharfenberg, F., & Bogner, F (2014). Outreach Science Education: Evidence-Based Studies in a Gene Technology Lab. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(4), 329-341.



Συμπόσιο Μεταπτυχιακών Φοιτητών: Εισάγοντας την Επιστήμη, τη Μηχανική και την Τεχνολογία της Νανοκλίμακας στην Εκπαίδευση

Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης¹, Σπύρτου Άννα²

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης¹, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας²

Στο συμπόσιο αυτό, επιχειρείται μια προσέγγιση για την εισαγωγή στην εκπαίδευση της επιστήμης, της μηχανικής και της τεχνολογίας στη νανοκλίμακα (NEMT). Στόχος του συμποσίου είναι να δώσει βήμα σε φοιτητές Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών να παρουσιάσουν τις εργασίες τους σε ένα από το πιο σύγχρονα θέματα των Φυσικών Επιστημών, όπως είναι η NEMT αναπτύσσοντας δεξιότητες μετασχηματισμού του περιεχομένου. Οι εργασίες του συμποσίου χωρίζονται σε 2 ομάδες: Η πρώτη ομάδα αφορά προτάσεις για την ένταξη στην εκπαίδευση βασικών εννοιών της NEMT στην εκπαίδευση ενώ η δεύτερη αφορά προτάσεις σχεδίασης, ανάπτυξης, εφαρμογής και αξιολόγησης εκπαιδευτικού υλικού και διδακτικών παρεμβάσεων.

Master's Students' SYMPOSIUM

Introducing Science, Engineering & Technology of the NanoScale in Education

Hatzikraniotis Euripides¹, Spyrtou Anna²

Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki¹, Department of Primary Education, University of Western Macedonia²

This symposium attempts an introduction of the Nanoscale Science, Engineering & Technology (NSET) in education. The purpose of the symposium is to give postgraduate students the opportunity to present their work on one of the most modern subjects of Science, such as NSET, and thus to show their developed content transformation skills. The symposium consists of two parts: the first includes proposals for introducing basic concepts of NSET in education, while the second is related to the design, development, implementation and evaluation of educational material and teaching interventions.

Σύνοψη



Στο συμπόσιο αυτό, επιχειρείται μια προσέγγιση για την εισαγωγή στην εκπαίδευση της επιστήμης της μηχανικής και της τεχνολογίας στη ναοκλίμακα. Στόχος του συμποσίου είναι να δώσει βήμα σε φοιτητές Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών να παρουσιάσουν τις εργασίες τους σε ένα από το πιο σύγχρονα θέματα Φυσικής, όπως είναι η επιστήμη η μηχανική και η τεχνολογία της ναοκλίμακας (NSET) αναπτύσσοντας δεξιότητες μετασχηματισμού του περιεχομένου τους.

Η NSET είναι ένα αναδυόμενο πεδίο. Η ναοκλίμα περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό του οποίου τουλάχιστον μία διάσταση είναι 1 έως 100 νανόμετρα. Νέα και εκλεπτυσμένα εργαλεία επιτρέπουν τώρα στους επιστήμονες να διερευνήσουν και να κατανοήσουν αυτόν τον κόσμο στη ναοκλίμακα με τρόπους απρόβλεπτους μόνο λίγα έτη πριν. Σε αυτή την κλίμακα, τα υλικά παρουσιάζουν συχνά μη αναμενόμενες ιδιότητες που δεν παρατηρούνται σε άλλες κλίμακες. Βέβαια, οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει τη ναοτεχνολογία για εκατοντάδες χρόνια -χωρίς να το συνειδητοποιήσουν-, όπως στα αρχαία Αττικά αγγεία, στα βιτρό παράθυρα των γοθικών καθεδρικών ναών, στα Δαμασκινά σπαθιά. Τα επιτεύγματα των δημιουργών απεικόνιζαν τις εκπληκτικές δυνατότητες που επιτυγχάνεται με το χειρισμό της ύλης σε διαστάσεις ναοκλίμακας.

Ο αντίκτυπος της ναοτεχνολογίας στην παγκόσμια οικονομία αποτιμάται σε τρισεκατομμύρια και αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται καθώς αναπτύσσονται νέες εφαρμογές. Μόνο το 2014, εμφανίστηκαν στην αγορά περισσότερα από 1000 προϊόντα, από εταιρείες που τα προσδιορίζουν ως "νανο" προϊόντα. Οι μελλοντικοί πολίτες θα ζήσουν σε μια άκρως τεχνολογική κοινωνία, στην οποία θα πρέπει να είναι σε θέση να παίρνουν αποφάσεις, και αυτές οι αποφάσεις να βασίζονται σε ταχέως αναπτυσσόμενα επιστημονικά και τεχνολογικά δεδομένα. Συνεπώς, απαιτείται εγγραμματισμός σε θέματα NSET σε υψηλό βαθμό, όχι μόνο από τους σημερινούς μαθητές, αλλά και από τους ενήλικες. Ακολουθώντας αυτό τον προβληματισμό, τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον που εστιάζεται στην εισαγωγή του περιεχομένου της NSET στην εκπαίδευση.

Στο συμπόσιο αυτό, επιχειρείται μια προσέγγιση για την εισαγωγή της NSET στην εκπαίδευση. Οι εργασίες του συμποσίου χωρίζονται σε 2 ομάδες. Η πρώτη ομάδα αφορά εργασίες φοιτητών του ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία» (ΑΠΘ). Πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του μαθήματος «Σύγχρονα Θέματα Φυσικής και η Διδακτική τους». Αφορούν προτάσεις για την ένταξη στην εκπαίδευση βασικών εννοιών στην επιστήμη και τη μηχανική της ναοκλίμακας. Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι εργασίες:

- Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου της ναοεπιστήμης στο σχολείο μέσω της ενσωμάτωσης του δομικού στοιχείου «Μέγεθος και Κλίμακα».
- Πρόταση για την εισαγωγή της έννοιας της «Δομής της Ύλης στη Ναοκλίμακα» στην Β' βάρθμια Εκπαίδευση.
- Μια πρόταση για την εισαγωγή της έννοιας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη ναοκλίμακα» στη Β' βάρθμια εκπαίδευση.
- Μια πρόταση για την εισαγωγή στο σχολείο της έννοιας «Ιδιότητες που εξαρτώνται από το Μέγεθος» στη ναοκλίμακα.

Η δεύτερη ομάδα αφορά προτάσεις φοιτητών του ΔΠΜΣ «Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, το Περιβάλλον και την Τεχνολογία» (Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας), στα πλαίσια διπλωματικών εργασιών του ΠΜΣ. Αφορούν τη σχεδίαση, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού και διδακτικών παρεμβάσεων, σχετικών με θέματα που άπτονται της επιστήμης και της τεχνολογίας στη ναοκλίμακα. Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι εργασίες:

- Σχεδιασμός, ανάπτυξη και εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού σε πρόγραμμα ERASMUS+: ο πολιτισμός στην κλίμακα του νάνο μέσα από τα βιτρό της Αναγέννησης.



- Ανάπτυξη καινοτομικού animation στο Δημοτικό Σχολείο για το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας: βιβλιογραφική επισκόπηση.
- Ανάπτυξη του νανογραμματισμού εν ενεργεία εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο πλαίσιο ομότιμης καθοδήγησης.
- Η νανοτεχνολογία και η αξιοποίησή της στην προστασία της πολιτισμικής μας κληρονομιάς: Μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για παιδιά προσχολικής ηλικίας (πιλοτική εφαρμογή)



Μια πρόταση για την εισαγωγή της έννοιας της «Δομής της Ύλης στην Νανοκλίμακα» στην Β' βάρθμια Εκπαίδευση

Γιαλαβουζίδου Περιστερά¹, Ρέντη Άννα¹, Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης²

ΠΜΣ 'Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία', Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης¹

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης²

Περίληψη

Η επιστήμη και μηχανική νανοκλίμακας συνιστά έναν ταχέως ανερχόμενο κλάδο. Κρίνεται σκόπιμη η διδασκαλία των θεμελιωδών εννοιών από τις οποίες αυτή απαρτίζεται. Οι έννοιες αυτές, καλούνται Μεγάλες Ιδέες και είναι εννιά. Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρόταση για την εισαγωγή της έννοιας της « Δομής της Ύλης στην Νανοκλίμακα» στην Β' βάρθμια Εκπαίδευση και συγκεκριμένα στη Γ' Γυμνασίου στο πλαίσιο ενός Science Club. Προτείνεται ένας διδακτικός μετασχηματισμός στον οποίο το προς διδασκαλία περιεχόμενο οργανώνεται σε τρεις διδακτικές ενότητες, λαμβάνοντας υπόψη τις προϋπάρχουσες γνώσεις, τις πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις και δυσκολίες των μαθητών, σύμφωνα με το μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης.

Λέξεις Κλειδιά: Δομή της ύλης, Νανοκλίμακα, Ιεραρχική δομή, Μοντέλα, Διδακτική Μέθοδος

A proposal to introduce "Structure of Matter" in secondary Education

Gialavouzidou Peristera¹, Renti Anna¹, Hatzikraniotis Euripides²

Postgraduate Programme 'Didactics in Physics and Educational Technology', Physics Department,
Aristotle University of Thessaloniki¹

Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki²

Abstract

Nanoscale science and engineering is a rapidly emerging field. It is therefore appropriate teaching the fundamental notions of which it is composed. These notions are called Big ideas and they are nine. This project is proposal regarding an introduction of the concept "Nanoscale Structure of Matter" in Secondary Education, specifically at the 3rd Gymnasium within a Science Club. Especially, is suggested a didactical transformation in which the content structure for instruction is organized into three modules, taking into account the pre-existing knowledge, the possible alternative perceptions, misconceptions and difficulties of the students, according to the Model of Educational Reconstruction.

Keywords: Structure of Matter, Nanoscale, Hierarchy of Structures, Models, Teaching Method



1. Εισαγωγή

Η επιστήμη και η μηχανική νανοκλίμακας (Nanoscale Science and Engineering NSE) αποτελούν έναν ανερχόμενο κλάδο, τα διαρκώς αναπτυσσόμενα πεδία του οποίου, πρόκειται να συνεισφέρουν μελλοντικά κατά κόρον στην κοινωνία, εφαρμόζοντας τις μοναδικές ιδιότητες της ύλης στη νανοκλίμακα (1-100 nm) για τη δημιουργία νέων προϊόντων και τεχνολογιών. Προκειμένου οι σημερινοί μαθητές να λειτουργούν σε μια άκρως τεχνολογική κοινωνία και να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με την ταχεία επιστημονική πρόοδο, θα πρέπει να διαθέτουν υψηλό επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού.

Προς αυτή την κατεύθυνση, το 2006 μια αντιπροσωπευτική ομάδα ειδικών από τις ΗΠΑ, συνεργάστηκε για να καθορίσει τις εννιά Μεγάλες Ιδέες του NSE. Πρόκειται, για έννοιες θεμελιώδεις και απαραίτητες για την οικοδόμηση συνοχής στο πρόγραμμα σπουδών των επιστημών και είναι επιγραμματικά οι ακόλουθες: α) μέγεθος και κλίμακα, β) δομή της ύλης, γ) ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, δ) δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις, ε) αυτό-οργάνωση (self-assembly), στ) όργανα και μετρήσεις, ζ) Μοντέλα και προσομοιώσεις, η) NSE και κοινωνικές, ηθικές και νομικές επιπτώσεις και θ) Κβαντικά φαινόμενα (Stevens et al. 2009).

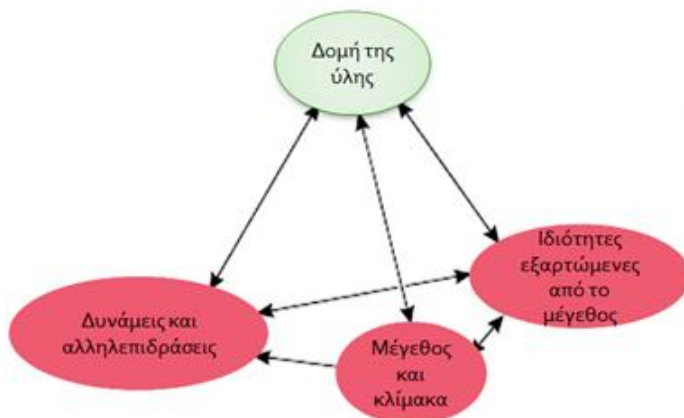
Η παρούσα εργασία, πραγματεύεται την έννοια «Δομή της Ύλης στην Νανοκλίμακα», τον τρόπο δηλαδή με τον οποίο η διάταξη των επιμέρους δομικών μονάδων μεγέθους νανοκλίμακας (άτομα, μόρια, δομές νανοκλίμακας) επηρεάζει τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά των μακροσκοπικών αντικειμένων. Η Δομή της Ύλης αποτελεί τη 2η από τις Μεγάλες Ιδέες και είναι αλληλένδετη με άλλες τρεις από αυτές. Πιο συγκεκριμένα, σχετίζεται με τις “Δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις”, το “Μέγεθος και κλίμακα” και τις “Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος” (Εικόνα 1). Αξίζει να σημειωθεί ότι, μέχρι πρόσφατα, υπήρχε περιορισμένη γνώση όσον αφορά τη συμπεριφορά της ύλης στη νανοκλίμακα. Τελευταίες ανακαλύψεις ωστόσο, προσέφεραν στους ερευνητές πρόσβαση σε αυτή τη μεταβατική περιοχή (10^{-9} έως 10^{-7} m) (νανοκλίμακα) οδηγώντας, σε νέα επίπεδα κατανόησης της δομής και της συμπεριφοράς της ύλης. Κατέστησαν έτσι τη «Δομή της Ύλης στη Νανοκλίμακα» μια από τις εννιά Μεγάλες Ιδέες. Στόχος της εν λόγω μελέτης, είναι η πρόταση ενός τρόπου ένταξης της ιδέας αυτής στο τρέχον πρόγραμμα σπουδών και συγκεκριμένα σε μαθητές Γ' Γυμνασίου, στο πλαίσιο ενός Science Club.

2. Μεθοδολογία

Η εργασία αυτή, πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Σύγχρονα Θέματα Φυσικής και η Διδακτική τους» (ΠΜΣ Διδακτικής του Αριστοτελείου). Βασιζόμενοι στο βιβλίο «The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering» (Stevens et al. 2009) και με σχετική αναζήτηση στο διαδίκτυο, διερευνήσαμε τη Μεγάλη Ιδέα που αφορά τη «Δομή της Ύλης στη Νανοκλίμακα». Καταλήξαμε έτσι, σε μια διδακτική πρόταση για την εισαγωγή της εν λόγω ιδέας στην εκπαίδευση, λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους και τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Η πρόταση αυτή βασίζεται στο μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction - MER), χωρίς όμως να το εξαντλεί, καθώς δεν πραγματοποιήθηκε πιλοτική εφαρμογή. Βασική αρχή του MER είναι ότι, η επιστημονική γνώση ενός συγκεκριμένου τομέα, θα πρέπει να μετασχηματιστεί σε ‘Γνώση προς διδασκαλία’. Το μοντέλο αυτό υλοποιείται σε 3 αλληλοεμπλεκόμενες φάσεις, οι οποίες είναι: η ανάλυση του περιεχομένου, η έρευνα για τις μαθησιακές δυσκολίες και η πιλοτική εφαρμογή (Duit, R.2007, Duit, R.et.al.2012).



Εικόνα 1: Αλληλένδετες με τη “Δομή της Ύλης Μεγάλες Ιδέες”



3. Αποτελέσματα

Η παρούσα εργασία απαρτίζεται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά την επιστημονική γνώση σχετικά με τη δομή της ύλης στη νανοκλίμακα, ενώ το δεύτερο πραγματεύεται τον τρόπο ένταξης της γνώσης αυτής στην β' βήθμια εκπαίδευση (διδακτικός μετασχηματισμός).

Η επιστημονική γνώση για τη Δομή της Ύλης στη Νανοκλίμακα

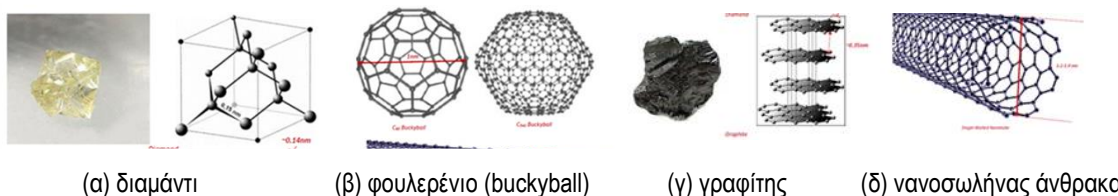
Σύμφωνα με την επιστήμη, η κατανόηση των ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς της ύλης στις διάφορες κλίμακες, προϋποθέτει την κατανόηση της δομής και των ιδιοτήτων των δομικών μονάδων από τις οποίες αυτή αποτελείται. Ιδιότητες που είναι κοινές για όλα τα άτομα σχετίζονται με κάποιες από τις ιδιότητες της ύλης που παρατηρούνται στη νανοκλίμακα. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την ατομική και την κινητική θεωρία α) τα άτομα και τα μόρια σε ένα στερεό βρίσκονται σε διαρκή, τυχαία δόνηση που εξαρτάται από τη θερμότητα του συστήματος (η θερμική κίνηση επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στη νανοκλίμακα) και β) οι δυνάμεις που κυριαρχούν στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ατόμων και μορίων είναι ηλεκτρικής φύσεως. Οι δύο αυτές ιδιότητες, είναι απαραίτητες για τον σχηματισμό και τη λειτουργία των συστοιχιών τόσο σε μοριακό επίπεδο όσο και στη νανοκλίμακα. Επειδή η θερμική κίνηση λαμβάνει χώρα στη μοριακή κλίμακα, τα αποτελέσματά της δεν είναι εμφανή στη μακροσκοπική κλίμακα.

Εν ολίγοις, το είδος των ατόμων και η διάταξή τους στο χώρο καθορίζουν την ταυτότητα και επηρεάζουν τις ιδιότητες του υλικού (π.χ. υδρογονάνθρακες - πεντάνιο/νεοπεντάνιο). Άλλα παραδείγματα που καθιστούν εμφανή τον τρόπο με τον οποίο ιδιότητες της νανοκλίμακας σχετίζονται με τις ειδικές ιδιότητες των συστατικών ατόμων, αποτελούν οι διάφορες μορφές ή αλλότροπα του άνθρακα (διαμάντι, γραφίτης, φουλερένια, νανοσωλήνες κ.λπ.), που φαίνονται στην Εικόνα 2. Οι μορφές καθαρού άνθρακα που διδάσκονται παραδοσιακά είναι το διαμάντι, ο γραφίτης και ο ξυλάνθρακας/ξυλοκάρβουνο. Κάθε μία από αυτές τις μορφές άνθρακα ωστόσο, έχει και μορφή νανοκλίμακας. Οι αδάμαντες και τα διαμαντοειδή είναι δομές νανοκλίμακας που ουσιαστικά αποτελούν μόρια διαμαντιού, οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (polyaromatic hydrocarbons PAHs) είναι μεμονωμένα μόρια γραφίτη και τέλος, ο άνθρακας nanofoam είναι μία ακόμη περίπτωση άμορφου άνθρακα. Σε κάθε μορφή, τα άτομα άνθρακα αλληλεπιδρούν διαφορετικά μεταξύ τους, οδηγώντας έτσι σε υλικά με πολύ διαφορετικές ιδιότητες. Το



διαμάντι αποτελείται από ένα εκτεταμένο τρισδιάστατο δίκτυο στο οποίο κάθε άτομο άνθρακα συνδέεται με άλλα τέσσερα άτομα άνθρακα (Εικόνα 2α). Είναι μονωτής και ένα από τα πιο σκληρά (μεταξύ των γνωστών έως τώρα) στοιχεία, με σκληρότητα 10 στην κλίμακα του Mohs. Από την άλλη, στον γραφίτη, κάθε άτομο άνθρακα συνδέεται μόνο με τρία άλλα άτομα. Τα άτομα σχηματίζουν απλά επίπεδα δακτυλίων ατόμων άνθρακα με έξι μέλη, τα οποία εν συνεχεία στοιβάζονται το ένα πάνω από το άλλο (Εικόνα 2γ). Ο γραφίτης είναι μια σχετικά μαλακή ουσία (σκληρότητα 2 στην κλίμακα του Mohs) και είναι αγωγός. Τα πιο πρόσφατα μοντέλα ξυλάνθρακα προτείνουν μια δομή που είναι ένας άμορφος συδυασμός αυτών τύπων αλληλεπιδράσεων. Υπάρχουν ακόμη και άλλα αλλότροπα του άνθρακα, που αποτελούν δομές ναοκλίμακας. Τα φουλερένια (buckminsterfullerenes) αλλιώς γνωστά και ως buckyballs, είναι κοίλα σφαιροειδή μόρια, τα οποία συνήθως είναι δομές αποτελούμενες από 60 άτομα άνθρακα που μοιάζουν με μικροσκοπικές μπάλες ποδοσφαίρου (Εικόνα 2β). Τα μεμονωμένα buckyballs είναι αρκετά σκληρά, ίσως σκληρότερα από το διαμάντι, αλλά σε συμπαγή (bulk) μορφή είναι σχετικά μαλακά. Σήμερα διερευνώνται πολλές ενδεχόμενες εφαρμογές των buckyball, συμπεριλαμβανομένης της πιθανής χρήσης τους ως λιπαντικά και ως υπεραγωγοί. Ένα άλλο αλλότροπο είναι ο νανοσωλήνας άνθρακα (carbon nanotube) (Εικόνα 2δ), ο οποίος είναι δομικά συσχετιζόμενος με τα buckyball. Πρόκειται για κυλινδρικά φουλερένια με εκτεταμένη δομή που μοιάζει με σωλήνα από σίρμα περίφραξης. Σαν υλικό, οι νανοσωλήνες άνθρακα παρουσιάζουν νέες ιδιότητες, όπως υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και αντίσταση στη θερμότητα και είναι ένα από τα ισχυρότερα και πλέον άκαμπτα υλικά που είναι γνωστά. Οι ξεχωριστές ιδιότητες των ατόμων άνθρακα επιτρέπουν τη δημιουργία πολλών διαφορετικών δομών, καθεμία από τις οποίες φέρει τις δικές της μοναδικές ιδιότητες. Από τα παραπάνω, γίνεται σαφές πως η κατανόηση των δομικών στοιχείων μιας δομής ή ενός υλικού, είναι σημαντική για την μετέπειτα κατανόηση της λειτουργίας και των ιδιοτήτων αυτής.

Εικόνα 2: Αλλοτροπικές μορφές άνθρακα



Επιπροσθέτως, το είδος και ισχύς των διατομικών αλληλεπιδράσεων, προσδιορίζονται από τη διάταξη των ηλεκτρονίων των εμπλεκόμενων ατόμων και την ηλεκτραρνητικότητα του ατόμου. Με παρόμοιο τρόπο, ο τύπος, η διάταξη και η κίνηση των δομικών στοιχείων και συστημάτων ναοκλίμακας (άτομα, μόρια, συστοιχίες ναοκλίμακας π.χ. αιμοσφαιρίνη) επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και καθορίζουν τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά ενός υλικού.

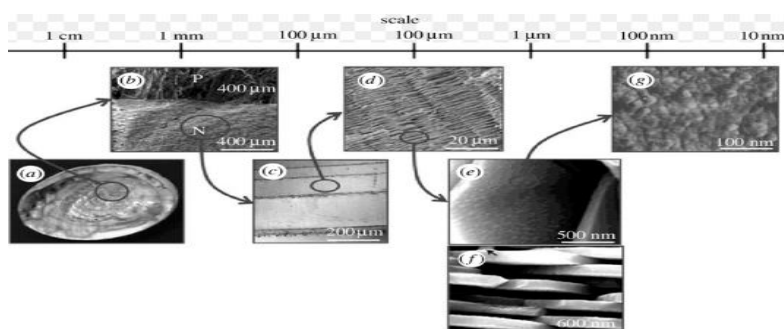
Ένα κλασικό παράδειγμα αποτελεί η αιμοσφαιρίνη (συστατικό ενός ερυθρού αιμοσφαιρίου υπεύθυνου για τη μεταφορά οξυγόνου), όπου η αλλαγή μιας και μόνο δομικής μονάδας μεταβάλλει τη λειτουργία της. Η απλή τροποποίηση στην αλληλουχία αμινοξέων (γλουταμινικό οξύ προς βαλίνη) εντός της συγκεκριμένης πρωτεΐνης, είναι η αιτία της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας (Finch et al. 1973).

Τέλος, τα ιεραρχικά επίπεδα δομής που καθιστούν ένα απλό υλικό, πολυλειτουργικό, είναι κοινά για όλα τα φυσικά υλικά (Campbell 2004). Στην εικόνα 3, διακρίνονται τα δομικά στοιχεία ναοκλίμακας των κοχυλίων, τα οποία εξαιτίας της διάταξής τους παρέχουν μεγαλύτερη ανοχή στα δομικά ελαττώματα, συνεισφέροντας έτσι στη διατήρηση της βέλτιστης αντοχής (Gao et al. 2003). Καθώς οι επιστήμονες και



οι μηχανικοί αναπτύσσουν διαρκώς καλύτερα μέσα κατασκευής και χειρισμού των υλικών νανοκλίμακας, θα μπορέσουν να αξιοποιήσουν αυτό το δομικό πλεονέκτημα, χρησιμοποιώντας δομικά στοιχεία νανοκλίμακας στα υπό σχεδίαση υλικά.

Εικόνα 3: Ιεραρχική δομή κοχυλιού



Η ένταξη στην Εκπαίδευση

Για την δημιουργία μιας μαθησιακής ακολουθίας που θα έχει ως στόχο την κατανόηση της Δομής της Ύλης στη Νανοκλίμακα, πρωταρχικό μέλημα πρέπει να αποτελεί η γνώση των ιδεών των μαθητών σχετικά με την νανοτεχνολογία (Πέικος κ.α. 2016). Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές τείνουν να μην αντιλαμβάνονται ότι ένα υλικό μπορεί να χαρακτηρίζεται από ιεραρχία δομών. Για παράδειγμα, βλέποντας ένα οστό δεν αντιλαμβάνονται ότι αυτό μπορεί να αποτελείται από μικρότερες δομές, καθώς αυτές δεν είναι αντιληπτές με γυμνό μάτι. Επίσης, οι μαθητές δεν έχουν αίσθηση του διαφορετικού μεγέθους των δομών που εντάσσονται σε κάθε ιεραρχικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, θεωρούν ότι οι δομές που δεν είναι αντιληπτές με γυμνό μάτι είναι όλες του ίδιου μεγέθους.

Μελετώντας αυτές τις ιδέες, προτείνεται ο διαχωρισμός της σχολικής γνώσης να γίνει σε τρεις διδακτικές ενότητες με το εξής περιεχόμενο:

α) Δομή και σύσταση των υλικών. Με το πέρας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να έχουν κατανοήσει ότι όλα τα φυσικά υλικά αποτελούνται από ιεραρχικές δομές που εντάσσονται σε διαφορετικά ιεραρχικά επίπεδα, όπως στο παράδειγμα με το ανθρώπινο οστό (Εικόνα 3). Προκειμένου να γίνει αντιληπτή η έννοια της ιεραρχικής δομής μπορούν να αξιοποιηθούν ως μετασχηματισμένο παράδειγμα δύο αλληλουχίες εικόνων (Εικόνα 4). Η πρώτη εξ αυτών περιλαμβάνει εικόνες από το google map, όπου ξεκινώντας από τη φωτογραφία μιας πόλης καταλήγει στη φωτογραφία μιας γειτονιάς, ενώ η δεύτερη αφορά εικόνες της δομής ενός ανθρώπινου οστού εμβαθύνοντας σε αυτό με διαδοχικές μεγεθύνσεις. Με αυτό το παράδειγμα, οι μαθητές θα μπορέσουν να αντιληφθούν και να κατανοήσουν την έννοια της ιεραρχικής δομής στη νανοκλίμακα, αφού θα κληθούν να τη συγκρίνουν με ένα οικείο παράδειγμα από τον μακρόκοσμο.

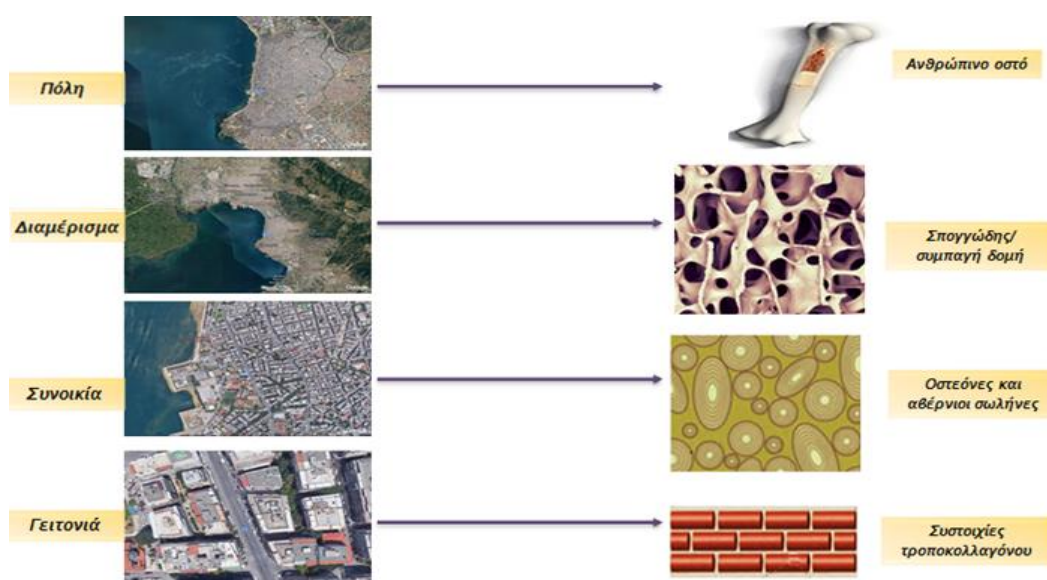
Η εικόνα 5 αποτελεί τον προτεινόμενο τρόπο οργάνωσης της πρώτης διδακτικής ενότητας. Περιλαμβάνει τις προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών, τις εναλλακτικές τους ιδέες, τις πιθανές δυσκολίες που θεωρητικά αντιμετωπίζουν καθώς και το τι οφείλουν να γνωρίζουν στο πέρας αυτής. Σημειώνεται ότι με τον ίδιο τρόπο μπορούν να οργανωθούν και οι δύο άλλες ενότητες.

β) Ιδιότητες της Ύλης. Με το πέρας αυτής οι μαθητές θα πρέπει να έχουν κατανοήσει ότι η λειτουργία και οι ιδιότητες των δομών που περιλαμβάνονται σε κάθε ιεραρχικό επίπεδο εξαρτώνται τόσο από τη διάταξη όσο και από την αλληλεπίδραση των δομικών μονάδων από τις οποίες αποτελείται αυτή η δομή.



Προκειμένου να γίνει αντιληπτή η εξάρτηση από τη διάταξη προτείνεται να χρησιμοποιηθούν ως παράδειγμα οι υδρογονάνθρακες (Εικόνα 6) ενώ, προκειμένου να γίνει αντιληπτή η εξάρτηση από τον τρόπο αλληλεπίδρασης τα αλλότροπα του άνθρακα. Πιο συγκεκριμένα, οι υδρογονάνθρακες είναι μια κατηγορία ουσιών που αποτελούνται από συνδυασμούς μεμονομένων ατόμων άνθρακα και υδρογόνου. Επειδή όλοι οι υδρογονάνθρακες αποτελούνται από το ίδιο είδος ατόμων, τα υλικά αυτής της κατηγορίας ενώσεων έχουν πολλές κοινές ιδιότητες. Εντούτοις, η διάταξη των ατόμων παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στις ιδιότητες του υλικού. Το πεντάνιο και το νεοπεντάνιο, για παράδειγμα, αποτελούνται από πέντε άτομα άνθρακα και δώδεκα άτομα υδρογόνου, αλλά εξαιτίας της διαφορετικής διάταξης των ατόμων αυτών στο χώρο, τα δύο υλικά εμφανίζουν διαφορετικές (φυσικές) ιδιότητες, πχ. σημείο ζέσης 36°C για το πεντάνιο & μόλις 9.5°C για το νεοπεντάνιο.

Εικόνα 4: Παράδειγμα Ιεραρχικής Δομής



γ) Ιεραρχική δομή και τις ιδιότητες. Στόχος είναι οι μαθητές να κατανοήσουν ότι τα ιεραρχικά επίπεδα καθιστούν ένα απλό υλικό πολυλειτουργικό και ότι ένα μόνο δομικό στοιχείο μπορεί να επηρεάσει τις ιδιότητες και τη λειτουργία όλου του υλικού. Προκειμένου να καταστεί αντιληπτό αυτό από τους μαθητές, προτείνεται να αξιοποιηθεί ως παράδειγμα η αιμοσφαιρίνη, στην περίπτωση της οποίας αλλάζοντας 2 μόνο από τα εκατοντάδες αμινοξέα από τα οποία αυτή αποτελείται, μεταβάλλεται όλη η λειτουργία της.

Για την επιτυχή διεκπεραίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, προτείνουμε τη χρήση προσομοιώσεων¹, Εικόνων (Εικόνες 4, 6, 7) και διαγραμμάτων (Εικόνα 5), ώστε οι μαθητές να έχουν εποπτική αντίληψη της διδακτέας ύλης.

Ο βαθμός αποτελεσματικότητας του προτεινόμενου διδακτικού μετασχηματισμού μπορεί να αξιολογηθεί θέτοντας στους μαθητές κατάλληλες ερωτήσεις.

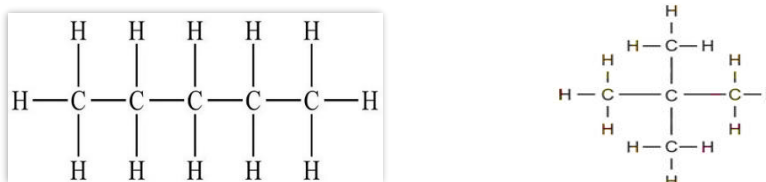
¹ Προσομοιώσεις : <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10402?locale=el>
<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1683?locale=el>



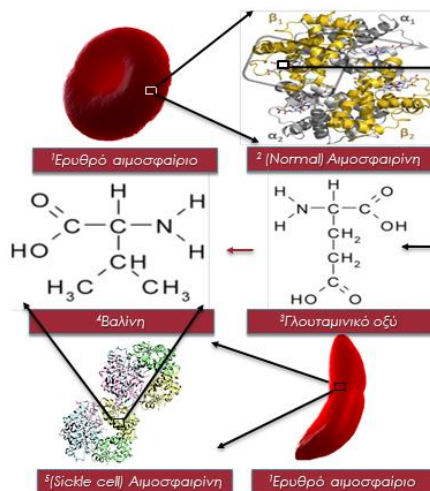
Εικόνα 5: Διάγραμμα περιεχομένου 1^{ης} διδακτικής ενότητας



Εικόνα 6: Παράδειγμα Υδρογονανθράκων (αριστερά : πεντάνιο, δεξιά: νεοπεντάνιο)



Εικόνα 7: Παράδειγμα Ιεραρχικής Δομής και Ιδιοτήτων





4. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία πρόταση για την εισαγωγή της έννοιας της δομής της ύλης στη ναοκλίμακα σε μαθητές Γ' Γυμνασίου στο πλαίσιο ενός Science Club. Η σχεδίαση της διδακτικής πρότασης βασίστηκε στο μοντέλο του MER χωρίς όμως να το εξαντλεί. Σύμφωνα με αυτό, αφού έγινε η βιβλιογραφική επισκόπηση της επιστημονικής γνώσης, απομονώθηκε η κεντρική ιδέα που σε συνδυασμό με τις πιθανές δυσκολίες των μαθητών οδήγησε στο περιεχόμενο προς διδασκαλία. Το περιεχόμενο αυτό οργανώθηκε σε 3 διδακτικές ενότητες: 1. Δομή και σύσταση των υλικών, 2. Ιδιότητες της ύλης και 3. Ιεραρχική δομή και ιδιότητες. Πρότασή μας, είναι να διερευνηθεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης της παρούσας διδακτικής παρέμβασης και αποτελεσματικότητα αυτής, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς του ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος.

5. Βιβλιογραφία

Πέικος Γ., Σπύρτου Α., & Μάνου Λ. (2016), "Ταξινόμηση και σειροθέτηση αντικειμένων για την κατανόηση του μεγέθους στην κλίμακα του νάνο από μαθητές Δημοτικού Σχολείου", Μ. Σκουμιός & Χ. Σκουμπούρη (Επιμ.). Πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις;» (σσ. 169-205). Ρόδος: Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου

Campbell, C. T. (2004, October 8). *The active site in nanoparticle gold catalysis*. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1104246>

Duit, R. (2007) *Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), p.p.3-15

Duit, R., Gropengiesser, H., Kattmann, U., Komorek, M., Parchmann, I. (2012). *The model of educational reconstruction—A framework for improving teaching and learning science*. In D. Jorde, J. Dillon (eds) *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education*, vol 5. Rotterdam: Sense Publishers.

Finch, J. T., Perutz, M. F., Bertles, J. F., & Döbler, J. (1973). *Structure of sickled erythrocytes and of sickle-cell hemoglobin fibers*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 70(3), 718–722. <https://doi.org/10.1073/pnas.70.3.718>

Gao, H., Ji, B., Jäger, I. L., Arzt, E., & Fratzl, P. (2003). *Materials become insensitive to flaws at nanoscale: Lessons from nature*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(10), 5597–5600. <https://doi.org/10.1073/pnas.0631609100>

Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. *School of Education*, 1–84. Retrieved from http://www.rsc.org/images/Misconceptions_update_tcm18-188603.pdf

Stevens, S., Sutherland L., Krajcik J. (2009). *The 'big ideas' of nanoscale science and engineering*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.



Η νανοτεχνολογία και η αξιοποίησή της στην προστασία της πολιτισμικής μας κληρονομιάς: Μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για παιδιά προσχολικής ηλικίας

Όλγα Κρεμμύδα¹, Πηνελόπη Παπαδοπούλου¹, Γιάννης Καρατάσιος², Άννα Σπύρτου¹

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας¹, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος²

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η πιλοτική αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για την Νανοτεχνολογία ως τρόπο συντήρησης των πολιτιστικών μας μνημείων για παιδιά προσχολικής ηλικίας. Παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο, στο οποίο βασίστηκε ο σχεδιασμός, η πιλοτική αξιολόγηση της ΔΜΑ σε μαθητές προσχολικής ηλικίας κατά την εφαρμογή της σε μη τυπικό εκπαιδευτικό περιβάλλον (επιστημονικό κέντρο). Επιχειρήθηκε να ελεγχθεί πρωτίστως, η πιθανή βελτίωση της κατανόησης απλών επιστημονικών εννοιών και εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας καθώς και πώς ένα περιβάλλον μη τυπικής εκπαίδευσης μπορεί να συμβάλλει στην μάθηση των παιδιών.

Λέξεις-κλειδιά: Νανοτεχνολογία, προσχολική ηλικία, κατανόηση, μη τυπική εκπαίδευση, πολιτιστική κληρονομιά

Nanotechnology and its exploitation in the protection of our cultural heritage: A Teaching Learning Sequence for Preschool Children

Olga Kremmyda¹, Penelope Papadopoulou¹, Ioannis Karatasios², Anna Spyrtou¹

¹University of Western Macedonia, ²NCSR Demokritos

Abstract

The aim of this study was the design, development, implementation and pilot assessment of a Teaching Learning Sequence (TLS) for Nanotechnology as a way of preserving our cultural heritage for preschoolers. The theoretical framework on which the design was based is presented as well the first implementation of the TLS to preschool students to a non-formal educational environment (scientific center). Our intention was to test, primarily, the possible improvement on the understanding simple scientific concepts and applications of Nanotechnology and how an environment of non-formal education can contribute to the learning of children.

Keywords: Nanotechnology, key words, understanding, non-formal education, cultural heritage



1. Εισαγωγή

Η πολιτιστική κληρονομιά, αποτελεί το κληροδότημα που δεχθήκαμε από το παρελθόν, αυτήν η οποία ζούμε σήμερα και πρέπει να προστατέψουμε και να διατηρήσουμε για τις μελλοντικές γενεές. Λόγω της μεγάλης αξίας και σημασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, είναι σημαντική η ευαισθητοποίηση των πολιτών και των παιδιών από σχολική κιόλας ηλικία. Είναι αναγκαίο, τα μικρά παιδιά να αλληλοεπιδράσουν με τα μνημεία καθώς και να μάθουν ότι εκείνα φθείρονται και καταστρέφονται. Η ανάπτυξη αξιών και αρχών που πρέπει να εμπνεύσει το σχολείο στους μαθητές αποτελεί διδακτικό στόχο για την ανάπτυξη του συναισθηματικού τους τομέα (Γεωργιάδου, 2016).

Με τον όρο φθορά, εννοούμε ότι οι φυσικές πέτρες των μνημείων χάνουν την αρχική τους συνοχή και τα χαρακτηριστικά τους καθώς και οι διαστάσεις τους αλλοιώνονται με αποτέλεσμα να υποβαθμιστούν αισθητικά λόγω ενός συνόλου περιβαλλοντικών παραγόντων (όπως π.χ. όξινη βροχή, μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα) με την πάροδο του χρόνου (Γεωργιάδου, 2016). Επιπλέον, ανάλογα με τους παράγοντες που τις προκαλούν, διάφορα είδη φθοράς εμφανίζονται μέχρι ένα ορισμένο βάθος (επιπέδου ναοκλίμακας) της επιφάνειας των υλικών αυτών.

Γνώσεις για τα υλικά και την συντήρησή τους που παράγονται από ένα νέο επιστημονικό πεδίο της Νανοεπιστήμης- Νανοτεχνολογίας- (NE-T), συνεισφέρουν στην συντήρηση μνημείων με τον σχεδιασμό κονιαμάτων αποκατάστασης για σημαντικές φθορές όπως η ζαχαροειδής φθορά και η μαύρη κρούστα που παρατηρούνται στα μαρμάρινα μνημεία (Michaloroulou, 2014) (Dillmann et al, 2016). Ένα τέτοιο κονίαμα είναι νανοσωματίδια υδροξειδίου του ασβεστίου ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) σε σχήμα εξάγωνου ναοκρυστάλλου, διαλυμένα σε νερό. Το διάλυμα αυτό εφαρμόζεται στην επιφάνεια του μαρμάρινου υλικού, διεισδύει στις πόρους για το μάτι μικρορωγμές, αντιδρά με το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), σχηματίζοντας ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) και αποκαθιστά τις φθορές του μαρμάρου.

Η εκπαιδευτική αξία της NE-T, συνίσταται στο ότι αποτελεί μια τεχνολογία αιχμής, μπορεί να συνδυαστεί με διερευνητικές δραστηριότητες και να εξάψει το ενδιαφέρον των παιδιών για τις Φυσικές Επιστήμες (Σπύρτου et al, 2018). Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι οι βασικές επιστημονικές έννοιες και δεξιότητες αρχίζουν να αναπτύσσονται ήδη από την παιδική ηλικία και η έκθεση σε τέτοιες εμπειρίες μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη της αναλυτικής σκέψης των παιδιών (Saudi et Sigauke, 2017). Τέλος, όσο αφορά το περιβάλλον μη τυπικής εκπαίδευσης, έχει επισημανθεί ότι η γνώση που αποκτάται σε εξωσχολικό ή θεσμοθετημένο περιβάλλον όπως τα μουσεία, οι εκθέσεις και τα τεχνικά κέντρα είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς όπως προαναφέρθηκε επιδιώκονται και συναισθηματικοί στόχοι εκτός από γνωστικοί (Καριώτογλου, 2004).

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η αξιολόγηση μιας ΔΜΑ για την διδασκαλία εφαρμογής της NE-T στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και πιο συγκεκριμένα, στην συντήρηση και αποκατάσταση των μνημείων. Η ΔΜΑ σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για παιδιά προσχολικής ηλικίας, με την μέθοδο που περιγράψαμε στην προηγούμενη παράγραφο.

2. Μεθοδολογία

Η ΔΜΑ

Η ΔΜΑ (Πίνακας 1) εφαρμόστηκε στο ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος». Στην έρευνα πιλοτικής αξιολόγησης της ΔΜΑ συμμετείχαν 13 μαθητές (8 αγόρια και 5 κορίτσια) τα οποία ήταν προσχολικής ηλικίας (4-5 χρόνων), και φοιτούσαν σε ιδιωτικό εκπαιδευτήριο της Αθήνας.



Η ΔΜΑ (Πίνακας 1) διαρθρώθηκε σε πέντε δραστηριότητες με διερευνητικό χαρακτήρα και περιλάμβανε καλλιέργεια κριτικής σκέψης, παρατήρηση και εφαρμογή ενός απλού πειράματος προσαρμοσμένο στην ηλικιακή ομάδα των παιδιών.

Για την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών και της καλύτερης κατανόησης της διαδικασίας του πειράματος, κατασκευάστηκε ένα έκθεμα-προσομοίωση των φθορών στα μαρμάρινα αγάλματα του νανόκοσμου - έτσι ώστε να αλληλοεπιδράσουν τα ίδια κατά την διάρκεια των δραστηριοτήτων. Επιπροσθέτως, χρησιμοποιήθηκε μια κούκλα για να αφηγηθεί την ιστορία στους μαθητές καθώς και ένας επιστήμονας που τους έδωσε πληροφορίες για να εκτελέσουν τις δραστηριότητες.

Μαθησιακοί Στόχοι της ΔΜΑ: Οι μαθητές

- να είναι ικανοί να περιγράψουν την μέθοδο νανοσωματιδίων ανθρακικού ασβεστίου για την αποκατάσταση μαρμάρινων φθορών χρησιμοποιώντας μετασχηματισμένους όρους νανογραμματισμού.
- να αναπτύξουν και να εξασκήσουν δεξιότητες επιστημονικής διερεύνησης.
- να γνωρίσουν επαγγέλματα και κλάδους της επιστήμης, τα οποία βοηθούν στην συντήρηση της πολιτισμικής κληρονομιάς.
- να ευαισθητοποιηθούν πολιτισμικά.

Η αξιολόγηση της ΔΜΑ

Με τη χρήση πολλαπλών μεθόδων της ποιοτικής έρευνας, η ΔΜΑ εξετάστηκε μέσα από διαφορετικές οπτικές γωνίες για μια ολική παρουσίαση του θεμάτων που αντανάκλασαν στα ερευνητικά ερωτήματα. Για να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα χρησιμοποιήθηκαν οι ποιοτικές μέθοδοι: η μη-συμμετοχική παρατήρηση της διαδικασίας, οι ημι-δομημένες συνεντεύξεις, η συλλογή ιχνογραφημάτων των μαθητών.

Στην μη-συμμετοχική παρατήρηση, κατά την διάρκεια της εφαρμογής της ΔΜΑ, υπήρχαν τρεις παρατηρητές που παρακολουθούσαν και κρατούσαν σημειώσεις για το αν υπήρχαν δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές και πού, χρειάστηκαν περισσότερη βοήθεια ή καθόλου, σε ποιο στάδιο φάνηκε να διασκεδάζουν περισσότερο ή λιγότερο.

Στην συνέχεια, κατά την διάρκεια της πέμπτης δραστηριότητας, ζητήθηκε από τα παιδιά να αναπαραστήσουν τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες μπορούν να «γιατρέψουν» τις «πληγές» των μαρμάρινων αγαλμάτων και να επεξηγήσουν τα ιχνογραφήματά τους χρησιμοποιώντας τον προφορικό λόγο. Με αυτόν τον τρόπο συλλέχθηκαν πληροφορίες όσο αφορά το επίπεδο κατανόησής τους και τις αντιλήψεις τους για την διαδικασία αποκατάστασης των φθορών στο νανο-επίπεδο.

Κατά την διάρκεια των συνεντεύξεων, οι ερωτήσεις που έγιναν ήταν κλειστού και ανοιχτού τύπου. Οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου ήταν:

- Ποιο είναι το «φάρμακο» που θα κάνει καλά τα μαρμάρινα αγάλματα όταν θα έχουν «πληγές»; Πώς ονομάζεται;
- Ποιοι βοήθησαν το φάρμακο να μπει στο εσωτερικό του νανόκοσμου για να γίνουν καλά;
- Πώς ακριβώς τα βοήθησαν;

Οι ερωτήσεις κλειστού τύπου έγιναν με την βοήθεια ενός φύλλου εργασίας στο οποίο οι μαθητές επέλεξαν την σωστή απάντηση. Οι κύριοι άξονες ερωτήσεων ήταν:



Πίνακας 1. Παρουσίαση της ΔΜΑ

Δραστηριότητα	Τίτλος	Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα	Διδακτικές Ενέργειες
Δραστηριότητα 1	Η ιστορία της Ξεναγούλας	Προβληματισμός των μαθητών και μια πρώτη προσέγγιση με τα μνημεία και την σημασία τους για εμάς.	Αφήγηση της Ιστορίας Συζήτηση με τους μαθητές
Δραστηριότητα 2	Παρατήρηση	Κατανόηση του μεγέθους και της χρήσης του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου	Προσομοίωση των φθορών των μαρμάρινων αγαλμάτων: Παρατήρηση της φθοράς του μαρμάρου στον νανόκοσμο (έκθεμα). Συζήτηση για το μέγεθός.
Δραστηριότητα 3	Συνάντηση με τον επιστήμονα	Γνωριμία με το επάγγελμα του επιστήμονα και κατανόηση της διαδικασίας του πειράματος	Διατύπωση ερωτήσεων προς τον επιστήμονα Συλλογή πληροφοριών για το πρόβλημα της Ξεναγούλας
Δραστηριότητα 4	Αναπαράσταση του σχήματος του φαρμάκου για τα μαρμάρια αγάλματα των νανοσωματιδίων $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (υλικού αποκατάστασης των φθορών)	Αντιστοίχιση των πληροφοριών που τους δόθηκαν με την διαδικασία του πειράματος	Αναπαράσταση του σχήματος του φαρμάκου για τα αγάλματα Εφαρμογή του φαρμάκου στην προσομοίωση του νανόκοσμου Έλεγχος των αποτελεσμάτων
Δραστηριότητα 5	Ιχνογραφήματα	Αποτύπωση της διαδικασίας του πειράματος στο χαρτί και έκφραση της εμπειρίας	Κατασκευή της δικής τους αφίσας για την λύση στο πρόβλημα της Ξεναγούλας Καταγραφή των συμπερασμάτων



- Με ποιο όργανο παρατήρησης μπορούμε να δούμε τον νανόκοσμο;
- Τι σχήμα έχει το «φάρμακο» για τις πληγές των μαρμάρινων αγαλμάτων;
- Τι επιπλέον υλικά χρειάζονται για να το οδηγήσουν στον νανοκοσμο;

Οι κύριοι άξονες ανάλυσης των συνεντεύξεων ήταν:

1. Μετασχηματισμένες επιστημονικές έννοιες που αναφέρονται σωστά από τους μαθητές και τις αιτιολογήσεις τους.
2. Αντιλήψεις που είχαν για την εφαρμογή του πειράματος.
3. Κατανόηση της διαδικασίας του.

3. Αποτελέσματα

Από την πρώτη ανάλυση των δεδομένων της πιλοτικής εφαρμογής, καταγράφηκαν από τους τρεις παρατηρητές στοιχεία που βοήθησαν στην ανατροφοδότηση, αξιολόγηση και βελτίωση των δραστηριοτήτων.

Επιπλέον, συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν τα ιχνογραφήματα των μαθητών και δημιουργήθηκαν ατομικά προφίλ για την εμφάνιση του επιπέδου πολυπλοκότητας των γνώσεων που αποκόμισε ο κάθε μαθητής από την διαδικασία αποκατάστασης των φθορών με χρήση της NE-T. Ακόμη, παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά χρησιμοποίησαν τις επιστημονικές έννοιες που τους είχε εξηγήσει ο επιστήμονας κατά την διάρκεια της ΔΜΑ. Πιο συγκεκριμένα:

- 11 παιδιά αναφέραν ως νανοεξάγωνο ή εξάγωνο νάνος, στο υλικό για την αποκατάσταση των φθορών (το φάρμακο για να γίνουν καλά οι πληγές).
- 9 μαθητές αναφέρθηκαν στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ως το κατάλληλο όργανο παρατήρησης που μπορούμε να δούμε τις μικροφθορές (μικρές «πληγές») των μαρμάρινων αγαλμάτων.
- Όλοι οι μαθητές επέλεξαν σωστά το εξάγωνο σχήμα που θυμίζει το υλικό που αποκαθιστά τις φθορές του μαρμάρινου αγάλματος.
- Η πλειοψηφία των μαθητών ανέφερε σωστά τα υλικά που χρησιμοποίησαν για την αποκατάσταση της φθοράς στα αγαλματίδια. Αντίθετα, πέντε μαθητές τα υποκατέστησαν με φυσικά φαινόμενα.

4. Συμπεράσματα

Από την παρατήρηση της εφαρμογής και τα αποτελέσματα, συμπεραίνεται ότι οι μαθητές, είναι ικανοί να περιγράψουν επαρκώς ένα πείραμα/μέθοδο αποκατάστασης των μνημείων με την NE-T. Οι μαθητές, χρησιμοποίησαν μετασχηματισμένους όρους νανογραμματισμού για να προσδιορίσουν το μέγεθος του υλικού και τους παράγοντες που συνέβαλαν στην αποκατάσταση των φθορών. Ωστόσο, στοιχεία που συνδέονται με καιρικά φαινόμενα που αναφέρθηκαν από τα παιδιά κατά την επεξήγηση των ιχνογραφημάτων τους φαίνεται να είναι μακριά από τα μαθησιακά αποτελέσματα. Επιπλέον, οι μαθητές αντιλήφθηκαν ότι για να δουν την νανοκλίμακα χρειάζεται κάτι πιο ισχυρό και περίπλοκο από έναν φακό καθώς και χρησιμοποίησαν το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο για να δουν καλύτερα τον νανόκοσμο. Επιπροσθέτως, οι μαθητές ήταν ενεργοί και πρόθυμοι. Το επιστημονικό περιεχόμενο που διδάχθηκε διαρθρώνοντας το με κατάλληλους μαθησιακούς στόχους, αλλά και μετατρέποντάς το σε ένα πρόβλημα προς λύση φαίνεται να έδωσαν κίνητρο στους μαθητές να συνεχίσουν. Ο χειρισμός της προσομοίωσης ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέγειρε την φαντασία και την περιέργειά τους για να διερευνήσουν αυτό το



καινούργιο φαινόμενο. Τέλος, η προσέγγιση της μάθησης έπαιξε σημαντικό ρόλο όντας σε περιβάλλον μη τυπικής εκπαίδευσης, το οποίο ήταν ελκυστικό και τους βοήθησε να μάθουν σε ένα διαφορετικό μαθησιακό πλαίσιο.

5. Βιβλιογραφία

Γεωργιάδου, Τ. (2016). *Προστατεύουμε την Πολιτιστική μας Κληρονομιά*. Καβάλα: Σαΐτα.

Καριώτογλου, Π. (2004). Επισκέψεις μαθητών σε Επιστημονικά και Τεχνολογικά Μουσεία: διδακτικές και ερευνητικές όψεις. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή ΝΤ στην εκπαίδευση*, 45-51. Θεσσαλονίκη.

Σπύρτου, Α., Μάνου, Λ., Πέϊκος, Γ., Παπαδοπούλου, Π. (2018). *Διερευνώντας τα μυστικά του Νανόκοσμου*, 19-25. Αθήνα: Gutenberg.

Dillmann, P., Bellot, G.L., Nenner, I. (2016). *Nanoscience and Cultural Heritage*. Paris, France: Atlantis Press.

Michalopoulou, A. (2014). The effect of different consolidation treatments on the performance characteristics of natural stones, School of Science, University of Bologna, Italy.

Saudi, T., Sigauke, E. (2017, April 19). The use of a Museum Based Science Centers to Expose Primary School Students in Developing Countries to Abstract Complex Concepts of Nanoscience and Nanotechnology. *Journal of Science Education Technology*, 26, 1-11. doi: 10.1007/s10956-017-9692-2



Ανάπτυξη καινοτομικού animation στο Δημοτικό Σχολείο για το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας: βιβλιογραφική επισκόπηση

Ουρανία Μακαρίου, Άννα Σπύρτου, Βασίλειος Μπούζας

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η Νανοτεχνολογία εξειδικεύεται στη μελέτη δομών με διαστάσεις νανοκλίμακας. Τα μεγέθη αυτά βρίσκονται μακριά από την αισθητηριακή μας αντίληψη και ως εκ τούτου παρουσιάζει δυσκολίες η προσέγγιση και κατανόησή τους. Τα οπτικοακουστικά υλικά προβάλλονται ως μέσα που μπορούν να συνεισφέρουν στην αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης. Υπό αυτήν την οπτική, στην παρούσα εργασία, περιγράφεται η μεθοδολογία για την ανάπτυξη ενός οπτικοακουστικού υλικού σε μορφή animation με θέμα την όψη του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας που αφορά το Μέγεθος. Ειδικότερα παρουσιάζουμε το πρώτο βήμα, αυτό της βιβλιογραφικής επισκόπησης. Τα αποτελέσματα της επισκόπησης θα χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία διδακτικά μετασχηματισμένου σεναρίου για μαθητές Δημοτικού Σχολείου.

Λέξεις-κλειδιά: Νανοτεχνολογία, Animation, Εικαστική εκπαίδευση, Δημοτικό Σχολείο

Development of an innovative audiovisual material for the introduction of Nanotechnology in primary school: A review of the literature

Ourania Makariou, Anna Spyrtou, Vasileios Bouzas

University of Western Macedonia

Abstract

Nanotechnology studies nanoscale structures. Their dimensions are far from our sensory perception and therefore their approach and understanding meet difficulties. Audiovisual materials are considered as means that can contribute to face this challenge. In this context, the present work describes the methodology for the development of a specific audiovisual type namely animation, in order to approach a particular aspect of the Nanotechnology content, the Size. Specifically, we present the first step, the literature review. The results will be used to create a didactically transformed script addressing to elementary school students.

Keywords: Nanotechnology, Animation, Art Education, Primary education



Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET) αποτελεί ένα σύγχρονο αναδυόμενο πεδίο έρευνας, που μελετά τις ιδιότητες των υλικών σε μία περιοχή μεγεθών περίπου 1-100nm, η οποία χαρακτηρίζει τη νανοκλίμακα. Ήδη, στο εμπόριο κυκλοφορούν προϊόντα τα οποία προκύπτουν ως απόρροια της έρευνας αυτής, όπως αυτοκαθαριζόμενες και υδρόφοβες επιφάνειες, σκελετοί ποδηλάτου, επιθέματα για πληγές κτλ. Παράλληλα, η ανάπτυξη της N-ET έχει οδηγήσει ερευνητές της Διδακτικής της N-ET να μελετήσουν τις προοπτικές εισαγωγής της N-ET στην εκπαίδευση. Τα επιχειρήματα περί της αναγκαιότητας του εγχειρήματος αυτού για το Δημοτικό Σχολείο εστιάζουν στην παιδαγωγική, δηλαδή η εισαγωγή της N-ET και των σύγχρονων τεχνολογικών επιτευγμάτων της έχει τη δυναμική να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις ΦΕ γενικότερα. Ωστόσο, αυτή η επιδίωξη συνιστά πρόκληση. Η κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων που συμβαίνουν στη νανοκλίμακα απαιτεί ένα υψηλό επίπεδο σκέψης. Η νανοκλίμακα είναι μία περιοχή άγνωστη στους μαθητές, περιλαμβάνει άτομα και μόρια που δεν είναι εύκολα στο να παρατηρηθούν, οι αλληλεπιδράσεις τους δεν μοιάζουν με αυτές που βιώνουν στην καθημερινή τους ζωή, ενώ και τα φαινόμενα χαρακτηρίζονται ως αντιδιαισθητικά (Xie & Pallant 2011, Μάνου κ.ά. 2015, Πέικος κ.ά. 2016, Σπύρτου κ.ά. 2016).

Η συνεισφορά των πολυμέσων στη μάθηση και στην ανάπτυξη των γνωστικών ικανοτήτων υποστηρίζεται ότι είναι ιδιαίτερης σημασίας. Με βάση τις υποθέσεις της Γνωστικής Θεωρίας Μάθησης Πολυμέσων (Mayer et al. 2002) υποστηρίζεται ότι τα πολυμέσα μπορούν να παρέχουν νέες δυνατότητες για τη διδασκαλία και τη μάθηση, προσφέροντας μια πολυτροπική και πολυδιάστατη παρουσίαση των πληροφοριών, διευκολύνοντας την κατανόηση σε διαφορετικές κλίμακες. Ειδικότερα, έχει διαπιστωθεί ότι το animation μπορεί να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητευομένων προς θεματικές των επιστημών και επιπλέον καθιστούν προσβάσιμους αφηρημένους στόχους. Ο όρος animation περιλαμβάνει όλες τις τεχνικές που αξιοποιεί η κινηματογραφική λήψη εικόνα προς εικόνα ή όπως το ονομάζουν οι κινηματογραφιστές καρέ-καρέ. Για να γίνει αντιληπτή η κίνηση των εικόνων από το ανθρώπινο μάτι, αυτές προβάλλονται κατά 24 το δευτερόλεπτο (1/24 του δευτερολέπτου) (Βασιλειάδης 2006). Η επιλογή της χρήσης animation παρουσιάζει πλεονεκτήματα, όπως ότι είναι πιο αρεστό σαν μέσο στους μαθητές, επικεντρώνει την προσοχή στα πιο σημαντικά, έχει τη δυνατότητα να δημιουργηθούν διαφορετικά σενάρια κ.ά. (Major et al. 2018).

Μέχρι σήμερα έχουν δημοσιευτεί διάφορες έρευνες που επικεντρώνονται να μελετήσουν την πολυδιάστατη συνεισφορά του animation στη μαθησιακή διαδικασία. Για παράδειγμα, σε μία έρευνα που διεξήχθη σε 37 πρωτοετείς φοιτητές φαρμακευτικής του πανεπιστημίου Newcastle, η πλειοψηφία συμφώνησε πρώτον ότι η διδασκαλία με animation ενίσχυσε το ενδιαφέρον τους για μάθηση και δεύτερον ότι την προτιμούν σε σύγκριση με τα βίντεο και την προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο (Croft et al. 2014). Σε μια δεύτερη έρευνα, που έγινε στα πλαίσια μιας διπλωματικής εργασίας, συμμετείχαν 177 μαθητές Στ΄ τάξης οι οποίοι αφού παρακολούθησαν ένα animation έδειξαν παραπάνω ενδιαφέρον για τις κοινωνικές προεκτάσεις της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και παραδέχτηκαν ότι το δύσκολο περιεχόμενο που πραγματεύονταν το βίντεο τους έγινε εύκολα κατανοητό (Αδαμαντίου 2015). Αναφορικά με τη σύνδεση του animation με τη N-ET, στο Πανεπιστήμιο του MIT επιστήμονες της N-ET και καλλιτέχνες αναζητούν από κοινού απαντήσεις σε ερωτήματα όπως: «πώς μπορούμε να προσεγγίσουμε τις εικόνες των αντικειμένων στην κλίμακα του νάνο;» (Toumey et al. 2012).

Λαμβάνοντας υπόψη αποτελέσματα προγενέστερων ερευνών στις οποίες προτείνεται ο πυρήνας του περιεχομένου της N-ET στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, αποφασίσαμε να αναπτύξουμε στο πλαίσιο μιας διπλωματικής εργασίας, ένα καινοτομικό animation για την εισαγωγική προσέγγιση της έννοιας του περιεχομένου της N-ET «Μέγεθος και Κλίμακα» (Μάνου κ.α. 2015, Πέικος κ.α. 2015). Η κατανόηση της συγκεκριμένης έννοιας θεωρείται πρωταρχικής σημασίας προκειμένου οι μαθητές να συλλάβουν τις



μικρές διαστάσεις και τα μεγέθη των αντικειμένων που μελετά η N-ET, τη σχέση της ναοκλίμακας με άλλες κλίμακες (μάκρο-, μικρο- κλίμακα) αλλά και τις υπόλοιπες έννοιες του περιεχομένου. Για το λόγο αυτό έχει αναγνωρισθεί ότι η διδασκαλία και η μάθηση του περιεχομένου της N-ET σχετίζεται άμεσα με τη διδασκαλία και μάθηση του μεγέθους και της κλίμακας (Delgado et al. 2015, Stevens et al. 2009, Σπύρτου κ.ά 2016).

Στο πρώτο βήμα για την ανάπτυξη του animation, έγινε επισκόπηση της βιβλιογραφίας σε τρεις άξονες: α) οι έννοιες Μέγεθος και Κλίμακα στο περιεχόμενο της N-ET (περιεχόμενο της έννοιας, εναλλακτικές ιδέες και προβλήματα κατανόησης των μαθητών), β) ο όρος Animation (στάδια δημιουργίας, χαρακτηριστικά, τεχνικές δημιουργίας κτλ) και γ) η χρήση του animation στην εκπαίδευση της N-ET και Animation, όπου αναζητήθηκαν έρευνες στις οποίες ως εκπαιδευτικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν animation σε προγράμματα εκπαίδευσης στη N-ET. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα αυτής της βιβλιογραφικής επισκόπησης.

1. Μεθοδολογία

Το πρώτο βήμα της βιβλιογραφικής επισκόπησης έγινε στο επιστημονικό και καλλιτεχνικό πεδίο όπου συναντάται η N-ET με την Τέχνη του animation.

Αναζητήσαμε έντυπες πηγές που είχαν εκπαιδευτικό προσανατολισμό και εξαιρέσαμε αυτά που ήταν επικεντρωμένα σε εξειδικευμένο τομέα της επιστήμης πχ. Ιατρική ή στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η έρευνα διεξήχθη στις μηχανές αναζήτησης: Google Scholar, Eric, Heal Link, Springer Link με λέξεις κλειδιά: Nanotechnology/Nanoscience primary/secondary education, animation, storyboard, animatic. Οι ίδιες λέξεις κλειδιά χρησιμοποιήθηκαν στην ελληνική γλώσσα. Επιπλέον επιχειρήσαμε να εντοπίσουμε ηλεκτρονικές ιστοσελίδες animation που να σχετίζονταν με την προσέγγιση της έννοιας «Μέγεθος και Κλίμακα».

Βρέθηκαν περιοδικά όπως: International Journal of Science Education, Journal of Technology Studies, Journal of Nano Education, Leonardo κ.ά. Επιπλέον εντοπίστηκαν ηλεκτρονικές ιστοσελίδες όπως: nanohub.org, nanoArtworks.com, Ars electronica archiv.

2. Αποτελέσματα

Στον πίνακα 1 φαίνονται ο αριθμός και το είδος των έντυπων πηγών που βρέθηκαν ανά επιστημονικό και καλλιτεχνικό πεδίο. Μελετήθηκαν άρθρα περιοδικών, βιβλία και διπλωματικές εργασίες. Κύρια πηγή αποτέλεσαν τα άρθρα περιοδικών (συνολικά 39 από τις 50 πηγές). Επιπλέον, βρέθηκαν και μελετήθηκαν 15 animation από 13 διαφορετικές ιστοσελίδες.

Αποτελέσματα για το «Μέγεθος και Κλίμακα» στο περιεχόμενο της N-ET

Στις σχετικές έρευνες (Πίνακας 1, δεύτερη στήλη) εντοπίστηκαν διάφορα πλαίσια για την κατανόηση της έννοιας «Μέγεθος και Κλίμακα», στο περιεχόμενο της οποίας αναγνωρίζονται ποιοτικές και ποσοτικές όψεις (πχ. Magana et al. 2012, Delgado et al. 2015). Στις πρώτες ανήκουν (i) η γενίκευση, (για παράδειγμα το άτομο κατηγοριοποιείται στην ατομική κλίμακα, ο ιός στη ναοκλίμακα, τα βακτήρια στη μικροκλίμακα και ο άνθρωπος στη μακροκλίμακα), ii) η διάκριση (εξαρτάται από τη σειροθέτηση αντικειμένων σύμφωνα με το μέγεθός τους πχ. από το μικρότερο προς το μεγαλύτερο), iii) η λογική αναλογική σκέψη (πχ. η διαφορά του μεγέθους του ύψους του ανθρώπου με το μήκος του μυρμηγκιού,



είναι ίδια αναλογικά με τη διαφορά των μεγεθών μεταξύ του βακτηρίου και της διαμέτρου της διπλής έλικας του DNA. Στις δεύτερες ανήκουν η iv) αριθμητική αναλογική σκέψη, (π.χ. η διαφορά του μήκους του μυρμηγκιού με το ύψος του ανθρώπου είναι ότι το μήκος του μυρμηγκιού είναι 1000 φορές μικρότερο από το ύψος του ανθρώπου, όπως η διαφορά του μεγέθους του βακτηρίου και του DNA είναι ότι το DNA είναι 1000 φορές μικρότερο από το βακτήριο) και η v) μαθηματική σκέψη (πχ. το μέγεθος των βακτηρίων είναι $1\mu\text{m}$ ή 1×10^{-6} μέτρα).

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας βιβλιογραφικής επισκόπησης

Έντυπες πηγές	Επιστημονικά και καλλιτεχνικά πεδία			Σύνολο
	Μέγεθος & Κλίμακα στο περιεχόμενο της Ν-ΕΤ	Animation	Nanotechnology & Animation	
Άρθρα	15	9	15	39
Βιβλία	1	3	5	9
Διπλωματικές	1	1	-	2
Σύνολο	17	13	20	50

Μαθητές της υποχρεωτικής εκπαίδευσης εκφράζουν εναλλακτικές ιδέες και δυσκολίες κατανόησης αναφορικά με τις παραπάνω όψεις. Ειδικότερα, οι μαθητές καταφεύγουν σε απλές κατηγοριοποιήσεις αντικειμένων. Για παράδειγμα, οι μαθητές κατηγοριοποιούν διάφορα αντικείμενα σε δύο κατηγορίες (π.χ. ορατά-αόρατα) ή σε τρεις (μεγάλα-μεσαία-μικρά) (Πέικος κ.ά. 2016). Επιπλέον, ενώ σειροθετούν αντικείμενα του μακρόκοσμου, συναντούν δυσκολίες στη σειροθέτηση αντικειμένων του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου. Οι δύο όψεις της αναλογικής σκέψης (ποιοτική και ποσοτική) συνδέονται στενά με την αναλογική αντίληψη, που θεωρείται ως μη ανεπτυγμένη για μαθητές της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τέλος, οι μαθητές εμφανίζουν δυσκολίες με το να εκφράσουν τα απόλυτα μεγέθη ως δυνάμεις του δέκα και έχουν έλλειψη εξοικείωσης με τις μονάδες μέτρησης του μικρόμετρου και του νανόμετρου (Jones et al. 2007, Magana et al. 2012, Magana 2014, Delgado et al. 2015).

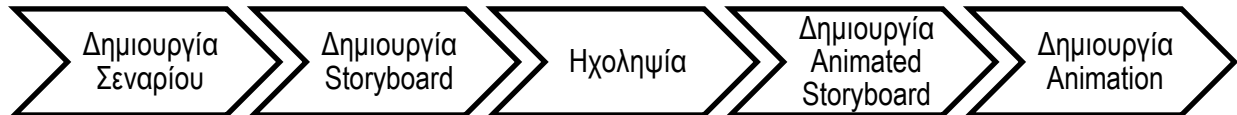
Αποτελέσματα αναφορικά με το animation & storyboard

Στο Διάγραμμα 1 φαίνονται τα βήματα δημιουργίας ενός animation. Αρχικά υλοποιείται η συγγραφή του σεναρίου. Κάθε σενάριο περιέχει δύο συστατικά στοιχεία: την ιστορία και την πλοκή (Καλαμπάκας & Κυριακουλάκος 2015, Σιάκας 2009, Laybourne 1998). Στην ιστορία υπάρχουν μια σειρά γεγονότων με αρχή, μέση και τέλος (μπορεί το animation να είναι μη γραμμικό και να μην έχει αρχή μέση και τέλος όπως το πειραματικό animation), ενώ στην πλοκή υπάρχουν μόνο εκείνα που παρουσιάζονται στο animation εμπλουτισμένα με καινούργια στοιχεία (ήχο, εφέ, μουσική, αφήγηση κ.ο.κ.). Ο σχεδιασμός του σεναρίου πρέπει να απαντάει σε δύο ερωτήματα: «Τι θα πούμε» και «Πώς θα το πούμε» που αντιστοιχούν στη σύνθεση της «ιστορίας» και της «πλοκής». Η δημιουργία του storyboard, δεύτερο βήμα, απαντά στο ερώτημα «Πώς θα το πούμε». Αυτό το βήμα αποτελεί το εικονογραφημένο σενάριο στο οποίο πρέπει να δοθούν σημαντικά στοιχεία της πλοκής (πχ. η θέση του θέματος στο χώρο, η δράση στο χώρο, ο τρόπος περάσματος από πλάνο σε πλάνο). Στο τρίτο βήμα, αυτό της ηχοληψίας, επιλέγονται ήχοι από ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες ήχων, καταγράφονται ή δημιουργούνται ήχοι με ειδικά εργαλεία (πχ. μαγνητόφωνο, Ηλεκτρονικός Υπολογιστής). Για τη δημιουργία του τέταρτου βήματος, δηλαδή τη δημιουργία του animated storyboard, σαρώνονται όλες οι εικόνες που σχεδιάστηκαν στο δεύτερο βήμα και αποθηκεύονται σε πρόγραμμα δημιουργίας ταινιών (πχ. Windows Live Movie Maker) συνοδευμένες από τους αντίστοιχους ήχους. Στο τελευταίο βήμα για την ολοκλήρωση της δημιουργίας του animation, επιλέγεται εκείνη η τεχνική ή συνδυασμός τεχνικών που θα είναι κατάλληλη/λες για τη δημιουργία του



συγκεκριμένου animation. Τα κριτήρια επιλογής μπορεί να είναι η υλικοτεχνική υποδομή που χρειάζεται, ο χρόνος δημιουργίας, το κόστος, οι συνεργάτες, η διάρκεια του βίντεο.

Διάγραμμα 1: Τα βήματα δημιουργίας ενός animation



Διάφορες τεχνικές για την δημιουργία ενός animation εφαρμόζονται όπως: i) το κλασικό κινούμενο σχέδιο (2D animation), ii) οι κινούμενες κούκλες (οι κούκλες κινούνται καρτέ-καρτέ, 1/10 καρτέ το δευτερόλεπτο, με stop motion όπως και η κάμερα), iii) η τεχνική των κινούμενων αντικειμένων (animation αντικειμένων σε 3D χώρο χρησιμοποιώντας stop motion animation), iv) Cut-Outs, v) Σχεδίαση πάνω στο φιλμ, vi) Pixillation, vii) Οθόνη με καρφίτσες, viii) Κινούμενοι τίτλοι ταινιών, ix) Ζωγραφική κάτω από την κάμερα και τέλος x) Ψηφιακή Τεχνολογία και Τρισδιάστατο Animation (Βασιλειάδης 2006, Καλαμπάκας & Κυριακούλάκος, 2015).

Αποτελέσματα αναφορικά με το Nanotechnology & Animation

Στον άξονα αυτό, η έρευνα της βιβλιογραφίας εστίασε σε δύο κατευθύνσεις: (α) στις προτάσεις που υποστηρίζουν την χρήση του animation για την προσέγγιση του περιεχομένου της Ν-ΕΤ (β) στα ίδια τα animation που στο σενάριό τους περιλαμβάνονταν όψεις του περιεχομένου της έννοιας «Μέγεθος και Κλίμακα» όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Αναφορικά με την πρώτη κατεύθυνση, το animation θεωρείται ως ένα μέσο οπτικοποίησης (visualization) που μπορεί να βοηθήσει κάποιον να δημιουργήσει μία εικόνα για μία έννοια ή τη λειτουργία ενός συστήματος. Ειδικότερα, ο όρος “animation” σχετίζεται με «αναπαραστάσεις δυναμικών επιστημονικών διαδικασιών ή συστημάτων με σκοπό την παραγωγή ή δοκιμασία εξηγήσεων» (Blonder & Sakhnini, 2012, σελ. 504). Όταν τα φαινόμενα και οι διαδικασίες συμβαίνουν σε μικροσκοπικό-νανοσκοπικό επίπεδο, τα animation παρέχουν την ευκαιρία στα υποκείμενα της μάθησης να παρατηρήσουν στόχους οι οποίοι δεν είναι άμεσα προσβάσιμοι μέσω της αισθητηριακής τους αντίληψης (Xie & Pallant 2011, Blonder & Rap 2012).

Η βιβλιογραφική επισκόπηση έδειξε ότι τα animation χρησιμοποιούνται ώστε μαθητές και φοιτητές να προσεγγίσουν το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ. Για παράδειγμα, προκειμένου φοιτητές να αναπτύξουν κατανόηση για την έννοια «Μέγεθος και Κλίμακα» (π.χ για τις κλίμακες μικρο- νάνο-, την αναλογική σχέση μεγεθών αντικειμένων κτλ) μελέτησαν σχετικό animation, στο οποίο απεικονίζονταν τα απόλυτα μεγέθη διαφόρων αντικειμένων (Magana 2014). Σε άλλη έρευνα, μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης μελέτησαν διάφορα είδη οπτικοποίησης, μεταξύ των οποίων και animation, ώστε να μάθουν για τα διάφορα νανοϋλικά (π.χ. νανοσωλήνες άνθρακα) και μερικές από τις σύγχρονες εφαρμογές της Ν-ΕΤ, όπως τις αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες (Blonder & Sakhnini 2012). Σε μία προσπάθεια εκπαίδευσης μαθητών Δημοτικού σχολείου στη Ν-ΕΤ, χρησιμοποιήθηκαν animation ώστε οι συμμετέχοντες να αναπτύξουν κατανόηση για το μέγεθος και την κλίμακα των αντικειμένων της νανοκλίμακας (Blonder & Rap 2012). Τα ευρήματα αυτών και άλλων ερευνών στις οποίες έχει χρησιμοποιηθεί το animation στην εκμάθηση του περιεχομένου της Ν-ΕΤ (π.χ. Chanteau, Ruths, Tour 2003, Xie & Pallant 2011) φαίνεται να συμφωνούν για τη συνεισφορά του animation στην αύξηση της εμπλοκής των επιμορφούμενων στη μαθησιακή διαδικασία και στην ανάπτυξη της κατανόησης.



Αναφορικά με την δεύτερη κατεύθυνση (μελέτη animation στα οποία βρέθηκαν όψεις του περιεχομένου της έννοιας «Μέγεθος και Κλίμακα»), τα animation που μελετήθηκαν προσέγγισαν τη νανοκλίμακα μέσα από μία σταδιακή μεγέθυνση (zoom) των αντικειμένων που είναι ορατά στην καθημερινή ζωή. Αυτά τα αντικείμενα μπορεί να είναι το ανθρώπινο δέρμα (π.χ. The strange new world of Nanoscience²), μία τρίχα (π.χ. do you know what nano means³, στιγμιότυπο του οποίου φαίνεται στην εικόνα 1), ένας κόκκος γύρης (π.χ. Horton hears a who⁴, στιγμιότυπο φαίνεται στην εικόνα 2), ένας σκύλος (π.χ. what is nano⁵) κτλ. Μέσα από τη σταδιακή μεγέθυνση παρουσιάζονται οι πέντε όψεις του περιεχομένου της έννοιας Μέγεθος και Κλίμακα είτε άμεσα είτε έμμεσα. Για παράδειγμα, τα απόλυτα μεγέθη των αντικειμένων των διαφόρων κλιμάκων (πέμπτη όψη) παρουσιάζονται με αριθμούς που συνοδεύονται με τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης (π.χ. στο animation με τίτλο «what is nano»). Η σειροθέτηση παρουσιάζεται έμμεσα (π.χ. το DNA των κυττάρων του δέρματος είναι μικρότερο από αυτά, αφού περιέχεται μέσα στα κύτταρα, animation με τίτλο «The strange new world of Nanoscience»).



Εικόνα 1: Στιγμιότυπο από το animation με τίτλο «Do you know what nano means?» (Blonder & Rap 2012), μεϊκή τεχνική (2D animation + animation αντικειμένων)



Εικόνα 2: Στιγμιότυπο από το animation με τίτλο «Horton hears a who» (Πέικος κ.ά. 2015α), τεχνική 2D animation

3. Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού animation με περιεχόμενο έννοιες της Ν-ΕΤ χαρακτηρίζεται ως πολυδιάστατο εγχείρημα. Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε η βιβλιογραφική επισκόπηση η οποία είχε ως στόχο (α) να αναδειχτεί το περιεχόμενο της έννοιας της Ν-ΕΤ «Μέγεθος και Κλίμακα» και να καταγραφούν οι ιδέες και τα προβλήματα κατανόησης των μαθητών στο εν λόγω περιεχόμενο, (β) να μελετηθούν τα στάδια και οι τεχνικές ανάπτυξης του animation και (γ) να μελετηθούν οι πηγές στις οποίες εμπλέκεται το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ, γενικότερα, και της έννοιας «Μέγεθος και Κλίμακα», ειδικότερα, με το animation.

Το animation αποτελεί ένα μέσο οπτικοποίησης των αφηρημένων στόχων (αντικείμενα, φαινόμενα, διαδικασίες) της νανοκλίμακας. Το πρώτο βήμα για την δημιουργία του είναι το σενάριο. Λόγω της σημασίας της έννοιας «Μέγεθος και Κλίμακα» για το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ αποφασίστηκε το σενάριο

² <https://www.youtube.com/watch?v=70ba1DBYUmM&t=8s>

³ <https://www.youtube.com/watch?v=ph0T1FH6-El&t=81s>

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=Hw3TlSWCzco>

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=DHvzlGxkltw>



να διακατέχεται από τις όψεις της έννοιας αυτής. Ωστόσο, οι μαθητές εμφανίζουν δυσκολίες κατανόησης για την έννοια αυτή. Ειδικότερα, εντοπίζονται δυσκολίες που σχετίζονται με την αναλογική αντίληψη (ποιοτική και ποσοτική) και την έλλειψη εξοικείωσης με τα απόλυτα μεγέθη του νανομέτρου. Για το λόγο αυτό, προσανατολιστήκαμε στην ανάπτυξη ενός σεναρίου, το οποίο περιελάμβανε τις δύο όψεις, της κατηγοριοποίησης και της σειροθέτησης. Δηλαδή εστιάζουμε στη μάθηση με χρήση animation των δύο πρώτων εκ των πέντε γνωστικών διαδικασιών σχετικά με την κατανόηση του μεγέθους και της κλίμακας, οι οποίες προτείνονται από διάφορα πλαίσια (π.χ. Magana et al. 2012). Με αυτή μας την προσέγγιση επιχειρήσαμε να προσεγγίσουμε μέσω animation την ποιοτική όψη του περιεχομένου της έννοιας, ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν κατανόηση για τις διάφορες κατηγορίες μεγεθών (π.χ. μακροκλίμακα, μικροκλίμακα, νανοκλίμακα) και τα αντικείμενα που αυτά περιλαμβάνουν. Επιπλέον, προκειμένου οι μαθητές να αντιληφθούν τα σχετικά μεγέθη των αντικειμένων των διαφόρων κλιμάκων, στοχεύσαμε στην ανάπτυξη ενός animation, ώστε μέσω του οποίου να βοηθηθούν οι μαθητές να αναπτύξουν στρατηγικές σειροθέτησης (π.χ. ποιο αντικείμενο χωράει μέσα σε ποιο, Delgado 2009).

Την περίοδο αυτή έχει ολοκληρωθεί το σενάριο (1^ο βήμα), έχει σχεδιαστεί το storyboard (2^ο βήμα) δηλαδή έχουν σχεδιαστεί τα απαραίτητα καρέ και έχουν καταγραφεί οι αντίστοιχοι χρόνοι προβολής τους, η κίνηση των ηρώων και της κάμερας όπως και οι χρόνοι των ήχων που θα υπάρχουν σε κάθε καρέ. Στο τρίτο βήμα, αυτό της ηχοληψίας θα καταγραφούν οι διάλογοι των χαρακτήρων του animation, οι εξωτερικοί και οι εσωτερικοί ήχοι. Στο τέταρτο βήμα αυτό της δημιουργίας animated storyboard θα γίνει η ηλεκτρονική δημιουργία του storyboard. Στο τελευταίο βήμα θα γίνει η επεξεργασία και σύνθεση όλων των παραπάνω, ώστε να προκύψει το εκπαιδευτικό animation.

4. Βιβλιογραφία

Αδαμαντίου, Π. (2015). Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού animation «Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας» από μαθητές της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία στις Επιστήμες της Αγωγής με ειδίκευση στις Θετικές Επιστήμες και Νέες Τεχνολογίες

Βασιλειάδης, Γ. (2006). ANIMATION, Ιστορία και αισθητική του κινούμενου σχεδίου. Αθήνα: Αιγόκερως

Καλαμπάκας, Β., Κυριακουλάκος, Π. (2015). Η οπτικοακουστική κατασκευή. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Μάνου, Λ., Σπύρτου, Α., Χατζηκρανιώτης, Ε., Καριώτογλου, Π. (2015). Βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου της διδασκαλίας της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης. Στο Δ., Ψύλλος, Α., Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη, (Επιμ.), *Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, (σσ. 203-21). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο.

Πέικος, Γ., Μάνου, Λ. & Σπύρτου, Α. (2015α). Σχεδιασμός και ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για τη διδασκαλία της νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο. Πιλοτική εφαρμογή. Στο Χ. Σκουμπούρη & Μ. Σκουμιός (Επιμ.), *Πρακτικά του 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*, (σσ. 327-346). Ρόδος: Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Πέικος, Γ., Παπαδοπούλου, Χ., Μάνου, Λ. (2016). Ιδέες και γνώσεις των μαθητών για τη Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία στο δημοτικό σχολείο. Στα πρακτικά: Δ. Ψύλλος, Α., Μολοχίδης, Μ. Καλλέρη, (Επιμ.), *9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, (σελ. 1047-1052). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.



Σιάκας, Σ. (2009). Μεθοδολογία δημιουργίας σεναρίου για ταινία animation στην εκπαιδευτική διαδικασία. *Εργαστήριο Δια Βίου και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, Δίκτυο Καινοτομίας για τη Δημιουργικότητα και τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, 4^ο Θερινό σχολείο «ΤΠΕ & Δημιουργικότητα», Πανεπιστήμιο Κρήτης, 2-10 Ιουλίου, Άνδρος.* <https://4otherinoandros.weebly.com>

Σπύρτου, Α, Πέικος, Γ., Μάνου Λ. (2016). Ταξινόμηση και σειροθέτηση αντικειμένων για την κατανόηση του μεγέθους στην κλίμακα του νάνο από μαθητές Δημοτικού Σχολείου. Στα πρακτικά: Μ. Σκουμιός, Χ. Σκουμπουρδή (Επιμ.), *2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή για το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις*, (σελ.196-205). 14-16 Οκτωβρίου, Ρόδος

Blonder, R., Rap, S. (2012). It's a Small World After All: A Nanotechnology Activity in a Science Festival, *Journal of Nano Education*, 4, 47-56.

Blonder, R. & Sakhini, S. (2012). Teaching two basic nanotechnology concepts in secondary school by using a variety of teaching methods. *Chemistry Education Research and Practice*, 4, 500–516.

Chanteau, S.H., Ruths, T., Tour, J.M. (2003). Arts and Sciences Unite in Nanoput: Communicating Synthesis and the Nanoscale to the Layperson, *Chemical Education*, 80, 395-400.

Croft, H., Rasiah, R., Cooper, J., Nesbitt, K. (2014). Comparing Animation with Video for Teaching Communication Skills. In Proceedings: *ACM Conference on Interactive Entertainment (IE '14)*, (pp. 1–10), Newcastle, Australia.

Delgado, C., Stevens, S. Y., Shin, N., & Krajcik, J. (2015). A middle school instructional unit for size and scale contextualized in nanotechnology. *Nanotechnology Reviews*, 4, 51-69.

Delgado, C. (2009). Development of a research-based learning progression for middle school through undergraduate students' conceptual understanding of size and scale. Doctoral dissertation: The University of Michigan.

Delgado, C., Stevens, S., Shin, N., Yunker, M., & Krajcik, J. (2007). The development of students' conceptions of size. In Annual conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), New Orleans, L.A.

Jones, M. G., Taylor, A., Minogue, J., Broadwell, B., Wiebe, E., & Carter, G. (2007). Understanding scale: Powers of ten. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 191-202

Laybourne, K., (1998). *The Animation Book*. New York: Three Rivers Press

Magana, A., J. (2014). Learning strategies and multimedia techniques for scaffolding size and scale cognition. *Journal of Computers & Education*, 72, 367-377.

Magana, A., J., Brophy, S., P., & Bryan, L. A. (2012). An integrated knowledge framework to characterize and scaffold size and scale cognition (FS2C). *International Journal of Science Education*, 34, 2181-2203.

Major, L., & Watson, S. (2018). Using video to support in-service teacher professional development: the state of the field, limitations and possibilities. *Technology, Pedagogy and Education*, 27, 49-68.

Mayer, R. E. and Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 14: 87–99.

Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering*. NSTA press.

Toumey, C., Cobb, M. (2012). Nano in Sight: Epistemology, Aesthetics, Comparisons and Public Perceptions of Images of Nanoscale Objects, *Leonardo*, 45, 461-465.

Xie, C., & Pallant, A. (2011). The molecular workbench software: an innovative dynamic modeling tool for nanoscience education. In M.S. Khine, I.M Saleh (Eds) *Models and Modeling* (pp. 121-139). New York: Springer.



Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο πλαίσιο ομότιμης καθοδήγησης: η εξέλιξη του νανογραμματισμού τους

Νίκος Μαντρατζής, Άννα Σπύρτου, Λεωνίδας Μάνου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η ομότιμη καθοδήγηση υπογραμμίζει την αλληλεπίδραση έμπειρων εκπαιδευτικών με λιγότερο έμπειρους συναδέλφους τους με απώτερο στόχο την επαγγελματική ανάπτυξη. Σε αυτό το πλαίσιο δύο εν ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης επιμορφώθηκαν από συνάδελφό τους σε έννοιες και φαινόμενα της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET). Διερευνάται αν η ομότιμη καθοδήγηση έχει τη δυναμική να συμβάλλει στην αύξηση του νανογραμματισμού των επιμορφωμένων εκπαιδευτικών. Οι τελευταίοι συμπλήρωσαν ένα γραπτό ερωτηματολόγιο πριν και μετά την επιμόρφωση. Τα αποτελέσματα ως προς τη μάθηση είναι ενθαρρυντικά ώστε να βγουν θετικά συμπεράσματα για την επίδραση της ομότιμης καθοδήγησης στο νανογραμματισμό των δύο εκπαιδευτικών.

Λέξεις-Κλειδιά: Ομότιμη Καθοδήγηση, Νανογραμματισμός, Εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευση

Primary teachers' professional development in the context of peer coaching: the development of their nanoliteracy

Nikos Mantratzis, Anna Spyrtou, Leonidas Manou

University of Western Macedonia

Abstract

Peer coaching highlights the interaction of inexperienced teachers with more experienced colleagues, with the goal of professional development. In this context, two in-service primary teachers were trained by a colleague concerning the concepts and phenomena of Nanotechnology-Nanoscience. It is investigated whether peer coaching has the potential to contribute to the nano-literacy of the educated teachers. The latter completed a written questionnaire before and after their training. The learning outcomes are encouraging for drawing positive conclusions about the impact of the peer coaching to the nanoliteracy of the two trained teachers.

Keywords: Peer coaching, Nanoliteracy, Primary Teachers



1. Εισαγωγή

Η βελτίωση του εκπαιδευτικού έργου και η υποστήριξη της επαγγελματικής μάθησης των εκπαιδευτικών θεωρούνται αναγκαίες, ώστε ο σύγχρονος εκπαιδευτικός να ανταποκριθεί στις ολοένα αυξανόμενες κοινωνικές και εκπαιδευτικές ανάγκες. Παράλληλα, η ενίσχυση του ερευνητικού του ρόλου σημαίνει τη γνωριμία με την πράξη και μια τάση διαφοροποίησης αυτής αλλάζοντας πολλές φορές τρόπο σκέψης αλλά και πρακτικής (Αυγητίδου 2016). Ένα μέρος της βιβλιογραφίας που ασχολείται με τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών που συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών υπογραμμίζει την αξία της αλληλεπίδρασης των εκπαιδευτικών με πιο έμπειρους συναδέλφους τους (ομότιμη μάθηση) (Vogt & Rogalla 2009). Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως συμβουλευτική καθοδήγηση. Όσον αφορά την ταυτότητα του καθοδηγητή και των εκπαιδευόμενων, στην πλειοψηφία των ερευνών, ο ρόλος του εκπαιδευόμενων αποδίδεται σε φοιτητές-μέλλοντες εκπαιδευτικούς ή σε αρχάριους εκπαιδευτικούς κατά τα πρώτα χρόνια της επαγγελματικής τους ζωής. Ωστόσο, αρκετοί ερευνητές τείνουν να επεκτείνουν αυτό το πεδίο, υπογραμμίζοντας ότι η συμβουλευτική καθοδήγηση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί ως μέσο για την επαγγελματική ανάπτυξη ακόμα και εν ενεργεία εκπαιδευτικών (Geeraerts et al. 2015). Η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών θεωρείται πιο αποτελεσματική όταν συνδυάζεται με τη δημιουργία κοινοτήτων μάθησης. Η ενεργός συμμετοχή κάθε εκπαιδευτικού στην κοινότητα και η μεταξύ τους συζήτηση που αφορά πρακτικές και απόψεις έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός συνεργατικού κλίματος, που προάγει την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών που συμμετέχουν σε αυτήν (Hunzicker 2011).

Η ραγδαία ανάπτυξη της νανοτεχνολογία μέσα από το πλήθος προϊόντων που είναι διαθέσιμα στα ράφια των καταστημάτων έχει προσελκύσει τα τελευταία χρόνια το ερευνητικό ενδιαφέρον της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) κάνοντας τα πρώτα βήματα για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για μαθητές αλλά και για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών (Mandrikas 2019, Μανου et al. 2018, Σπυρίτου et al. 2019). Η νανοτεχνολογία ενδιαφέρεται για δημιουργία συσκευών και συστημάτων σε ατομικό, μοριακό και υπερμοριακό επίπεδο, με νέες ιδιότητες και λειτουργίες για παράδειγμα σε τομείς, της ιατρικής διάγνωσης, της ενέργειας και άλλα (Blonder 2011). Από την πλευρά της εκπαιδευτικής κοινότητας, ερευνητές της ΔΦΕ, προβάλλουν ισχυρά επιχειρήματα για την εισαγωγή της Ν-ΕΤ στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Υποστηρίζεται ότι είναι ανάγκη να εκπαιδευτούν οι μαθητές στη νανοτεχνολογία, ώστε να αναπτύξουν τον «νανο-γραμματισμό» (nanoliteracy) τους για να είναι ικανοί να ενεργούν ως πληροφορημένοι πολίτες και να χειρίζονται θέματα καθημερινότητας που βασίζονται στη Ν-ΕΤ (Laherto 2010, Stevens et al. 2009).

Όσον αφορά τον πυρήνα του περιεχομένου της Ν-ΕΤ, για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση προτείνονται εννέα Μεγάλες Ιδέες (MI): (MI1) Μέγεθος και κλίμακα, (MI2) Δομή της ύλης, (MI3) Δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις, (MI4) Κβαντικά φαινόμενα, (MI5) Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, (MI6) Αυτό-οργάνωση (MI7) Όργανα και εργαλεία, (MI8) Μοντέλα και προσομοιώσεις, (MI9) Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία (Stevens et al. 2009). Στη χώρας μας έχει δημιουργηθεί μια κοινότητα μάθησης που επικεντρώνεται στη διδακτική προσέγγιση του περιεχομένου της Ν-ΕΤ στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μέλη της οποίας είναι οι συγγραφείς αυτής της εργασίας. Πέρα από το σχεδιασμό και την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού για μαθητές, ερευνώνται όψεις της εκπαίδευσης και επιμόρφωσης των πρωτοβάθμιων εκπαιδευτικών σε πέντε από τις παραπάνω έννοιες: MI1, MI5, MI7, MI8, MI9 (Μανου et al. 2018).

Σε αυτή την εργασία περιγράφεται η επιμόρφωση που πραγματοποιήθηκε σε δύο εκπαιδευτικούς της Α/θμιας, εστιάζοντας στην ανάπτυξη των ιδεών τους σε έννοιες και φαινόμενα της Ν-ΕΤ. Ως εκ τούτου στο ερευνητικό ερώτημα της εργασίας αυτής είναι: Μπορεί να βελτιωθεί ο νανογραμματισμός δύο εν



ενεργεία εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ύστερα από μία διδασκαλία του περιεχομένου της N-ET από έναν εν ενεργεία ομότιμό τους;

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα αυτή αποτέλεσε μια μελέτη περίπτωσης. Το δείγμα αφορούσε δύο εκπαιδευτικούς που υπηρετούν στην Α/θμια Εκπ/ση με εκπαιδευτική εμπειρία άνω των 20 ετών. Η διδακτική τους εμπειρία στο μάθημα των ΦΕ ήταν άνω των 8 ετών, καθώς δίδασκαν το μάθημα της Φυσικής στην Ε΄ ή ΣΤ΄ τάξη του Δημοτικού σχολείου. Εκπαιδευτής-ερευνητής ήταν συνάδελφος τους στην ίδια σχολική μονάδα ο οποίος είχε συμμετάσχει σε επιμορφωτικό πρόγραμμα Δια Βίου Εκπαίδευσης με περιεχόμενο έννοιες και φαινόμενα της N-ET.

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερα δίωρα μαθήματα εκτός σχολικού ωραρίου και χώρου. Τα δύο πρώτα δίωρα είχαν ως στόχο την από «πάνω προς τα κάτω» προσέγγιση του νανόκοσμου, δηλαδή αρχικά την εισαγωγή του μακρόκοσμου και μικρόκοσμου, έπειτα του νανόκοσμου και στη συνέχεια την αλληλεπίδραση των τριών κόσμων μέσω του φαινομένου της ίωσης. Σε αυτά τα δίωρα, οι εκπαιδευτικοί μελέτησαν ιδιότητες αντικειμένων διαφόρων μεγεθών (π.χ. χρώμα, διαστάσεις, λειτουργίες), γνώρισαν τα όργανα που χρησιμοποιούνται για την παρατήρησή τους, χειρίστηκαν οπτικά μικροσκόπια (Εικόνα 1) και συνέλεξαν πληροφορίες από έντυπο ή ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό. Στο επόμενο δίωρο οι δύο εκπαιδευτικοί πειραματίστηκαν με φυσικά και τεχνητά υλικά (φύλλα φυτών και ξύλινες επιφάνειες) ώστε να διερευνήσουν την υπερυδρόφοβη συμπεριφορά (φαινόμενο του λωτού) παρατηρώντας το σφαιρικό σχήμα σταγόνων νερού στις επιφάνειες τους (Εικόνα 2). Στο τελευταίο δίωρο, συζητήθηκε η έλλειψη πόσιμου νερού που αντιμετωπίζουν οι κάτοικοι των χωρών της Αφρικής και η συνεισφορά της νανοτεχνολογίας στη λύση του προβλήματος μέσω φίλτρων καθαρισμού νερού που βασίζονται στους νανοπόρους (Εικόνα 3). Οι εκπαιδευτικοί κατασκεύασαν μοντέλα με απλά υλικά ώστε να αναπαραστήσουν τη διαδικασία καθαρισμού νερού (Εικόνα 4).

Εικόνα 1: Παρατήρηση κυττάρων με οπτικό μικροσκόπιο



Εικόνα 2: Διερεύνηση της υπερυδροφοβικότητας



Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε πριν και μετά την παρέμβαση. Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε ως εργαλείο συλλογής δεδομένων για τη

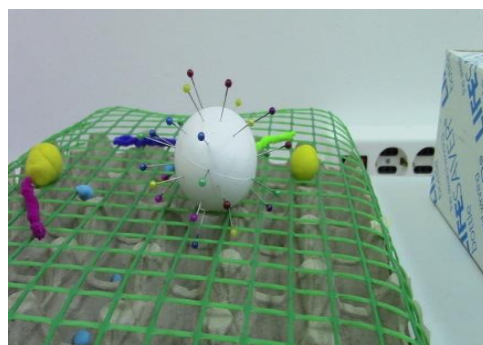


μάθηση εκπαιδευτικών της Α/θμιας σε έννοιες και φαινόμενα της Ν-ΕΤ (Μάνου κ.α. 2017). Από τις έξι ερωτήσεις που περιλαμβάνει, στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα για τρεις από αυτές (Πίνακας 1).

Εικόνα 3: Διερεύνηση του φίλτρου νανοπόρων



Εικόνα 4: Μοντέλο για την αναπαράσταση του μηχανισμού φιλτραρίσματος



Πίνακας 1. Οι τρεις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου

EP1. Έστω ότι ρίχνουμε ίδια ποσότητα νερού στη επιφάνεια ενός ξύλου (σχήμα Α) και στην επιφάνεια ενός φύλλου φυτού (σχήμα Β).



Α) Παρατήρησε και περίγραψε το σχήμα της σταγόνας του νερού σε κάθε περίπτωση.

Β) Χρησιμοποιώντας λέξεις και σχήμα, δώσε μια πιθανή εξήγηση για τη διαφορά στο σχήμα της σταγόνας.

EP2. Ποιο νόημα αποδίδεις στον όρο νανοτεχνολογία; Δώσε ένα παράδειγμα που γνωρίζεις και έχει σχέση με την νανοτεχνολογία;

EP3. Ποιο νόημα αποδίδεις στον όρο Νανοκλίμακα;

Η μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων ήταν η ανάλυση περιεχομένου (Τσιώλης 2015), σύμφωνα με την οποία ανιχνεύονται Μονάδες Νοήματος (ΜΝ) στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών. Ως μονάδα νοήματος (ΜΝ) ορίζεται κάθε κομμάτι λόγου με αυτοτελές ολοκληρωμένο νόημα που συνάδει με το σκοπό της διδασκαλίας (Graneheim & Lundman 2004). Επειδή οι ερωτήσεις του γραπτού ερωτηματολογίου



στόχευαν στο να αναδείξουν την κατανόηση των εκπαιδευτικών στις ΜΙ του περιεχομένου της Ν-ΕΤ εξετάστηκε ο βαθμός με τον οποίο το περιεχόμενο των ΜΝ συνδεόταν με το περιεχόμενο των ΜΙ. Υπό το πρίσμα αυτό για την ανάλυση των δεδομένων βασιστήκαμε σε τέσσερα επίπεδα κατανόησης όπου το χαμηλότερο (Ε0) περιλαμβάνει ασαφείς απαντήσεις και κάθε επόμενο πιο σύνθετα νοήματα καταλήγοντας στο υψηλότερο που περιλαμβάνει την επιστημονική άποψη (Ε3).

Ως προς το φαινόμενο του λωτού δημιουργήθηκαν τέσσερα επίπεδα κατανόησης, ανάλογα με τον αριθμό των όψεων του φαινομένου που αναγνωρίζονταν. Οι όψεις του φαινομένου του λωτού που αναγνωρίστηκαν αφορούσαν:

- α) Τη δομή της επιφάνειας του φύλλου και την αναφορά σε «μικροπροεξοχές», «νανοεξογκώματα», «νανοπροεξοχές»,
- β) Έναν σαφή ορισμό του φαινομένου της υπερυδροφοβικότητας/υδροφοβικότητας,
- γ) Τη γωνία επαφής μεταξύ των δύο επιφανειών (σταγόνας νερού και επιφάνειας φύλλου ή ξύλου),
- δ) Την επιφάνεια επαφής μεταξύ των δύο υλικών,
- ε) Την αναφορά σε δυνάμεις συνοχής/συνάφειας της σταγόνας του νερού.

Πίνακας 2. Επίπεδα για την εξήγηση του φαινομένου του λωτού.

Επίπεδο	Περιγραφή
E3	Περιλάμβανε ΜΝ που συνδέονταν με δύο τουλάχιστον όψεις του φαινομένου.
E2	Περιλάμβανε ΜΝ που συνδέονταν με μία όψη του φαινομένου ή περιγράφονταν το φαινόμενο με απλοποιημένους όρους.
E1	Περιλάμβανε ΜΝ που βασίζονταν στην αισθητηριακή αντίληψη.
E0	Περιλάμβανε ασαφείς απαντήσεις/κενές απαντήσεις.

Ως προς τη νοηματοδότηση της νανοτεχνολογίας, λαμβάνοντας υπόψη ότι το περιεχόμενο της επιμόρφωσης περιλάμβανε πέντε ΜΙ (ΜΙ1, ΜΙ5, ΜΙ7, ΜΙ8, ΜΙ9) τα επίπεδα δομήθηκαν ανάλογα με τον αριθμό των ΜΙ που αναγνωρίστηκαν με σαφήνεια στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών (Πίνακας 3)

Πίνακας 3. Επίπεδα για τη νοηματοδότηση της νανοτεχνολογίας.

Επίπεδο	Περιγραφή
E3	Περιλάμβανε ΜΝ για δύο ή περισσότερες ΜΙ της Ν-ΕΤ.
E2	Περιλάμβανε ΜΝ για μία ΜΙ της Ν-ΕΤ.
E1	Περιλάμβανε ασαφείς ΜΝ ως προς τις ΜΙ της Ν-ΕΤ.
E0	Δεν περιλάμβανε καμία απάντηση ή η απάντηση δε συνδεόταν με καμία ΜΙ.

Ως προς τη νοηματοδότηση της νανοκλίμακας στην επιμόρφωση οι εκπαιδευτικοί διδάχθηκαν πέντε χαρακτηριστικά της νανοκλίμακας:

- α) Το εύρος της νανοκλίμακας (1-100nm),



- β) Την τάξη μεγέθους των αντικειμένων αυτής,
- γ) Τα όργανα παρατήρησης των αντικειμένων της ναοκλίμακας,
- δ) Την αλλαγή των ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν την κλίμακα αυτή.

Για τη διαμόρφωση των επιπέδων βασιστήκαμε στον αριθμό των χαρακτηριστικών της ναοκλίμακας που ανιχνεύτηκαν σε κάθε απάντηση (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Επίπεδα για τη νοηματοδότηση της ναοκλίμακας.

Επίπεδο	Περιγραφή
E3	Περιλάμβανε MN για δύο ή περισσότερα χαρακτηριστικά της ναοκλίμακας.
E2	Περιλάμβανε MN για ένα χαρακτηριστικό της ναοκλίμακας.
E1	Περιλαμβάνει ασαφείς MN ως προς τα χαρακτηριστικά της ναοκλίμακας.
E0	Δεν περιλάμβανε καμία απάντηση ή η απάντηση δε συνδεόταν με κανένα χαρακτηριστικό της ναοκλίμακας.

3. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με την κατανόηση των δύο εκπαιδευτικών (ΕΚΠ1 και ΕΚΠ2) στις τρεις ερωτήσεις.

Παρατηρούμε ότι πριν την επιμόρφωση, οι MN που εντοπίστηκαν στις απαντήσεις των δύο εκπαιδευτικών ταξινομήθηκαν στα δύο χαμηλότερα επίπεδα (Επίπεδο 0 και Επίπεδο 1), το οποίο υποδεικνύει ένα χαμηλό βαθμό ναογραμματοισμού. Για παράδειγμα, η ΕΚΠ1, στην ΕΡ1, απάντησε: «Στην επιφάνεια του ξύλου η σταγόνα θα απλωθεί» (Ε0, περιγραφή του φαινομένου χωρίς εξηγήσεις). Στην ΕΡ2, δήλωσε : «Έχω ακούσει για διάφορες εφαρμογές στην ιατρική. Για παράδειγμα κάποια ενδύματα που βελτιώνουν τις κινήσεις και την υγεία του σώματος» (Ε1, στην απάντηση αναγνωρίζεται με ασάφεια η ΜΙ9). Η ΕΚΠ2 στην ΕΡ1 υποστηρίζει: «Το ξύλο δεν απορροφά γιατί έχει λεία επιφάνεια» (Ε1, η απάντηση βασίζεται στις αισθήσεις). Μετά την επιμόρφωση των δύο εκπαιδευτικών, οι περισσότερες MN (6 από τις 8) ανήκουν στα δύο υψηλότερα επίπεδα κατανόησης (Ε2 και Ε3). Αντιπροσωπευτικά αναφέρουμε, στην ΕΡ1, η ΕΚΠ1 απάντησε: «Η σταγόνα έχει σχήμα σφαιρικό. Αυτό οφείλεται στο φαινόμενο του λωτού. Αν αναλύουμε με περισσότερη λεπτομέρεια την επιφάνεια θα δούμε ότι υπάρχουν μικροπρωεξοχές. Πάνω σε αυτές υπάρχουν ναοπροεξοχές οι οποίες δεν αφήνουν το νερό να εισχωρήσει στο εσωτερικό της επιφάνειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η επιφάνεια να είναι σουπερυδόφοβη». Στην ΕΡ2, η απάντηση ήταν: «Νανοτεχνολογία είναι η κατανόηση και ο έλεγχος της ύλης σε διαστάσεις από 1-100nm (1nm=10⁻⁹m). Επίσης η ναοτεχνολογία προσπαθεί να εκμεταλλευτεί τις νέες ιδιότητες των υλικών που παρουσιάζονται στις διαστάσεις της ναοκλίμακας έτσι ώστε να κατασκευαστούν νέα προϊόντα με νέες ιδιότητες και λειτουργίες. Ένα παράδειγμα που σχετίζεται με τη Νανοτεχνολογία είναι η δυνατότητα αδιαβροχοποίησης, ο αυτοκαθαρισμός των επιφανειών, τα νανόφιλτρα».



Πίνακας 5: Κατανομή των MN των δύο εκπαιδευτικών στα επίπεδα κατανόησης πριν και μετά την εφαρμογή ανά ερώτηση

Επί- πεδα	EP1. Το φαινόμενο του λωτού				EP2. Νοηματοδότηση της νανοτεχνολογίας				EP3. Νοηματοδότηση της νανοκλίμακας			
	Εκπαιδ.1		Εκπαιδ. 2		Εκπαιδ. 1		Εκπαιδ. 2		Εκπαιδ. 1		Εκπαιδ. 2	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
E3		1				1						
E2				1				1		1		1
E1			2	1	3					1		
E0	2	1					1				1	

Ωστόσο, στην ερώτηση A1, αναγνωρίστηκε μία MN στο επίπεδο E0: «Η σταγόνα μοιάζει να απλώνεται [στο ξύλο]».

Η ΕΚ2, στο EP1, έδωσε την απάντηση: «Όταν η σταγόνα νερού πέφτει σε ένα φύλλο φυτού, επειδή δεν μπορεί να απορροφηθεί αποκτά ένα σφαιρικό σχήμα (υδροφοβικότητα) (E2 επειδή περιγράφει το φαινόμενο χωρίς σαφή αναφορά σε κάποια από τις όψεις του φαινομένου του λωτού). Στην EP2, απάντησε «Είναι ένας κλάδος που εφαρμόζεται σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης και περιποίησης μέχρι και την ιατρική. Για παράδειγμα, στα αντηλιακά προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ουσίες οι οποίες σε νανομέγεθος κάνουν το αντηλιακό διαφανές, αλλά εξακολουθούν να μπλοκάρουν τις ακτίνες UV» (E2, διότι αναγνωρίζεται μόνο μία MI, η MI9). Στο ίδιο επίπεδο (E2) ανήκει η απάντηση που έδωσε στην EP3: «Η Νανοτεχνολογία είναι η κατανόηση και ο έλεγχος της ύλης στη νανοκλίμακα, σε διαστάσεις ανάμεσα σε 1 και σε 100nm στις οποίες μοναδικά φαινόμενα επιτρέπουν καινοτόμες εφαρμογές». Επίσης αναγνωρίστηκε στο επίπεδο E1, μία MN: «Όταν πέφτει η σταγόνα νερού σε μια σκληρή επιφάνεια, όπως αυτή του ξύλου δεν απορροφάται και παραμένει σταθερή».

4. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Συμπεραίνουμε ότι μετά την επιμόρφωση, οι δύο εκπαιδευτικοί εκφράστηκαν με σαφήνεια για μία τουλάχιστον MI, κι επομένως μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι βελτιώθηκε ο νανογραμματισμός τους σε σχέση με την αρχική τους κατάσταση. Επιπλέον διαπιστώνουμε ένα μικρό αριθμό MN τόσο στο E3, όσο και στα επίπεδα E0 και E1 μετά την επιμόρφωσή τους. Η διαπίστωση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί τα επίπεδα E0 και E1 αναγνωρίστηκαν μόνο στην υπο-ερώτηση που αφορά το σχήμα της σταγόνας στο ξύλο (υδροφοβική επιφάνεια). Άρα, ενώ ο νανογραμματισμός στην υπερευδροφοβικότητα αναγνωρίστηκε σε επίπεδα υψηλά, στην περίπτωση της υδροφοβικότητας παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα. Αποδίδουμε το εύρημα αυτό στο εκπαιδευτικό υλικό του προγράμματος που αφορά τη διδασκαλία της υδροφοβικότητας. Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί μέτρησαν τη γωνία επαφής σταγόνας-επιφάνειας και διαπίστωσαν ότι οι τιμές της ήταν περίπου 120°, δηλαδή ανάμεσα στο υδρόφοβο εύρος (90°-150°).



Ανάλογες δραστηριότητες με τις οποίες οι εκπαιδευτικοί προσέγγισαν τη δομή της υπερυδροφобης επιφάνειας δεν πραγματοποιήθηκαν, με αποτέλεσμα οι απαντήσεις τους να παραμείνουν στα χαμηλά επίπεδα. Άξιο αναφοράς είναι ότι οι ιδέες των εκπαιδευτικών για το φαινόμενο του λωτού οι οποίες ταξινομήθηκαν στο Ε1, έχουν ομοιότητες με αυτές μαθητών Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου οι οποίοι εξηγούσαν το φαινόμενο με βάση τις αισθήσεις τους. Για παράδειγμα ανέφεραν ότι αιτία του φαινομένου είναι τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας που είναι ορατά στον μακρόκοσμο (Πέικος κα. 2017).

Θεωρούμε ότι η επαγγελματική μάθηση ομότιμων συνεισέφερε θετικά στην ανάπτυξη του νανογραμματισμού των εκπαιδευτικών. Ωστόσο περαιτέρω έρευνα χρειάζεται σε μεγαλύτερο δείγμα ώστε να είναι γενικεύσιμα τα συμπεράσματα.

5. Βιβλιογραφία

- Αυγητίδου, Σ. (2014). *Οι εκπαιδευτικοί ως ερευνητές και ως στοχαζόμενοι επαγγελματίες*. Αθήνα: Gutenberg.
- Μάνου, Λ., Σπύρτου, Α., Χατζηκρανιώτης, Ε., & Καριώτογλου, Π. (2017). Εφαρμογή Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας στο περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας: Αξιολόγηση της μάθησης Πρωτοβάθμιων Εκπαιδευτικών. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη, *Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης* (σσ. 44-51). Ρέθυμνο: ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Πέικος, Γ., Μάνου, Λ. & Σπύρτου, Α. (2017). Εφαρμογή και Αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία περιεχομένου της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό Σχολείο. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (2017), *Πρακτικά του 10^{ου} Πανελληνίου συνεδρίου των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. 802-810) Ρέθυμνο: Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Τσιώλης, Γ. (2015). Ανάλυση ποιοτικών δεδομένων: διλήμματα, δυνατότητες, διαδικασίες. Στο Γ. Πυργιωτάκης & Χρ. Θεοφιλίδης (επιμ.), *Ερευνητική Μεθοδολογία στις Κοινωνικές Επιστήμες και στην Εκπαίδευση. Συμβολή στην επιστημολογική θεωρία και την ερευνητική πράξη*. Αθήνα: Πεδίο.
- Blonder, R. (2011). The Story of Nanomaterials in Modern Technology: An Advanced Course for Chemistry Teachers. *Journal of Chemical Education*, 88, 49–52.
- Geeraerts, K., Tynjälä, P., Heikkinen, H. L., T., Markkanen, I., Pennanen, M., & Gijbels, D. (2015). Peer-group mentoring as a tool for teacher development. *European Journal of Teacher Education*, 38, 358–377.
- Graneheim, U. & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24, 105–112.
- Hunzicker, J. (2011). Effective professional development for teachers: a checklist. *Professional Development in Education*, 37, 177–179.
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21, 160-175.
- Mandrikas, A., Michailidi, E. and D. Stavrou. (2019). "Teaching nanotechnology in primary education". Research in Science & Technological Education. doi: 10.1080/02635143.2019.1631783
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2018). Content transformation for experimental teaching nanoscale science and engineering to primary teachers. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1076, 012006.



Spyrtou, A., Manou, L., Peikos, G. and P. Zachou. (2019). "Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module". In *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education*, edited by M. Tsitouridou J.A. Diniz and T. A. Mikropoulos, 137-152. Cham: Springer

Stevens, S., Y., Sutherland, L., M., & Krajcik, J., S. (2009). *The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering*. NSTA Press.

Vogt, F., & Rogalla, M. (2009). Developing Adaptive Teaching Competency through coaching. *Teaching and Teacher Education*, 25, 1051–1060.



Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου της νανοεπιστήμης στο σχολείο μέσω της ενσωμάτωσης του δομικού στοιχείου «Μέγεθος και Κλίμακα»

Γεώργιος Μπατσιόλας¹, Αλέξανδρος Προσπαθόπουλος¹, Ευριπίδης Χατζικρανιώτης²
ΠΜΣ 'Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία', Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης¹

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη²

Περίληψη

Η νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία (N-ET) είναι τομέας που απασχολεί ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα, με ταχεία ανάπτυξη και κοινωνικό αντίκτυπο. Μία σύγχρονη πρόκληση για την εκπαίδευση, είναι η ενσωμάτωση περιεχομένου N-ET στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών λόγω της έλλειψης καταρτισμένων εκπαιδευτών και της κρίσιμης και επείγουσα ανάγκης για παρουσία μελλοντικών πολιτών με ευαισθησίες σε θέματα τεχνολογικής καινοτομίας. Η N-ET στην εκπαίδευση έχει προταθεί να βασίζεται σε θεμελιώδεις έννοιες, που ονομάζονται "Μεγάλες Ιδέες". Η εργασία αυτή πραγματεύεται την παρουσίαση και ανάλυση μίας εκ των μεγάλων ιδεών, το Μέγεθος και την Κλίμακα, ως μέσο ενσωμάτωσης και ένταξης περιεχομένου N-ET στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: Νανοεπιστήμη, Νανοτεχνολογία, μέγεθος, κλίμακα, μεγάλη ιδέα, εκπαίδευση

A proposal for the introduction of NSE – related concepts in School through the incorporation of the building block “Size and Scale”

George Batsiolas¹, Alexandros Prospathopoulos¹, Euripides Hatzikraniotis²

Postgraduate Programme 'Didactics in Physics and Educational Technology', Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki¹

Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki²

Abstract

Nanoscience-Nanotechnology (N-ST) is a scientific area that is intensely preoccupied the scientific community, with rapid development and social impact. A modern challenge for education is the integration of N-ST concepts across all levels. This is presented as a critical and urgent need due to the shortage of NST-educated educators and the need for future literate citizens in N-ST. According to literature review, the integration of N-ST content relies on core concepts, called "Big Ideas". This paper focuses on the presentation and analysis of one of the Big ideas: "Size and Scale", as a way of integrating N-ST content into education.

Keywords: Nanoscience, nanotechnology, size, scale, big idea, education



1. Εισαγωγή

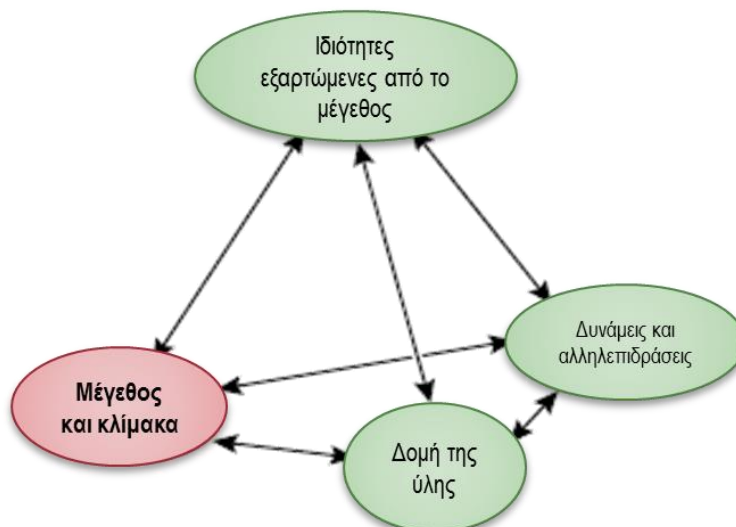
Η νανοεπιστήμη και η νανοτεχνολογία έχουν εισβάλει στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων και επηρεάζουν την καθημερινότητά μας. Ως εκ τούτου η προώθησή της νανοτεχνολογίας παρουσιάζει ραγδαία ερευνητική ανάπτυξη και εξέλιξη μέσα από τις κυρίαρχες επιστήμες όπως η φυσική, η χημεία, η βιολογία, η επιστήμη των υλικών, η μηχανική και η φαρμακολογία (Miyazaki & Islam, 2007).

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον που εστιάζει στην εισαγωγή του περιεχομένου της Ν-ΕΤ στην εκπαίδευση (Τασσοπούλου, 2017). Η εισαγωγή της θεωρείται απαραίτητη στην εκπαίδευση για την καλλιέργεια του «νανο-γραμματισμού», αλλά και για το ενδιαφέρον που προκαλούν οι σύγχρονες εφαρμογές νανοτεχνολογίας στους μαθητές (Jones et al, 2013). Παράλληλα, οι εκτιμήσεις οργανισμών όπως ο ΟΟΣΑ προβλέπουν έλλειψη ανθρώπινου εργατικού δυναμικού εκπαιδευμένου στο συγκεκριμένο επιστημονικό-τεχνολογικό τομέα (Palmberg et al, 2009).

Η σημασία της διαπραγμάτευσης βασικών ιδεών Ν-ΕΤ στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών έχει τονιστεί από πολλούς ερευνητές (Stevens et al, 2009, Hignant & Albe, 2010). Οι Μεγάλες ιδέες της νανοτεχνολογίας αποτελούν θεμελιώδεις έννοιες, οι οποίες θα πρέπει να κατανοηθούν από τους μαθητές προκειμένου να έχουν ένα θεωρητικό υπόβαθρο έτσι ώστε να μπορούν στη συνέχεια να επεξεργαστούν με αποτελεσματικό τρόπο το αντικείμενο της νανοτεχνολογίας (Μάνου κ.ά, 2013). Έτσι, τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ένας σημαντικός αριθμός προγραμμάτων και ερευνών σε σχέση με τη διδασκαλία της νανοτεχνολογίας (Μιχαηλίδη, 2013).

Οι έννοιες που αποτελούν τον πυρήνα της νανοτεχνολογίας και άρα βάση για κάθε προσπάθεια ένταξής της στην εκπαίδευση είναι: 1) το μέγεθος και η κλίμακα, 2) η δομή της ύλης, 3) οι ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, 4) οι δυνάμεις και οι αλληλεπιδράσεις, 5) τα κβαντικά φαινόμενα, 6) η αυτο-οργάνωση, 7) τα εργαλεία, 8) τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις, 9) η σχέση νανοεπιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (Εικ.1), (Stevens et al, 2009).

Εικόνα 1: Αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των εννοιών που αποτελούν τον πυρήνα της νανοτεχνολογίας (Stevens et al, 2009).





Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την μεγάλη ιδέα «Μέγεθος και Κλίμακα» και προτείνει την σύνδεσή της στο τρέχον εκπαιδευτικό πλαίσιο, ως εργαλείο διδασκαλίας του γνωστικού αντικειμένου της νανοεπιστήμης και νανοτεχνολογίας. Το δομικό στοιχείο «Μέγεθος και Κλίμακα» χαρακτηρίζεται ως βασικό καθοδηγητικό εργαλείο για την ένταξη της διδασκαλίας N-ET στα σχολεία καθώς προσδιορίζει ουσιαστικά την ίδια την νανοκλίμακα (Stevens et al, 2009) ενώ η βαθιά κατανόηση του παράγοντα «Μέγεθος και τη Κλίμακα» αποτελεί βασική ικανότητα που σχετίζεται άμεσα με τις έννοιες της νανοτεχνολογίας (Magana et al, 2012).

2. Μεθοδολογία

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Σύγχρονα Θέματα Φυσικής» όπως αυτό ενσωματώνεται στο ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία» του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση με έμφαση στο περιεχόμενο της N-ET μέσα από τις έννοιες του μεγέθους και της κλίμακας και προσανατολισμό στον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών.

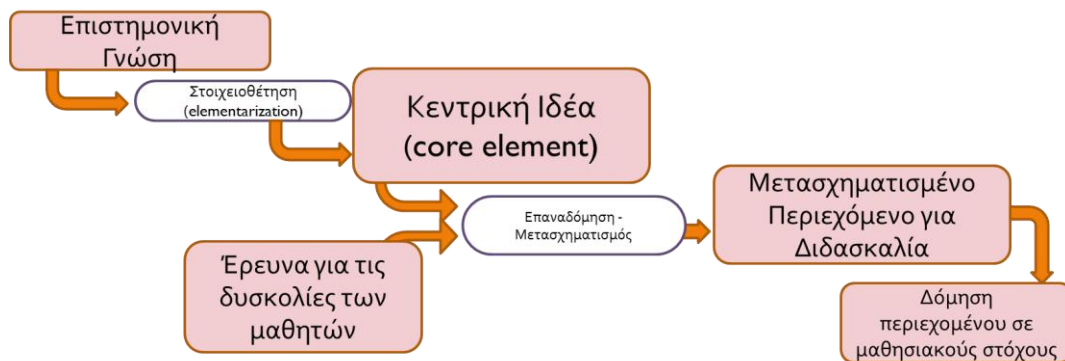
Κατόπιν γίνεται αναγνώριση, αντιστοίχιση και ταξινόμηση των γνωστικών διαδικασιών και των επιπέδων κατανόησης των μαθητών και προτείνεται η σύνδεση της έννοιας «Μέγεθος και Κλίμακα», όπως αναπτύσσεται διεξοδικά στο έργο «The 'big ideas' of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teacher (Stevens et al, 2009)», μέσα από μια ολοκληρωμένη διδακτική παρέμβαση η οποία έχει κλιμακωτή διάρθρωση και μαθησιακό στόχο την οικοδόμηση επιστημονικά ορθού θεωρητικού υποβάθρου. Άρα αποτελεί κυρίαρχο και μείζονος σημασίας σκοπό, οι μαθητές να κατανοήσουν τα φαινόμενα που πραγματεύονται στην νανοκλίμακα σε αφηρητικό επίπεδο αναγνωρίζοντας στοιχεία όπως π.χ. το μέγεθος του αντικειμένου, η μέτρηση μεγεθών με την βοήθεια οργάνων κ.λπ.

Στην κατεύθυνση αυτή χρησιμοποιείται ως εργαλείο το Μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction – MER), όπως προτείνεται από τους Duit (2007) και Duit et al (2012), με μη εξαντλητικό τρόπο αφού δεν προχωράμε στην υλοποίησή του. Βασικό στοιχείο του μοντέλου είναι η αναλυτική διαδικασία μετατροπής της επιστημονικής γνώσης σε «γνώση προς διδασκαλία», η οποία συμβάλλει στον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών. Σύμφωνα με το MER, ο μετασχηματισμός γίνεται με 3 αλληλεπιδρώντα συστατικά: (α) ανάλυση του περιεχομένου της επιστήμης, (β) έρευνα για τη διδασκαλία και τη μάθηση, (γ) σχεδίαση και αξιολόγηση περιβάλλοντος διδασκαλίας και μάθησης. Συνεπώς, η δομή του περιεχομένου μιας επιστημονικής περιοχής πρέπει αρχικά να αναλυθεί στα στοιχεία του (elementarization), να προσδιοριστούν οι κεντρικές ιδέες (core elements) και να μετασχηματιστεί παίρνοντας υπόψη τις ιδέες των μαθητών ώστε να μετατραπεί σε δομή περιεχομένου για διδασκαλία, προσιτή στους μαθητές αλλά και εμπλουτισμένη με την τοποθέτηση σε πλαίσια που έχουν νόημα για τους μαθητές (Εικ. 2).

Για την πρόταση σύνδεσης της ιδέας με την εκπαίδευση, διαμορφώθηκε η διαρθρωτική ανάπτυξη του περιεχομένου της πρότασης σε 2 εννοιολογικές ενότητες. Για κάθε ενότητα τα ερωτήματα που τίθενται σχετίζονται με το ποιες είναι οι απαιτούμενες γνώσεις, ποιες είναι οι εναλλακτικές αντιλήψεις ως μαθησιακές δυσκολίες και το τι πρέπει τελικά να γνωρίζουν οι μαθητές με την ολοκλήρωση κάθε εκπαιδευτικής παρέμβασης.



Εικόνα 2: Μεθοδολογία διαμόρφωσης διδακτικού πλαισίου για τον μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε γνώση προς διδασκαλία, βασισμένη στο Μοντέλο Εκπαιδευτικής Αναδόμησης κατά Duit (2007).



3. Αποτελέσματα και συζήτηση

Η παρούσα ερευνητική εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος αναπτύσσεται η επιστημονική γνώση του Μεγέθους και της Κλίμακας σε σχέση με την N-ET, ενώ στο δεύτερο μέρος εξετάζουμε την πρόταση χρήσης της ιδέας ως συνδεδετικό κρίκο για την εισαγωγή των μαθητών στις έννοιες της N-ET.

Ο Επιστημονικός Εγγραμματοπισμός για το Μέγεθος και την Κλίμακα και η σχέση με την N-ET

Οι έννοιες για το μέγεθος και την κλίμακα (και από άποψη γεωμετρίας) αποτελούν μέρος ενός γνωστικού πλαισίου για την επιστήμη, ενώ ουσιαστικά προσδιορίζουν την νανοκλίμακα. Υπάρχουν «κόσμοι» που ορίζονται από την κλίμακα, (μακρο-, μικρο-, νανο-), ενώ κάθε κόσμος έχει αντικείμενα παρόμοια, η συμπεριφορά των οποίων μπορεί να εξηγηθεί και να προβλεφθεί. Γνωρίζοντας δηλαδή το μέγεθος και την κλίμακα ενός υλικού στοιχείου μπορούμε να προβλέψουμε την συμπεριφορά του ως εκ τούτου οι ιδιότητες του. Τα όρια των κόσμων δεν είναι διακριτά παρά μόνον όταν ορίζονται από τα όργανα που είναι απαραίτητα για την παρατήρηση. Σε κάθε κλίμακα εμφανίζονται διαφορετικές κυρίαρχες δυνάμεις, συνεπώς η έννοια της κλίμακας βοηθάει στην ερμηνεία των φαινομένων που σχετίζονται με τις δυνάμεις αυτές.

Η πρόταση σύνδεσης της Μεγάλης Ιδέας «Μέγεθος και Κλίμακα» με την εκπαίδευση στην N-ET

Η βαθιά κατανόηση των εννοιών και φαινομένων της νανοεπιστήμης σχετίζεται άμεσα με τα δομικά στοιχεία που περιγράφονται στις εννέα Μεγάλες Ιδέες. Καθώς το δομικό στοιχείο του Μεγέθους και της Κλίμακας είναι ενταγμένο εν μέρει στο αναλυτικό πρόγραμμα, μπορεί να χαρακτηριστεί ως συνδεδετικό εργαλείο για την ένταξη της διδασκαλίας N-ET στην εκπαίδευση, εάν πραγματοποιηθεί κατάλληλος διδακτικός μετασχηματισμός, οποίος θα βασίζεται στις παρακάτω διδακτικές ενότητες με αντίστοιχο περιεχόμενο:

- (i) Προσδιορισμός του μεγέθους ενός αντικειμένου μέσω αντίστοιχου αναφοράς (Εικ.3), το μέγεθος είναι δυνατόν να προσδιοριστεί με ποιοτικούς και με ποσοτικούς τρόπους (Εικ.6),



- (ii) Επίγνωση των αλληλεπιδράσεων του μακρόκοσμου, μικρόκοσμου, νανόκοσμου, καθώς και ότι αλλαγές στην κλίμακα μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται τα φαινόμενα και οι αλληλεπιδράσεις (Εικόνες 4 & 5).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συνοπτικά η ανάλυση της επιστημονικής γνώσης στα βασικά στοιχεία της (elementarization), η απομόνωση της κεντρικής ιδέας καθώς και οι συσχετιζόμενες μεγάλες ιδέες, ενώ στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η προτεινόμενη δομή του περιεχομένου προς διδασκαλία. Προτείνονται δυο διδακτικές ενότητες με διαφορετικούς στόχους η κάθε μια. Το γενικό θέμα των εννοιών είναι η διερεύνηση των παραγόντων που σχετίζονται με το μέγεθος και την γεωμετρία (μέγεθος, κλίμακα, σχήμα, αναλογικότητα κ.α.) και βοηθούν στην περιγραφή της ύλης και την πρόβλεψη της συμπεριφοράς της.

Πίνακας 1: Στοιχειοθέτηση της επιστημονικής γνώσης – Κεντρική Ιδέα – Ιδέες των μαθητών.

Επιστημονική Γνώση	Κεντρική Ιδέα	Μεγάλες Ιδέες στην Νανοτεχνολογία
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Μέγεθος ▪ Κλίμακα ▪ Αντικείμενα αναφοράς ▪ Προσδιορισμός μεγέθους και σύγκριση ▪ Απόλυτα και σχετικά μεγέθη ▪ Μονάδες μέτρησης ▪ Αναλογικότητα ▪ Νανοκλίμακα και νανοσωματίδια ▪ Αλλαγή ιδιοτήτων ύλης στην νανοκλίμακα ▪ Περιγραφή ύλης και συμπεριφοράς μέσω γεωμετρικής πληροφορίας 	<p>Η περιγραφή της ύλης και η πρόβλεψη της συμπεριφοράς της</p>	<p>Μέγεθος και Κλίμακα (Size and Scale) <i>(κύρια Μεγάλη Ιδέα)</i></p>
	<p>Εξαρτάται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Το μέγεθος των νανοσωματιδίων ▪ Το σχήμα των νανοσωματιδίων ▪ Το υλικό των νανοσωματιδίων 	<p>Δευτερεύουσες Μεγάλες Ιδέες:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος (size dependent properties) <i>(εξαρτώμενη Μεγάλη Ιδέα)</i> ▪ Εργαλεία (tools) <i>(συμπληρωματική Μεγάλη Ιδέα)</i>
	<p>Σχετίζεται με ένα «πρόβλημα» με το οποίο συνδέουμε την κεντρική ιδέα με κάποιο φυσικό φαινόμενο, προσπαθώντας να πετύχουμε σύνδεση επιστήμης και κοινωνικοπολιτισμικού πλαισίου:</p> <p>π.χ. το χρώμα των βιτρώ και φαινόμενα οπτικής.</p>	



Πίνακας 2: Δομή του περιεχομένου προς διδασκαλία σε διδακτικές ενότητες με αντίστοιχους μαθησιακούς στόχους, στο πλαίσιο Γ Γυμνασίου ευέλικτης ζώνης.

Μέγεθος και κλίμακα: Οι παράγοντες που σχετίζονται με το μέγεθος και την γεωμετρία (π.χ. μέγεθος, κλίμακα, σχήμα, αναλογικότητα κ.α.) βοηθούν στην περιγραφή της ύλης και την πρόβλεψη της συμπεριφοράς της	
Διδακτικές Ενότητες	Διδακτικοί Στόχοι
1 ^η	<ol style="list-style-type: none">1. Σύνδεση Επιστήμης και Κοινωνικοπολιτισμικού πλαισίου, μέσω ενός αρχικού «προβληματισμού».2. Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν ότι για να γνωρίζουν το μέγεθος και την κλίμακα ενός αντικείμενου είναι απαραίτητο να το συγκρίνουν με ένα αντικείμενο αναφοράς.
2 ^η	<ol style="list-style-type: none">1. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να αποκτήσουν επίγνωση της αλληλεπίδρασης μακρόκοσμου, μικρόκοσμου, νανόκοσμου.2. Κάθε ένας από τους υπαρκτούς αυτούς κόσμους, περιλαμβάνει κάποια αντιπροσωπευτικά αντικείμενα τα οποία βοηθούν στην κατανόηση της αντιπροσωπευτικής κλίμακας κάθε κόσμου (μάκρο-, μικρο-, νάνο-) ενώ υπάρχουν συγκεκριμένα εργαλεία με τα οποία μπορούμε να «παρατηρήσουμε» αυτούς τους κόσμους.

Εικόνα 3: Οι μαθητές θα πρέπει να καταλάβουν ότι για να προσδιοριστεί το μέγεθος ενός αντικείμενου θα πρέπει να συγκριθεί με ένα αντίστοιχο αντικείμενο αναφοράς. Θα πρέπει να εξοικειωθούν με τη σύγκριση αντικειμένων.



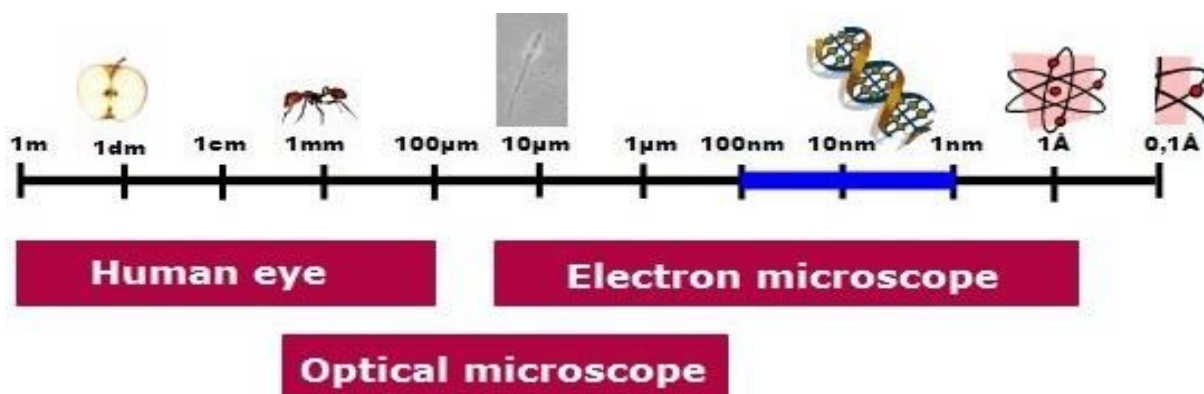
Οι κλιμακούμενες προαπαιτούμενες γνώσεις οι οποίες θα πρέπει να πληρούνται προκειμένου να αναπτυχθούν οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις καταγράφονται ανά ενότητα στις εξής:

- (i) βασικές γνώσεις μαθηματικών (πράξεις αριθμών, μεταβατικός συλλογισμός, γνώση κλασμάτων και αναλογιών)
- (ii) γνώση ύπαρξης ενός μέρους του κόσμου πολύ μικρό μη ορατό δια γυμνού οφθαλμού, το οποίο επηρεάζει το ορατό μέρος (Εικ.4), (Εικ.5)



- (iii) γνώση τάξεων μεγέθους, εννοιών υποδιαιρέσεων και πολλαπλασίων, μονάδων μέτρησης,
- (iv) δυνατότητα ποιοτικής και ποσοτικής μέτρησης (Εικ.6).

Εικόνα 4: Οι μαθητές πρέπει να αντιληφθούν ότι ένα μέρος του κόσμου είναι πολύ μικρό ή πολύ μακρινό ώστε να γίνει αντιληπτό δια γυμνού οφθαλμού. Χρησιμοποιούμε ειδικά εργαλεία για να το δούμε, σε κάθε έναν από τους κόσμους (μακρόκοσμο, μικρόκοσμο, νανόκοσμο)⁶



Κάθε εκπαιδευτική παρέμβαση οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν. Οι δυσκολίες στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο περιλαμβάνουν:

- (i) σύγχυση μεταξύ των διαφόρων μονάδων ή και ανακάλυψη νέων π.χ. η μέτρηση βάρους με μονάδες μάζας,
- (ii) έλλειψη δεξιότητας στις μετρήσεις,
- (iii) δυσκολία στην κατανόηση σύνδεσης απόλυτων και σχετικών μεγεθών και γενικά δυσκολία στην σύγκριση μεγεθών,

ενώ έχουμε την εμφάνιση εναλλακτικών αντιλήψεων όπως:

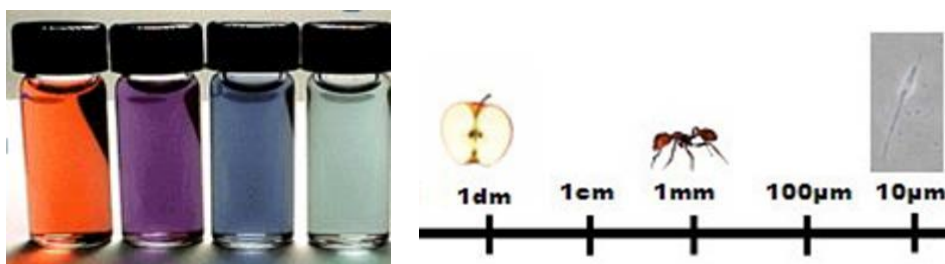
- (i) αντικείμενα μη ορατά δια γυμνού οφθαλμού έχουν όλα το ίδιο μέγεθος,
- (ii) μικροσκοπικά αντικείμενα που φαίνονται μετά βίας, είναι μικρότερα από αντικείμενα μη ορατά δια γυμνού οφθαλμού.

Μετά το τέλος της εκπαιδευτικής παρέμβασης οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να μετρούν σωστά διάφορα μεγέθη και χαρακτηριστικά των αντικειμένων επιλέγοντας τις κατάλληλες μονάδες και διαδικασίες μέτρησης. Θα πρέπει να είναι ικανοί να συγκρίνουν μεγέθη διαφόρων αντικειμένων και να αντιστοιχούν κάθε αντικείμενο στον κόσμο που ανήκει. Παράλληλα να μπορούν να εκφράζουν ένα φυσικό αριθμό με διαφορετικούς τρόπους, κυρίως με μορφή αναπτύγματος καθώς αποτελεί βοήθημα στην διαχείριση των κλιμάκων. Επίσης θα πρέπει να είναι σε θέση να εξηγούν γιατί υπάρχουν τα όρια στο μέγεθος ενός αντικειμένου, συστήματος ή μοντέλου.

⁶ http://aventalearning.com/content168staging/credit_recovery/2008KCRBiologyA/unit3/section1.html



Εικόνα 5: Το χρώμα του διαλύματος νανοσωματιδίων χρυσού μεταβάλλεται όταν εκτίθεται στο φως ανάλογα με το μέγεθος των νανοσωματιδίων που περιέχει.⁷



Συμπεράσματα, προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την μεγάλη ιδέα «Μέγεθος και Κλίμακα» ως βασικό καθοδηγητικό εργαλείο για την διδασκαλία της Ν-ΕΤ. Για την σχεδίαση της διδακτικής πρότασης βασιστήκαμε στο μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (ΜΕΡ). Ξεκινώντας από την επιστημονική γνώση απομονώσαμε την κεντρική ιδέα και λαμβάνοντας υπόψη την προϋπάρχουσα γνώση και τις ιδέες των μαθητών, προχωρήσαμε στο μετασχηματισμό και τη δομή του περιεχομένου για διδασκαλία. Η παρούσα πρόταση αποτελείται από δύο διδακτικές ενότητες με τους αντίστοιχους μαθησιακούς στόχους

Καθώς οι κοινωνίες εξαρτώνται όλο και περισσότερο από την τεχνολογία και ιδιαίτερα από την νανοτεχνολογία, είναι ζωτικής σημασίας οι άνθρωποι από την μαθητική ηλικία να κατανοήσουν το περιεχόμενο και τις έννοιες των μεγάλων ιδεών συνολικά αλλά και του μεγέθους και της κλίμακας ειδικότερα. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στην προσαρμογή και δημιουργία διδακτικών ακολουθιών που αξιοποιούν τις Μεγάλες Ιδέες, ξεκινώντας από το Μέγεθος και την Κλίμακα, να αξιολογήσει πρακτικά την επάρκεια τους και να εντοπιστεί και κατά πόσο παρέχουν την αναγκαία στήριξη στους μαθητές ώστε να αποτελέσουν ενεργούς πολίτες, ενημερωμένους σε θέματα Ν-ΕΤ. Επιπλέον θα πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης της παρούσας διδακτικής πρότασης, αρχικά στο πλαίσιο επιστημονικών προγραμμάτων της ευέλικτης ζώνης για τους μαθητές Γ' Γυμνασίου, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς του εκάστοτε ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος.

5. Βιβλιογραφία

Μάνου, Λ., Σπύρτου, Α. (2013). Η εισαγωγή της Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας στην υποχρεωτική εκπαίδευση: βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου και σύνδεση του με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες. Στο Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.), *Πρακτικά του 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σ.σ. 658-665). Βόλος: Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής.

⁷ <https://electroiq.com/2013/10/mems-devices-for-biomedical-applications/>



Μιχαηλίδη, Α. Α. (2013). *Ανάπτυξη και αξιολόγηση διδακτικής μαθησιακής σειράς για τη νανοτεχνολογία στην υποχρεωτική εκπαίδευση*. Αδημοσίευτη πτυχιακή εργασία, Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης.

Τασσοπούλου, Σ. (2017). *Αξιολόγηση διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας για την εισαγωγή του περιεχομένου της νανοεπιστήμης νανοτεχνολογίας και των μοντέλων: Μία μελέτη περίπτωσης σε μαθητές δημοτικού σχολείου*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Παιδαγωγική Σχολή Φλώρινας.

Duit, R. (2007). Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), p.p.3-15

Duit R., Gropengießer H., Kattmann U., Komorek M., Parchmann I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In: Jorde D., Dillon J. (eds) *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective*, 13–37.

Hignant, B., Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: a review of literature. *Studies in Science Education* 46:2, 121-152.

Jones, G. Blonder, R., Gardner, G., Albe, V., Falvo, M., Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*. 35 (9), 1490- 1512.

Miyazaki, K., Islam, N. (2007). Nanotechnology systems of innovation – An analysis of industry and academia research activities. *Technovation*, 27(11), 661-675.

Magana, J. A., Brophy, P. S., Bryan, A. L. (2012). An integrated knowledge framework to characterize and scaffold size and scale cognition. *International Journal of Science Education*, 34 (14), 2181-2203.

Palmberg, C., Dernis, H., Miguët, C. (2009). *Nanotechnology: An overview based on indicators and statistics*. STI Papering Paper 2009/7. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

Stevens, S. Y., Sutherland L. M. & Krajcik J. S. (2009). *The 'big ideas' of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.



Σχεδιασμός, ανάπτυξη και εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού σε πρόγραμμα ERASMUS+: ο πολιτισμός στην κλίμακα του νάνο μέσα από τα βιτρό της Αναγέννησης

Μαρία Πετσίβα¹, Άννα Σπύρτου¹, Λεωνίδας Μάνου¹, Ολυμπία Παπαθανασίου²

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας¹, Δημοτικό Σχολείο Φιλώτα²

Περίληψη

Η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET) αποτελεί ένα σύγχρονο κλάδο που μελετά και χειρίζεται υλικά της νανοκλίμακας. Σε επιτεύγματα παλαιότερων πολιτισμών ανιχνεύονται νανοϋλικά στα οποία αποδίδονται οι εξαιρετικές ιδιότητές τους. Η σύνδεση του περιεχομένου της N-ET με τον πολιτισμό προάγει τη διεπιστημονικότητα και μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη. Υπό αυτό το πρίσμα, στην παρούσα εργασία περιγράφονται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού με βασικό περιεχόμενο τα Αναγεννησιακά βιτρό σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίοι προέρχονταν από ευρωπαϊκές χώρες που συμμετείχαν στα πλαίσια του προγράμματος ERASMUS+. Οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν την πρόθεση να εφαρμόσουν τις δραστηριότητες στους μαθητές τους.

Λέξεις κλειδιά: νανοπολιτισμός, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, βιτρό της Αναγέννησης, πρόγραμμα ERASMUS+

Design, Development and Implementation of an educational material under the Erasmus+ Program: culture in nanoscale through the renaissance stained glass

Maria Petsiva¹, Anna Spyrtou¹, Leonidas Manou¹, Olympia Papathanasiou²

¹University of Western Macedonia, ²Primary School of Filotas

Abstract

Nanoscience-Nanotechnology (NST) is a modern field that studies and manipulates nanoscale materials. Within the achievements of older time civilizations certain nanomaterials can be detected, to which their exceptional properties are attributed. Linking NST content to culture promotes interdisciplinarity and can increase students' interest in science. In this respect, the present work describes the design and implementation of an educational material regarding the Renaissance stained glass to primary school teachers, coming from European countries that participated in the ERASMUS+ program. Teachers expressed their intention to implement the activities to their students.

Keywords: nanoculture, primary education, renaissance stained glass, ERASMUS+ program



Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET) είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος που σχετίζεται με τη δυνατότητα ελέγχου ή χειρισμού υλικών σε ατομική, μοριακή και μακρομοριακή κλίμακα, με στόχο την παραγωγή δομών με πρωτότυπες ιδιότητες και λειτουργίες που οφείλονται στο μέγεθος, στο σχήμα ή στη σύνθεσή τους. Στόχος της είναι να ενσωματωθούν τα υλικά αυτά σε τεχνολογικές εφαρμογές ώστε αυτές να αποκτήσουν νέες δυνατότητες. Σήμερα εφαρμογές της N-ET χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς, όπως στην ιατρική, στη βιολογία, στην κοσμετολογία, στη βιομηχανία υφασμάτων, στην καθημερινή ζωή κ.ά. (Χαριτίδης & Βιδάλης 2010, Kumar & Kumbhat 2016, Winkelmann & Bhushan 2016).

Εφαρμογές των υλικών της N-ET έχουν βρεθεί σε πολιτισμικά επιτεύγματα παλαιότερων χρόνων: στα αττικά αγγεία (7^{ος}-3^{ος} π.Χ. αι.), στα Ρωμαϊκά αγγεία (1^{ος} μ. Χ. αι.), στον πολιτισμό των Μάγια (1000π.Χ.-1540 μ. Χ.), στα βιτρό της Αναγέννησης-Μεσαιωνικής περιόδου, στα σπαθιά της Δαμασκού (17^{ος} μ. Χ. αι.), στις πορσελάνες της κινέζικης δυναστείας των Qing (18^{ος} μ. Χ. αι.) κ.ά. Η παρουσία των νανοϋλικών στα αντικείμενα όπου ενσωματώνονταν προσέδιδε σε αυτά ενισχυμένες ιδιότητες π.χ. η ανθεκτικότητα των σπαθιών της Δαμασκού αποδίδεται στην παρουσία νανοσωλήνων άνθρακα. (Dilman 2016, Kumar & Kumbhat 2016). Οι ερευνητές της N-ET επιδιώκουν να μελετήσουν τα νανοϋλικά αυτά έτσι ώστε να τα εκμεταλλευτούν σε σύγχρονες εφαρμογές. Για παράδειγμα, η NASA μελετά τη «νανοσύσταση» του Μελανού Υαλώματος των αρχαίων Αττικών αγγείων (εικόνα 1), για να μπορέσει να κάνει τα διαστημόπλοια πιο ανθεκτικά (Richerson 2012). Το Μελανό Υάλωμα αποτελούνταν από νανοσωματίδια μαγνητίτη, τα οποία προσέδιδαν στα αγγεία εξαιρετική ανθεκτικότητα και μαύρο γυαλιστερό χρώμα (Chaviara & Alouri-Siotis 2016).

Εικόνα 1. Μελανόμορφο Αττικό αγγείο 7^{ου}-4^{ου} π. Χ. αι.⁸



Εικόνα 2. Βιτρό της Αναγέννησης.



Το ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας έρευνας αναπτύχθηκε υπό το πρίσμα μιας ενοποιημένης αντίληψης των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και του πολιτισμού, όπου τα μυστήρια των φυσικών φαινομένων και ιδιοτήτων των πολιτιστικών ευρημάτων προσεγγίζονται διδακτικά μέσα σε ιστορικά, κοινωνικά και πολιτισμικά πλαίσια (Σέρογλου 2017, Χαλκιά 2012, DeBoer 2000). Ειδικότερα, στην εργασία αυτή, αναζητούνται σημεία συνάντησης των ΦΕ με την τέχνη και τον πολιτισμό στο αναδυόμενο επιστημονικό πεδίο της N-ET.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η διδακτική προσέγγιση του περιεχομένου της N-ET φαίνεται να αποκτά ιδιαίτερη εκπαιδευτική αξία, γιατί μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη του επιστημονικού

⁸<https://i.pinimg.com/originals/e6/94/03/e694032036df6b9d3d7220f788706b47.jpg>

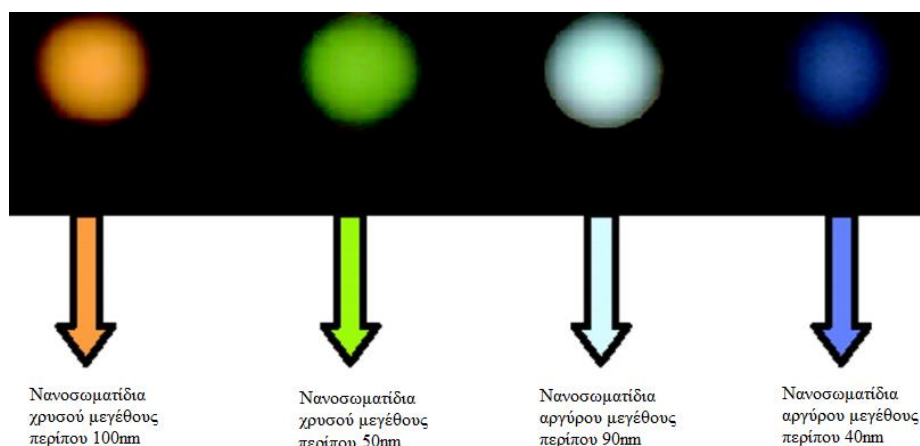


γραμματισμού σε δύο τουλάχιστον κατευθύνσεις. Στη μία κατεύθυνση, οι μαθητές είναι αναγκαίο, ως κριτικοί πολίτες, να γνωρίζουν και να χειρίζονται θέματα της καθημερινής τους ζωής που βασίζονται στη Ν-ΕΤ. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ο όρος «νανογραμματισμός» (Laherto 2010). Στη δεύτερη κατεύθυνση, η διδακτική προσέγγιση επιτευγμάτων του πολιτισμού της κλίμακας του νάνο -από εδώ και στο εξής Νανοπολιτισμού- μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να αντιληφθούν τις ΦΕ ως συνιστώσα του ανθρώπινου πολιτισμού, αποκτώντας έτσι μια ευρύτερη αντίληψη για αυτές (Χαλκιά 2012).

Επιπλέον, η διεπιστημονική προσέγγιση του νανοπολιτισμού στην εκπαίδευση, όπου συναντώνται η Ν-ΕΤ, ο πολιτισμός και η τέχνη υποστηρίζεται ότι μπορεί να προκαλέσει την περιέργεια των μαθητών για τα μυστήρια του φυσικού κόσμου, και κατά συνέπεια να αυξήσει το ενδιαφέρον τους γενικότερα για τις ΦΕ (Duncan et al. 2010, Healy 2009). Η ενσωμάτωση της τέχνης στις διδακτικές δραστηριότητες των ΦΕ εκτιμάται ότι επιτρέπει τους μαθητές να εμπλακούν ενεργά στις δραστηριότητες αυτές, να βελτιώσουν δεξιότητες επικοινωνίας και λύσης προβλημάτων, να ενεργοποιήσουν τη φαντασία τους και να αναπτύξουν νέες νοηματοδοτήσεις (Δρόλαπας & Γκικοπούλου 2015, Medina-Jereza et al.2012).

Τα βιτρό συνιστούν ένα παράδειγμα στον κόσμο της τέχνης λόγω της μοναδικής αλληλεπίδρασής τους με το φως. Ερευνητές της Ν-ΕΤ ανακάλυψαν ότι στη μήτρα του υλικού του γυαλιού των βιτρό βρίσκονταν διάσπαρτα νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου, τα οποία προσέδιδαν διάφορα χρώματα ανάλογα με το μέγεθος των νανοσωματιδίων. Για παράδειγμα, ενώ σφαιρικά νανοσωματίδια χρυσού μεγέθους 100nm φαίνονται πορτοκαλί, στα 50nm είναι πράσινα, ενώ νανοσωματίδια αργύρου διαμέτρου 90nm παράγουν χρώμα ανοιχτό μπλε ενώ όταν έχουν μέγεθος 40nm φαίνονται σκούρα μπλε (Εικόνα 3). Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται κομμάτι από βιτρό της Αναγέννησης (Dilman 2016).

Εικόνα 3: Εξάρτηση του χρώματος που παράγουν νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου από το μέγεθός τους (Από Jin et al. 2001)



Υπό αυτό το πρίσμα, στην παρούσα εργασία περιγράφονται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού υλικού με βασικό περιεχόμενο τα Αναγεννησιακά βιτρό, σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στα πλαίσια του προγράμματος ERASMUS+. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με ζητήματα που αφορούν την εφαρμοσιμότητα του υλικού σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.



Μεθοδολογία

Το πρόγραμμα εστίασε στην ανάδειξη των διαφορετικών πολιτισμών των χωρών και προσπαθεί να ενθαρρύνει τον διάλογο μέσα στις τοπικές κοινωνίες και τη σχολική κοινότητα εφτά ευρωπαϊκών χωρών (Λετονία, Ιταλία, Ελλάδα, Βουλγαρία, Τουρκία, Ρουμανία, Σλοβακία). Ως περιεχόμενο του ναυτοπολιτισμού επιλέχθηκαν τα βιτρό της Αναγέννησης εξαιτίας του ότι είναι κοινό στοιχείο του πολιτισμού όλων των παραπάνω χωρών.

Η έρευνα αποτελούνταν από τις ακόλουθες φάσεις:

1^η φάση. Σχεδιασμός και ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν βασίστηκαν σε βιβλιογραφική επισκόπηση σε δημοσιευμένες έρευνες τόσο στο εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα (π.χ. Duncan et al. 2010, Σπύρτου κ.α. 2018). Στις προτάσεις αυτές στόχος ήταν να κατανοήσουν οι μαθητές ότι: (α) τα ναυσοματίδια χρυσού και αργύρου συμπεριφέρονται διαφορετικά στην κλίμακα του νάνο, (β) οι ΦΕ συνδέονται με την τέχνη, (γ) η Ν-ΕΤ έχει χρησιμοποιηθεί από τον Μεσαίωνα, παρ' όλο που οι τεχνίτες των βιτρό δεν τη γνώριζαν. Υποστηρίζεται ότι οι μαθησιακοί αυτοί στόχοι είναι δυνατόν, μετά από κατάλληλο μετασχηματισμό, να επιτευχθούν και σε μαθητές πρωτοβάθμιας και προσχολικής εκπαίδευσης (Duncan et al. 2010).

Η πρώτη φάση υλοποιήθηκε στο πλαίσιο μιας κοινότητας μάθησης, η οποία αποτελούνταν από δύο εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και δύο ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ. Τα μέλη της κοινότητας συνεργαζόταν συστηματικά μέχρι να καταλήξουν σε συμφωνία ως προς την τελική έκδοση του εκπαιδευτικού υλικού.

2^η φάση. Εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού σε εκπαιδευτικούς της Α/θμιας εκπαίδευσης στα Άδανα της Τουρκίας. Οι εκπαιδευτικοί αφού υλοποίησαν όλες τις σχετικές δραστηριότητες, αναστοχάστηκαν περί της εφαρμοσιμότητάς του σε συνθήκες πραγματικής τάξης.

3^η φάση. Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού από τους παραπάνω εκπαιδευτικούς με ημιδομημένες συνεντεύξεις μέσω skype για τη συλλογή των δεδομένων.

4^η φάση. Εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού σε μαθητές δημοτικού σχολείου των χωρών που συμμετέχουν στο πρόγραμμα ERASMUS+. Την περίοδο που γράφεται η παρούσα εργασία οι εκπαιδευτικοί του προγράμματος έχουν αρχίσει να εισάγουν τους μαθητές τους το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό υλικό.

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν επτά εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, όλες γυναίκες, με χρόνια υπηρεσίας από 20 έως 28. Προέρχονταν από τις χώρες που συμμετείχαν στο πρόγραμμα ERASMUS+ και συγκεκριμένα από τη Βουλγαρία (2 εκπαιδευτικοί), τη Ρουμανία (μία εκπαιδευτικός) και την Ιταλία (τέσσερις εκπαιδευτικοί).

Αποτελέσματα

Στον πίνακα 1 περιγράφονται συνοπτικά τα εκπαιδευτικά υλικά και οι δραστηριότητες οι οποίες εφαρμόστηκαν στη δεύτερη φάση της έρευνας. Στην 1^η ενότητα έγινε εισαγωγή του φαινομένου του λωτού, με βάση διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό προγενέστερης έρευνας (Σπύρτου κ.α. 2018), ώστε να παρουσιαστεί ο μακρόκοσμος, ο μικρόκοσμος και ο νανόκοσμος. Οι εκπαιδευτικοί παρακολούθησαν βίντεο⁹, πειραματίστηκαν με φύλλα μπρόκολου, λάχανου, μαρουλιού ώστε να παρατηρήσουν την

⁹<https://www.youtube.com/watch?v=LJtQ6dvcbOg>



υπερυδροφοβικότητα των φυτών, όταν πάνω τους έπεφταν σταγόνες νερού. Εισήχθη ο όρος «νανοπροεξοχές» και προβλήθηκε ένα σχετικό με το φαινόμενο animation¹⁰. Στόχος της 1ης ενότητας ήταν να γνωρίσουν οι εμπλεκόμενοι τον νανόκοσμο και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει την καθημερινή μας ζωή.

Στη 2^η ενότητα, προβλήθηκαν δύο βίντεο¹¹ στα οποία τονίζεται η σχέση της Ν-ΕΤ με τα χρώματα που χρησιμοποιούσαν οι τεχνίτες των βιτρό. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν κατασκευές από χαρτόνι ώστε να φανούν οι αναλογίες μεταξύ του μεγέθους της νανοπροεξοχής του λωτού και των νανοσωματιδίων χρυσού και αργύρου των βιτρό. Για παράδειγμα, στην εικόνα 4, φαίνεται η μακριά λωρίδα μήκους 100cm με την οποία αναπαριστάται το πλάτος της νανοπροεξοχής του λωτού (100nm). Τα νανοσωματίδια αργύρου μεγέθους 13nm και 30nm αναπαριστώνται αντίστοιχα με την σκούρα κίτρινη λωρίδα(πάνω) και την κόκκινη λωρίδα (κάτω). Επιπλέον, παρουσιάστηκε ένα χαρτόνι στο οποίο φαινόταν τα διαφορετικά χρώματα των κολλοειδών διαλυμάτων νανοσωματιδίων χρυσού και αργύρου ανάλογα με το μέγεθός τους (Εικόνα 5). Τέλος, συζητήθηκε η δυνατότητα κατασκευής ενός «βιτρό» το οποίο θα μπορούσαν οι μαθητές να κατασκευάσουν έτσι ώστε να εφαρμόσουν τη νέα γνώση στο πλαίσιο της τέχνης (Εικόνα 6). Στόχος της 2^{ης} ενότητας ήταν να μελετηθεί και να συζητηθεί η σχέση ανάμεσα στη Ν-ΕΤ και τα βιτρό της αναγέννησης.

Πίνακας 1: Περιεχόμενο και στόχος των θεματικών ενοτήτων

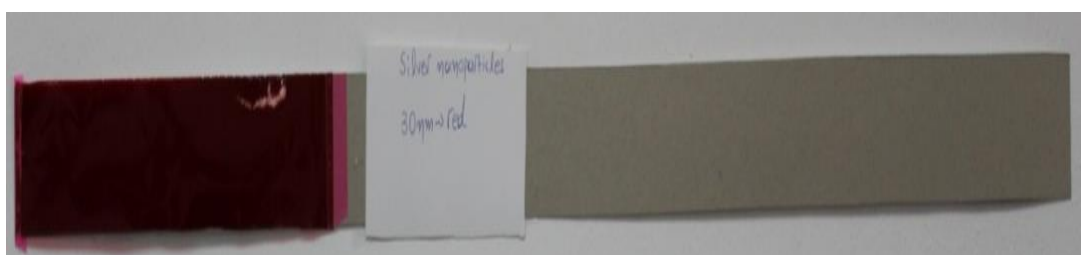
1 ^η ενότητα	Περιεχόμενο	Στόχος	Εκπαιδευτικό υλικό
Οι τρεις κόσμοι: Μακρόκοσμος, Μικρόκοσμος Νανόκοσμος	Το φαινόμενο του Λωτού	Να γνωρίσουν οι εκπαιδευτικοί τον νανόκοσμο και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει την καθημερινή μας ζωή	Φύλλα μαρουλιού, μπρόκολου, λάχανου, πιπέτες, ποτήρια με νερό, βίντεο σχετικό με το φαινόμενο του λωτού, φωτογραφίες οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκόπιο animation καθώς και χαρτόνι για την προσέγγιση των νανοπροεξοχών στο φύλλο του λωτού, φύλλο εργασίας.
2^η ενότητα			
Νανοπολιτισμός	Τα βιτρό της αναγέννησης	Να γνωρίσουν οι εκπαιδευτικοί τη σχέση ανάμεσα στη νανοτεχνολογία και τα βιτρό της αναγέννησης	Δύο βίντεο, κατασκευές από χαρτόνι, κατασκευές από τέμπερες, φύλλα πλαστικού, φύλλα πλαστικοποίησης και φύλλα εργασίας.

¹⁰<https://www.youtube.com/watch?v=sCjmpyQIHYM>

¹¹<https://www.youtube.com/watch?v=AgKTMrkTHBA&t=74s>, <https://www.youtube.com/watch?v=kaRLAbiF-VQ>



Εικόνα 4: Χάρτινες κατασκευές για την αναλογία μεγεθών μεταξύ της νανοπροεξοχής του λωτού και των νανοσωματιδίων αργύρου



Οι εκπαιδευτικοί στους οποίους παρουσιάστηκε το πρόγραμμα κατά τη διάρκεια των αναστοχαστικών συζητήσεων έδειξαν ενδιαφέρον για τις δραστηριότητες και εξέφρασαν την πρόθεση να τις εφαρμόσουν στους μαθητές των σχολείων τους. Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποιες από τις απόψεις των εκπαιδευτικών.

Εικόνα 5: Διαφορετικού μεγέθους νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου εμφανίζονται με διαφορετικά χρώματα



Εικόνα 6: Κομμάτια «βιτρό» για σύνδεση της τέχνης με τη Ν-ΕΤ



Εκπαιδευτικός 3-Ρουμανία: «Πολύ ενδιαφέρουσα και πρωτότυπη παρουσίαση».

Εκπαιδευτικός 1-Βουλγαρία: «Θετικό το γεγονός πως χρησιμοποιώντας απλά υλικά τα παιδιά εισάγονται σε έννοιες επιστημονικές».



Εκπαιδευτικός 2-Βουλγαρία: «Εκδηλώθηκε ενδιαφέρον και από άλλους εκπαιδευτικούς να το εφαρμόσουν στις τάξεις τους».

Εκπαιδευτικός 1-Βουλγαρία: «Θα προσελκύσει την προσοχή των μαθητών».

Εκπαιδευτικός 2-Βουλγαρία: «Στην αρχή φοβηθήκαμε πως θα είναι δυσνόητο και θα έχει αναφορές στο επιστημονικό πεδίο της Χημείας».

Εκπαιδευτικός 1-Βουλγαρία: «Χρειαζόταν περισσότερος χρόνος να καταλάβω τα βιτρό και τη σχέση τους με την Ν-ΕΤ κυρίως στο κομμάτι της ποσοτικής σύγκρισης».

Εκπαιδευτικός 4-Ιταλία: «Μέχρι τώρα τη λέξη ναυτεχνολογία την είχαμε ακούσει μόνο στην τηλεόραση τώρα αρχίσαμε να έχουμε μια ιδέα για το τι σημαίνει».

Εκπαιδευτικός 3-Ρουμανία: «Θα θέλαμε να υπάρχει περισσότερος χρόνος για να γίνουν και άλλες δραστηριότητες για την καλύτερη κατανόηση του θέματος».

Συμπεράσματα-Αποτίμηση

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε ένα πρωτότυπο εκπαιδευτικό υλικό για την εισαγωγή του περιεχομένου της Ν-ΕΤ που αφορά τον ναυπολιτισμό των προηγούμενων αιώνων στην Α/θμια εκπαίδευση. Υπογραμμίζεται ότι στη διεθνή βιβλιογραφία δεν αναγνωρίστηκε αντίστοιχο υλικό για την ίδια βαθμίδα εκπαίδευσης. Βασικός στόχος της εργασίας ήταν οι εκπαιδευτικοί να προσεγγίσουν αφενός το σύγχρονο πεδίο της Ν-ΕΤ και αφετέρου τη σχέση ανάμεσα στη ναυτεχνολογία και τα βιτρό της αναγέννησης. Υπό το πρίσμα του εκπαιδευτικού ρεύματος (STEAM) (Bhushan 2016), ο στόχος αυτός έχει ιδιαίτερη εκπαιδευτική αξία αφού οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί απέκτησαν εμπειρία στην ενιαία διαπραγμάτευση ενός σύγχρονου επιστημονικού περιεχομένου με την Τέχνη και τον Πολιτισμό. Από την ανάλυση των συνεντεύξεων των εκπαιδευτικών επιδιώκουμε να εξάγουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα για ζητήματα που αφορούν την εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού εν γένει.

Βιβλιογραφία

Δρόλαπας, Α., Γκικοπούλου, Ο. (2015). Τέχνη και Τεχνικές για τη διδασκαλία μη παρατηρήσιμων Φυσικών Φαινομένων. Στα Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, Μ. Καλλέρη, (Επιμ.), *Πρακτικά 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, (σελ. 237-245). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. ISBN: 978-960-243-702-5.

Σέρογλου, Φ. (2017). *Ανοίγοντας την επιστήμη στην κοινωνία. Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην επιστημονική, πολιτισμική και ηθική ης διάσταση*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Σπύρτου, Α., Μάνου, Λ., Πέικος, Γ. (2018). *Διερευνώντας τα μυστικά του Νανόκοσμου*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.

Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.



Bhushan, B. (2016). Introduction to nanotechnology: History, status, and importance of nanoscience and nanotechnology education. In K. Winkelmann, B. Bhushan (Eds) *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 1-31). Springer International Publishing.

Dillmann, P., Bellot-Gurlet, L., & Nenner, I. (Eds.). (2016). *Nanoscience and cultural heritage*. Paris: Atlantis Press.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Duncan, K.A., Johnson, C., McElhinny, K, Ng, S., Cadwell, K.D., Zenner Petersen, G.M., Johnson, A., Horoszewski, D., Gentry, K., Lisensky, G., Crone, W.C. (2010). Art as an avenue to science literacy: Teaching nanotechnology through stained glass. *Journal of Chemical Education*, 87, 1031-1038.

Jin, R., Cao, Y., Mirkin, C. A., Kelly, K. L., Schatz, G. C., & Zheng, J. G. (2001). Photoinduced conversion of silver nanospheres to nanoprisms. *Science*, 294, 1901-1903.

Healy, N. (2009). Why Nano Education? *Journal of Nano Education*, 1, 6-7.

Kumar, N., & Kumbhat, S. (2016). *Essentials in Nanoscience and Nanotechnology*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21, 160-175.

Medina-Jerez, W., Dambekals, L. & Middleton, K., V. (2012). Art and science education collaboration in a secondary teacher preparation programme. *Research in Science & Technological Education*, 30:2, 209-224.

Richerson, D. W. (2012). *The magic of ceramics*. John Wiley - American Ceramic Society.



Μια πρόταση για την εισαγωγή της μεγάλης ιδέας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα» στη Β΄ Βάθμια εκπαίδευση.

Αναστασία Σαμαρά-Χρυσσοστομίδου, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την εισαγωγή της Νανοτεχνολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, προσεγγίζοντας την με μια σειρά θεμελιωδών ιδεών. Στόχος είναι η διεπιστημονική προσέγγιση της έννοιας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη Νανοκλίμακα» και πραγματεύεται μία πρόταση για την επίτευξη αυτού. Εισάγεται το μοντέλο του συνεχούς των ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων μικρής εμβέλειας για την εξήγηση και κατανόηση των φαινομένων της νανοκλίμακας, ενώ, συγχρόνως, αναδεικνύεται και η εξάρτησή τους από τις ιδιότητες και τη δομή της ύλης. Επίσης, παρουσιάζεται μία πρόταση για διδακτικό μετασχηματισμό της ιδέας, αυτής, με χρήση κατάλληλων διδακτικών εργαλείων, λαμβάνοντας υπόψη τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και τις πιθανές δυσκολίες τους.

Λέξεις-κλειδιά: νανοτεχνολογία, δυνάμεις, αλληλεπιδράσεις, εκπαίδευση

A proposal for the introduction of the big idea “Forces and Interactions in nanoscale” in secondary education.

Anastasia Samara-Chryssostomidou, Euripides Hatzikraniotis

Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

This paper deals with the introduction of Nanotechnology in secondary education, via a series of fundamental ideas. This paper aims specifically for an interdisciplinary approach of “Forces and Interactions in Nanoscale” and deals with a proposal in order to achieve this. The model of continuum of short-range electrical forces is introduced for explaining and understanding the nanoscale’s phenomena, while prominence is given to their dependence of the properties and structure of matter, as well. Furthermore, a proposal for educational reconstruction of this idea, with the use of proper instructional tools, is presented, while students’ alternative ideas and probable difficulties are taken into consideration, too.

Keywords: nanotechnology, forces, interactions, education

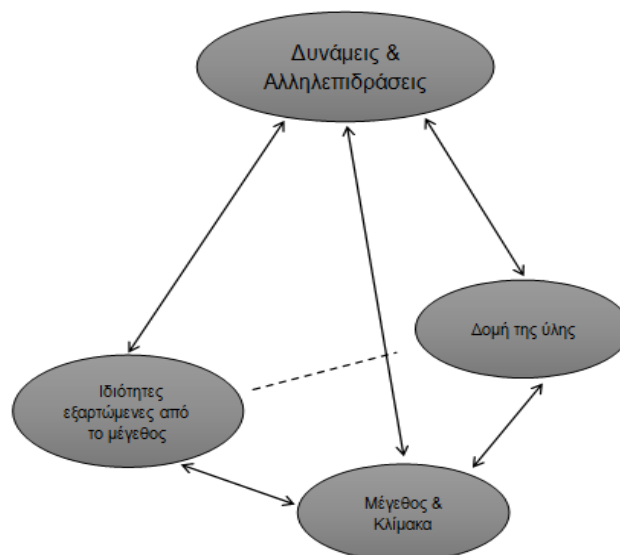


1. Εισαγωγή

Η NET αποτελεί σύγχρονο επιστημονικό κλάδο, που μελετά και αξιοποιεί τις μοναδικές ιδιότητες της ύλης στη νανοκλίμακα ($1-10^2$ nm). Συνδυάζοντας γνώσεις από διάφορα επιστημονικά πεδία, μελετώνται και αναπτύσσονται εφαρμογές και διατάξεις (νανοσωματίδια, νανοϋλικά) με πρωτότυπες δυνατότητες. Η NET αποτελεί κλάδο αιχμής για την επιστημονική κοινότητα και την κοινωνία, επομένως κρίνεται αναγκαία η ένταξή της στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Είναι κρίσιμο να ενισχύσουμε και να δώσουμε βάσεις στους μαθητές, τους αυριανούς ερευνητές και πολίτες, οι οποίοι θα δραστηριοποιούνται σε άκρως τεχνολογικό και ραγδαία αναπτυσσόμενο περιβάλλον. Η ύπαρξη υψηλού βαθμού επιστημονικής παιδείας αποτελεί απαραίτητο εφόδιο για την κατανόηση και συνεπακόλουθα για την ένταξη και την πρόοδο των μαθητών στην κοινωνία αυτή (Jones et al., 2013).

Η εισαγωγή της NET στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση μπορεί να δομηθεί σε εννέα διακριτές Μεγάλες Ιδέες (M.I.), θεμελιώδεις, δηλαδή, για την εννοιολογική κατανόηση των φαινομένων που εμπλέκονται στην NET, οι οποίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Οι εννέα M.I. για την NET είναι: 1) το μέγεθος και η κλίμακα, 2) η δομή της ύλης, 3) οι ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, 4) οι δυνάμεις και οι αλληλεπιδράσεις, 5) τα κβαντικά φαινόμενα, 6) η αυτο-οργάνωση, 7) τα εργαλεία, 8) τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις, 9) η σχέση νανοεπιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (όπως εικόνα 1) (Stevens et al., 2009).

Εικόνα 1: Αναπαράσταση των συσχετίσεων μεταξύ της Μεγάλης Ιδέας «Δυνάμεις & Αλληλεπιδράσεις» με τις υπόλοιπες Μεγάλες Ιδέες της NET (Stevens, S. et al. 2009).



Η εργασία αυτή πραγματεύεται την τρίτη από τις Μεγάλες Ιδέες, τις «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στην νανοκλίμακα». Οι αλληλεπιδράσεις στη φύση εμφανίζονται ως ένα συνεχές 4 ειδών, τη βαρυτική, την ηλεκτρομαγνητική, την ασθενή και την ισχυρή πυρηνική. Το είδος της αλληλεπίδρασης που υπερισχύει ανά περίπτωση εξαρτάται από την εκάστοτε υπό μελέτη κλίμακα. Οι αλληλεπιδράσεις του μακρόκοσμου ($\approx 10^{-5}m-10^5 m$) και του μεγάκοσμου ($\approx 10^5 m-10^{26} m$: όριο παρατηρήσιμου σύμπαντος) είναι, κατά κύριο λόγο, βαρυτικής φύσης. Καθώς, όμως, η κλίμακα μελέτης μικραίνει και φτάνουμε στη νανοκλίμακα ($1-10^2$ nm) αναδεικνύεται η ηλεκτρική φύση των αλληλεπιδράσεων ως κυρίαρχη. Η κατανόηση των

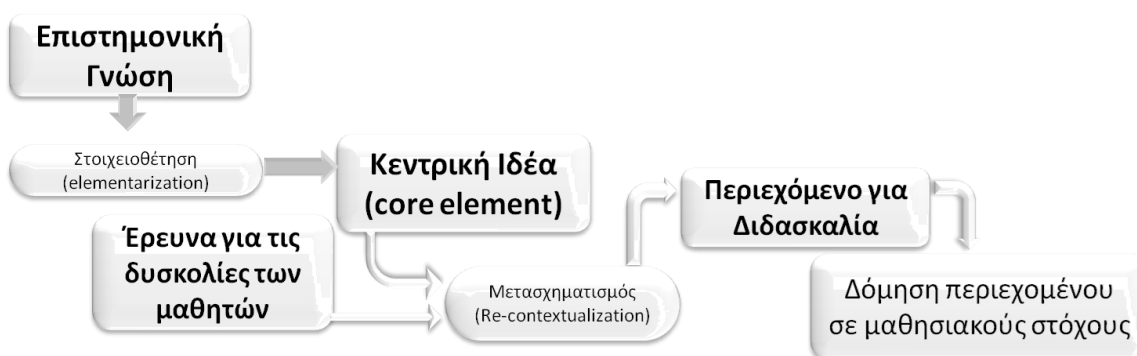


ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων αυτών είναι κρίσιμης σημασίας, τόσο για το σχεδιασμό και την κατασκευή νανοδομών, όσο και για τη διαχείριση, επεξεργασία και εκτίμηση της αποτελεσματικότητάς τους, καθώς και για την ερμηνεία μακροσκοπικών φαινομένων και φαινομένων που συναντάμε σε επιστημονικούς κλάδους, όπως η Βιολογία, η Χημεία, η Γεωλογία κ.α. (π.χ. αλληλεπιδράσεις βιομορίων DNA, ριβοσώματα, γεωλογικές διεργασίες), (Holley, 2009). Η μεγάλη ιδέα των «Δυνάμεων και Αλληλεπιδράσεων στη νανοκλίμακα» προτείνεται, λοιπόν, να ενταχθεί στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών ως μια διαφορετική προσέγγιση, η οποία στοχεύει στην κατανόηση της συνέχειας των ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων μικρής εμβέλειας στη νανοκλίμακα.

2. Μεθοδολογία

Η εργασία αυτή πραγματεύεται τη μεγάλη ιδέα «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα». Βάση για την πρόταση ένταξης αποτέλεσε το βιβλίο, «The big ideas of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers» των Stevens κ.ά (2009). Το υλικό από το βιβλίο εμπλουτίστηκε από σχετική αναζήτηση στο διαδίκτυο, λαμβάνοντας υπόψη τις προϋπάρχουσες γνώσεις, τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τις αλληλεπιδράσεις των οντοτήτων της ύλης, τις πιθανές δυσκολίες που μπορούν να συναντήσουν και τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εισήγηση μίας πρότασης ένταξης της Μεγάλης Ιδέας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις» στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Επίσης, με σχετική αναζήτηση στο διαδίκτυο πραγματοποιήθηκε επιλογή εικόνων, κατάλληλων να προκαλέσουν την εννοιολογική γνώση του περιεχομένου της ιδέας αυτής.

Εικόνα 2: Μεθοδολογία για τον μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε γνώση προς διδασκαλία, βασισμένη στο Μοντέλο Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER), κατά Duit, R. (2007).



Η διδακτική μας πρόταση βασίζεται στο μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER), χωρίς ωστόσο να το εξαντλεί, καθώς δεν προχωρήσαμε σε πιλοτική εφαρμογή της. Σύμφωνα με το MER, η επιστημονική γνώση θα πρέπει να μετασχηματιστεί σε «γνώση προς διδασκαλία» μέσω στοιχειοθέτησής της (elementarization) σε κεντρικές ιδέες (core elements), λαμβάνοντας συγχρόνως υπόψη τα ερευνητικά αποτελέσματα που αφορούν, τόσο τις προϋπάρχουσες γνώσεις και εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, όσο και τις διδακτικές προσεγγίσεις (εικόνα 2).



3. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η παρούσα πρόταση ένταξης της μεγάλης ιδέας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα» στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, δομείται γύρω από δύο κύριους άξονες: την παρουσίαση της υπάρχουσας επιστημονική γνώσης του περιεχομένου της και το διδακτικό μετασχηματισμό αυτής σε σχολική γνώση.

3.1. Επιστημονική γνώση για τις δυνάμεις και τις αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα

Το ηλεκτρικό φορτίο αποτελεί ιδιότητα της ύλης. Η ηλεκτρική φύση της αλληλεπίδρασης εκδηλώνεται όταν σε αυτήν μετέχουν ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια/οντότητες. Μακροσκοπικά, ένα σώμα είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, καθώς τα άτομα από τα οποία δομείται η ύλη βρίσκονται σε ηλεκτρική ισορροπία/ουδετερότητα και ηλεκτρίζεται όταν δημιουργηθεί σε αυτό περίσσεια αρνητικών ή θετικών φορτίων, με επαγωγή ή μόνιμη ανταλλαγή των ηλεκτρονίων με άλλο σώμα. Στα νανοσωματίδια η ιδιότητα του ηλεκτρικού φορτίου είναι έκδηλη (λόγω διαστάσεων) και κατ' επέκταση η φύση των αλληλεπιδράσεών τους είναι ηλεκτρική.

Οι αλληλεπιδράσεις στη φύση διακρίνονται σε 4 είδη: τις βαρυτικές, τις ηλεκτρομαγνητικές, τις ασθενείς και ισχυρές πυρηνικές. Το είδος της αλληλεπίδρασης που υπερισχύει ανά περίπτωση εξαρτάται από την εκάστοτε υπό μελέτη κλίμακα. Ενώ για πολλά φαινόμενα του μακρόκοσμου (όπως η αίσθηση της αφής, η δύναμη τριβής κ.α.) ευθύνονται δυνάμεις ηλεκτρικής φύσης, εντούτοις οι βαρυτικές είναι αυτές που γίνονται πιο έντονα αντιληπτές, λόγω της άπειρης εμβέλειάς τους. Αντίθετα, στη νανοκλίμακα, λόγω των πολύ μικρών διαστάσεων, επιτυγχάνεται η απαιτούμενη πολύ μικρή εγγύτητα, με αποτέλεσμα να αναδεικνύεται η ηλεκτρική φύση των δυνάμεων.

Η δομή των δομικών οντοτήτων (άτομα) και τα χαρακτηριστικά των νανοσωματιδίων (μέγεθος, σχήμα, ηλεκτραρνητικότητα, πολικότητα κ.α.) καθορίζουν τον ιδιαίτερο τρόπο ηλεκτρικής αλληλεπίδρασης που αναπτύσσεται μεταξύ τους (π.χ. *ηλεκτροστατικές δυνάμεις Van der Waals διπόλου-διπόλου*, *ηλεκτροστατικές δυνάμεις Van der Waals διπόλου-επαγόμενου διπόλου*). Ο ιδιαίτερος τρόπος ηλεκτρικής αλληλεπίδρασης (δεσμός) που αναπτύσσεται μεταξύ των νανοσωματιδίων καθορίζει, με τη σειρά του, τη μορφολογία και τη λειτουργία της δομής που συνθέτουν αυτά, τόσο μικροσκοπικά, όσο και μακροσκοπικά (Παρ.2).

Συνοψίζοντας, τα είδη δεσμών, όπως αναφέρονται παραπάνω, αποτελούν απλά περιγραφικά μοντέλα αυτών των αλληλεπιδράσεων. Στην πραγματικότητα, σε κάθε είδος δεσμού υπάρχει συνύπαρξη όλων των υπολοίπων. Τελικά, ένα συνεχές ηλεκτρικών δυνάμεων μικρής εμβέλειας περιγράφει όλες τις αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα.

Οι αυθόρμητες διεργασίες στη φύση λαμβάνουν χώρα προς καταστάσεις χαμηλότερης ενέργειας και μεγαλύτερης εντροπίας (σταθερότερες, άρα και πιο πιθανές καταστάσεις). Έτσι, η εντροπία και η ενέργεια του συστήματος συνδέονται με την πιθανότητα να βρεθεί ένα σύστημα σε μία συγκεκριμένη κατάσταση. Η πιθανότητα να ενωθούν δύο δομικές οντότητες προς δημιουργία πιο σύνθετης δομής (δηλαδή το σύνολο των ελκτικών δυνάμεων να είναι πιο ισχυρό από το σύνολο των απωστικών) εξαρτάται, όπως προαναφέρεται, από τα χαρακτηριστικά των οντοτήτων αυτών και μπορεί να εκτιμηθεί μέσω της μεταβολής της ενέργειας του συστήματος ή της εντροπίας του.

3.2. Διδακτικός μετασχηματισμός του περιεχομένου των δυνάμεων και αλληλεπιδράσεων στη νανοκλίμακα



Μέσω ανάλυσης της επιστημονικής γνώσης στα βασικά της στοιχεία (πίνακας 1), επιτυγχάνεται ο διδακτικός μετασχηματισμός του συγκεκριμένου επιστημονικού περιεχομένου σε γνώση προς διδασκαλία, η οποία προτείνεται να δομηθεί στις τρεις παρακάτω ενότητες: α) Οι ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις β) Οι παράγοντες που καθορίζουν το είδος και την ισχύ της αλληλεπίδρασης γ) Μελέτη της πιθανότητας αλληλεπίδρασης δύο νανοσωματιδίων (πίνακας 2).

Πίνακας 1: Στοιχειοθέτηση της επιστημονικής γνώσης.

Επιστημονική Γνώση	Κεντρική Ιδέα	Μεγάλες Ιδέες στην Νανοτεχνολογία
<input type="checkbox"/> Ηλεκτρικό φορτίο <input type="checkbox"/> Ηλεκτρική Αλληλεπίδραση (Είδη Διαμοριακών-Ενδομοριακών) <input type="checkbox"/> Χαρακτηριστικά NPs που καθορίζουν το είδος και την ισχύ αλληλεπίδρασης (ηλεκτρική αλληλεπίδραση, πολικότητα κ.α.) <input type="checkbox"/> Ενέργεια Gibbs, Ελεύθερη ενέργεια Helmholtz, Εντροπία <input type="checkbox"/> Ενεργειακή μεταβολή και πιθανότητα σύνδεσης-αλληλεπίδρασης NPs	Στη νανοκλίμακα, μία γκάμα ηλεκτρικών δυνάμεων μικρής εμβέλειας με ποικίλες τιμές ισχύος, τείνει να καθορίζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δομών.	Δυνάμεις & Αλληλεπιδράσεις (Forces and Interactions) (κύρια Μεγάλη Ιδέα)
	<u>Εξαρτάται από:</u> <input type="checkbox"/> Μέγεθος NPs <input type="checkbox"/> Ηλεκτρική αλληλεπίδραση NPs <input type="checkbox"/> Πολικότητα NPs	
	<u>Συνδέεται με:</u> <input type="checkbox"/> Ενεργειακές μεταβολές	

Με το πέρας της διδακτικής διαδικασίας οι μαθητές θα πρέπει να έχουν μάθει τα είδη των δεσμών και ότι αποτελούν μία συνέχεια, καθώς και ποιά χαρακτηριστικά των οντοτήτων και πώς αυτά καθορίζουν το είδος του δεσμού, συνεπακόλουθα την τελική μορφολογία, τη λειτουργία της σύνθετης δομής, όπως και την πιθανότητα να δημιουργηθεί αυτή. Για παράδειγμα, η συμπληρωματικότητα του σχήματος καθορίζει την επιφάνεια επαφής, δηλαδή την επιφάνεια μέσω της οποίας αλληλεπιδρούν δύο οντότητες. Σε μοριακό επίπεδο μπορούμε να παρατηρήσουμε αυτό το φαινόμενο της συμπληρωματικότητας των ηλεκτρικών δυνάμεων στη συμπληρωματικότητα των αζωτούχων βάσεων του DNA (Παρ.1). Η Αδενίνη ενώνεται με τη Θυμίνη μέσω δύο δεσμών υδρογόνου και η Γουανίνη ενώνεται με την Κυτοσίνη μέσω τριών δεσμών υδρογόνου. Οι αζωτούχες βάσεις λειτουργούν σαν ικρίωμα για τα άτομα ή τις ομάδες ατόμων που παίρνουν μέρος στο δεσμό υδρογόνου.

Η ικανότητα των μαθητών να αποφανθούν για την πιθανότητα αλληλεπίδρασης και σύνθεσης μία δομής από ενεργειακή σκοπιά του συστήματος είναι το τελευταίο, αλλά όχι τελευταίο σε σημασία, ζητούμενο. Η αξιολόγηση της νέας γνώσης μπορεί να γίνει με τη διατύπωση ερωτημάτων και προβλημάτων, αλλά και με τη συμπλήρωση εννοιολογικών χαρτών.

Για την υλοποίηση του διδακτικού μετασχηματισμού, οι διδάσκοντες οφείλουν να εξακριβώσουν την ύπαρξη κάποιων βασικών προαπαιτούμενων γνώσεων. Ως τέτοιες, ενδεικτικά αναφέρουμε τη δομή του

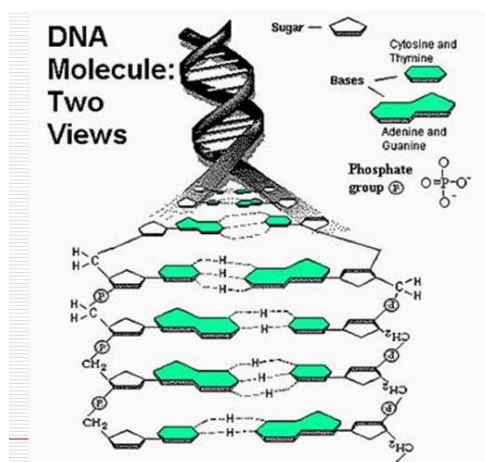


ατόμου, την έννοια του φορτίου ως ιδιότητα της ύλης και τα είδη του. Τις έννοιες της ατομικής ακτίνας, της ηλεκτρικότητας και της ενέργειας ιοντισμού, καθώς και της εξάρτησής τους από τον Ατομικό αριθμό, δηλαδή του τρόπου που μεταβάλλονται ανά τον Περιοδικό Πίνακα.

Πίνακας 2: Δομή του περιεχομένου προς διδασκαλία σε διδακτικές ενότητες με αντίστοιχους διδακτικούς στόχους, στο πλαίσιο Γ' Γ.Ε. Λυκείου, ευέλικτης ζώνης.

Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα	
Διδακτικές Ενότητες	Διδακτικοί Στόχοι
1 ^η	1. Οι οντότητες της ύλης (άτομα, μόρια, νανοσωματίδια κτλ.) αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με διάφορους τρόπους ηλεκτρικής φύσης. Ένα συνεχές ηλεκτρικών δυνάμεων περιγράφει τις αλληλεπιδράσεις της ύλης στη νανοκλίμακα.
2 ^η	1. Τα χαρακτηριστικά των οντοτήτων που αλληλεπιδρούν παίζουν ρόλο στη μορφοποίηση και στη λειτουργία του συνόλου. 2. Σύνδεση μακροσκοπικών φαινομένων με φαινόμενα του νανόκοσμου.
3 ^η	1. Μία ολοκληρωμένη περιγραφή μίας αλληλεπίδρασης πρέπει να περιλαμβάνει τόσο τις δυνάμεις που διέπουν την αλληλεπίδραση, όσο και τη μεταβολή της ενέργειας του συστήματος.

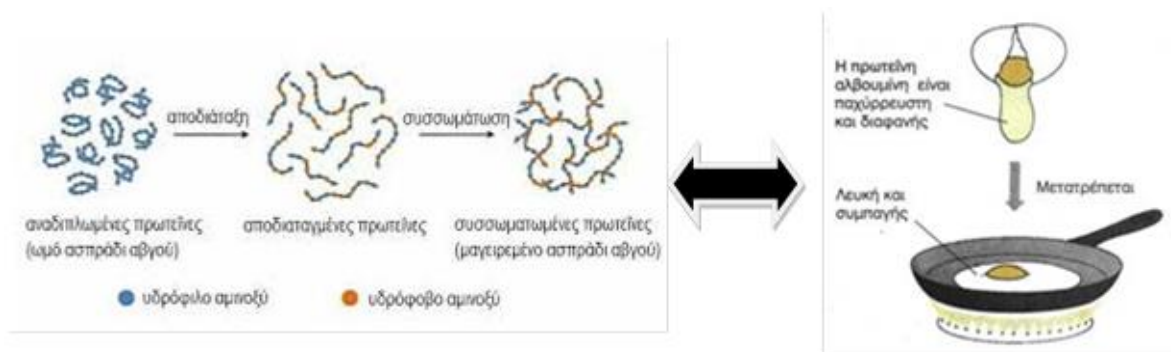
Εικόνα 3: Δομή μορίου DNA: η συμπληρωματικότητα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αζωτούχων βάσεων των νουκλεοτιδίων είναι κρίσιμης σημασίας για τη μορφολογία και τη λειτουργία του. Η συμπληρωματικότητα αυτή είναι υπεύθυνη για τη διαδικασία της αντιγραφής και της μεταγραφής των γενετικών πληροφοριών, δίνει τέτοια δυναμική ώστε να χωράει πολλές πληροφορίες, να δημιουργεί σύνθετους οργανισμούς και να μπορεί να αυτό-οργανώνεται, (Sheeparamatti et al., 2007), (Παρ.1).



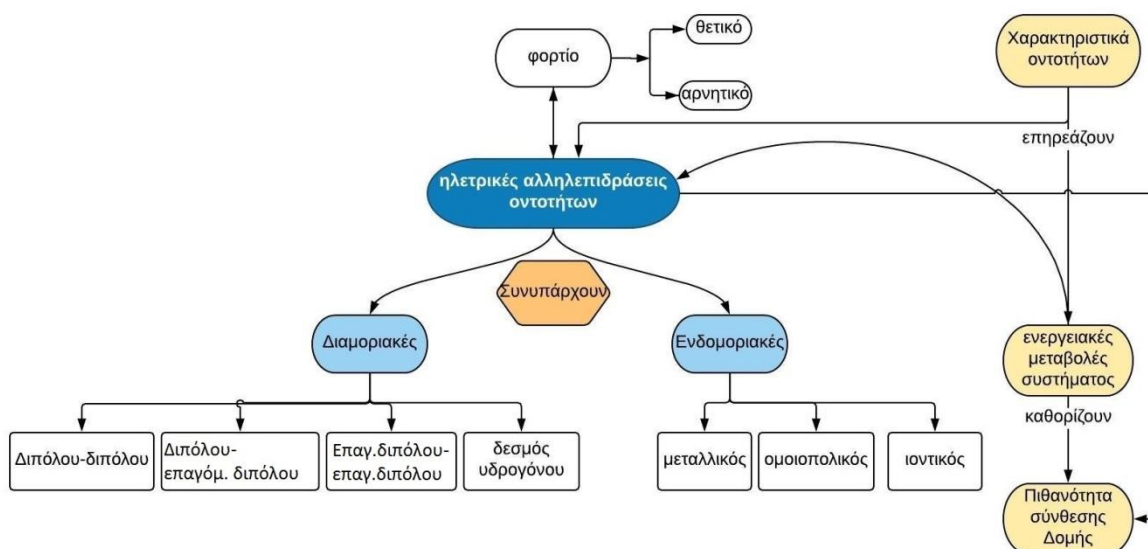
Ως τα πιο ενδεδειγμένα διδακτικά εργαλεία για την εννοιολογική κατανόηση του παραπάνω περιεχομένου προτείνουμε τη χρήση παραδειγμάτων (όπως Παρ.1, Παρ.2), εικόνων (όπως εικόνα 4,5), εννοιολογικών χαρτών, διαγραμμάτων ροής και απεικόνισης (όπως εικόνα 3), χαρτών διδακτικού πλάνου, καθώς και τη χρήση παρομοιώσεων.



Εικόνα 4: Όταν ένα πρωτεϊνικό μόριο εκτίθεται σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH, οι δεσμοί υδρογόνου που διατηρούν τη δομή των άλφα ελίκων σπάνε, με αποτέλεσμα να καταστρέφεται η τριτοταγής δομή του (μετουσίωση πρωτεΐνης) και να μεταβάλλεται, όχι μόνο η μορφολογία, αλλά και η λειτουργικότητά της. Όταν η αλβουμίνη διατηρεί την τριτοταγή δομή της, μακροσκοπικά, είναι υγρή και διαυγής, ενώ αφού μετουσιωθεί είναι στερεή και λευκή, (Παρ.2).



Εικόνα 5: Πρόταση διαγραμματικής απεικόνισης των βασικών εννοιών της μεγάλης ιδέας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα».



Συγχρόνως, οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να είναι προετοιμασμένοι για πιθανές εναλλακτικές ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών που μπορεί να καταστούν τροχοπέδη σε αυτή τη διαδικασία. Κάποια συχνά παραδείγματα είναι η δυσκολία να λαμβάνουν υπόψη τα σωματίδια του περιβάλλοντος χώρου καθώς μελετάνε την αλληλεπίδραση συγκεκριμένων σωματιδίων, η δυσκολία να συσχετίσουν μακροσκοπικά φαινόμενα με φαινόμενα του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου, οι εναλλακτικές αντιλήψεις ότι τα ηλεκτρόνια βρίσκονται ισοκαταμεμημένα μεταξύ δύο ατόμων που αλληλεπιδρούν, ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ φορτίων έχει ως αποτέλεσμα την εξουδετέρωσή τους και όχι το σχηματισμό δεσμών, καθώς και ότι οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ισχυρότερες από τις ενδομοριακές δυνάμεις.



4. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη μεγάλη ιδέα «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη νανοκλίμακα». Για τη σχεδίαση της διδακτικής πρότασης βασιστήκαμε στο μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER). Ξεκινώντας, από την επιστημονική γνώση απομονώσαμε την κεντρική ιδέα και λαμβάνοντας υπόψη την προϋπάρχουσα γνώση και τις ιδέες των μαθητών, προχωρήσαμε στο μετασχηματισμό και τη δομή του περιεχομένου για διδασκαλία. Η παρούσα πρόταση αποτελείται από τρεις διδακτικές ενότητες με τους αντίστοιχους μαθησιακούς στόχους.

Η ανάπτυξη της μεγάλης ιδέας “Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις” στην παρούσα εργασία και ο διδακτικός μετασχηματισμός που προτείνεται είναι μια διαφορετική προσέγγιση και μπορεί να αποτελέσει εφαλτήριο για επιπλέον διερεύνηση του κλάδου της Νανοτεχνολογίας από τους μαθητές. Λαμβάνοντας υπ’ όψη το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, τους περιορισμούς που επιβάλλει στη διδασκαλία, τις εναλλακτικές ιδέες και τις δυσκολίες των μαθητών, συμπεραίνουμε ότι η παρούσα διδακτική πρόταση ενδείκνυται περισσότερο, σε πρώτη φάση, να εισαχθεί στα πειραματικά σχολεία στο πλαίσιο επιστημονικών προγραμμάτων ευέλικτης ζώνης (science club) της Γ’ Γ.Ε. Λυκείου. Επίσης, τονίζεται η ανάγκη για συστηματική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών γύρω από θέματα της NET (Ghattas et al 2012). Τέλος, προτείνεται η διεξαγωγή έρευνας, ούτως ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της παρούσας προσέγγισης μέσω της αντίστοιχης ανατροφοδότησης από μαθητές και εκπαιδευτικούς.

5. Βιβλιογραφία

- Duit, R. (2007). “Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research.” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1): 3–15.
- Ghattas, I.N. & Carver, S.J. (2012). Integrating nanotechnology into school education: a review of the literature. *Research in Science & Technological Education*, 30(3), p.p.271-284
- Holley, S.E. (2009). Nano revolution – big impact: How emerging nanotechnologies will change the future of education and industry in America (and more specifically in Oklahoma). An abbreviated account. *Journal of Technology Studies*, 35(1), p.p. 9–19
- Jones, G.M., Blonder, R., Gardner, E., Albe, V., Falvo, M. & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), p.p.1490-1512, doi: 10.1080/09500693.2013.771828
- Sheeparamatti, G.B. & Kadadevaramath, J.S. (2007). Nanotechnology: Inspiration from Nature. *IETE Technical Review*, 24(1), p.p. 5-8
- Stevens, S., Sutherland, L., & Krajcik, J. (2009). *The ‘big ideas’ of nanoscale science and engineering*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.



Μια πρόταση για την εισαγωγή στο Λύκειο των ιδιοτήτων που εξαρτώνται από το μέγεθος στη νανοκλίμακα

Αναστάσιος Σαράφογλου¹, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης²

ΠΜΣ 'Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία', Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης¹, Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης²

Περίληψη

Στην εργασία αυτή εξετάζουμε την Μεγάλη Ιδέα της Νανοεπιστήμης και της Νανοτεχνολογίας (N-ET), δηλαδή τις «ιδιότητες των υλικών που εξαρτώνται από το μέγεθος» καθώς και τον διδακτικό τους μετασχηματισμό σε σχολική γνώση. Στο πρώτο μέρος της εργασίας προχωράμε στην επιστημονική προσέγγιση για το ποιες είναι οι ιδιότητες που αλλάζουν στη νανοκλίμακα. Στο δεύτερο μέρος προτείνουμε το διδακτικό μετασχηματισμό τους και την ένταξή τους στο σχολείο, επικεντρώνοντας στις δυσκολίες και στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: νανοκλίμακα, ιδιότητες, μέγεθος, σχολείο, μάθηση

A proposal on how to introduce at high school the concept of size-dependent properties at nanoscale

Anastasios Sarafoglou¹, Euripides Hatzikraniotis²

Postgraduate Course on Physics Education & Educational Technology, Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki¹, Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki²

Abstract

In this paper we are examining the Big Idea of Nanoscience and Nanotechnology (N-ST), i.e. "Size-dependent properties" as well as their didactical transformation into school knowledge. In the first part of the paper we are proceeding with the scientific approach to the properties that are changing at the nanoscale. In the second part we propose their educational transformation and their integration into school, focusing on the difficulties and alternative ideas of the students.

Keywords: nanoscale, properties, size, school, learning



1. Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη και η Νανοτεχνολογία (N-ET) αποτελεί ένα διεπιστημονικό κλάδο, ο οποίος επικεντρώνεται στη μελέτη και αξιοποίηση των νέων ιδιοτήτων των γνωστών υλικών, όταν αυτά αποκτήσουν μέγεθος στις διαστάσεις της νανοκλίμακας, δηλαδή περίπου 1-100 nm. Μια από τις προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα στον χώρο της εκπαίδευσης αποτελεί η ενσωμάτωση της N-ET στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Καθώς οι θέσεις εργασίας που είναι σχετικές με την επιστήμη και την τεχνολογία πολλαπλασιάζονται (Foley & Hersam 2006), η εκπαίδευση πάνω σε αυτούς τους τομείς γίνεται ουσιώδης. Αυτό σημαίνει ότι η εκπαίδευση πάνω στη N-ET πρέπει να ξεκινήσει από το Γυμνάσιο και το Λύκειο, πολύ πριν οι μαθητές επιλέξουν τον κλάδο σπουδών που θέλουν να ακολουθήσουν στο Πανεπιστήμιο. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθινό σε μια παγκόσμια οικονομία, αφού μέχρι το 2020 προβλέπεται ότι οι τεχνολογίες και τα προϊόντα που προέρχονται από τη N-ET θα συμβάλλουν κάθε χρόνο στην παγκόσμια οικονομία κατά περισσότερο από 1 τρισεκατομμύριο δολάρια (Roco & Bainbridge 2001).

Σε κάθε επιστημονικό κλάδο υπάρχουν θεμελιώδεις ιδέες που αποτελούν τον πυρήνα του. Έτσι και στη N-ET υπάρχουν εννέα μεγάλες ιδέες που είναι κεντρικές. Αυτές είναι: α) το Μέγεθος και η Κλίμακα, β) η Δομή της Ύλης, γ) οι Δυνάμεις και οι Αλληλεπιδράσεις, δ) τα Κβαντικά Φαινόμενα, ε) οι Ιδιότητες που εξαρτώνται από το Μέγεθος, στ) η Αυτο-οργάνωση, ζ) τα Εργαλεία και τα Όργανα, η) τα Μοντέλα και οι Προσομοιώσεις, και θ) η σχέση ανάμεσα στην Επιστήμη, την Τεχνολογία και την Κοινωνία (Stevens et al. 2009).

Στην παρούσα εργασία κάνουμε μια πρόταση για την ένταξη στα σχολεία της διδασκαλίας των φαινομένων και των ιδιοτήτων που παρουσιάζουν τα υλικά στη νανοκλίμακα. Συγκεκριμένα ασχοληθήκαμε με τις ιδιότητες που παρουσιάζουν τα υλικά στη νανοκλίμακα. Όλα τα μακροσκοπικά υλικά έχουν κάποιες χαρακτηριστικές ιδιότητες που τα διακρίνουν από τα υπόλοιπα υλικά και καθορίζουν το για ποιες εφαρμογές μπορεί να είναι χρήσιμα. Όμως κατά την μετάβαση από την μακροσκοπική κλίμακα στη νανοκλίμακα, κάποιες από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες που έχουν τα υλικά αλλάζουν απρόσμενα και τους δίνουν νέα χαρακτηριστικά και λειτουργικότητα, με αποτέλεσμα να ευρύνεται ακόμα περισσότερο το πεδίο εφαρμογών. Οι διαφορετικές και πολλές φορές πρωτόγνωρες ιδιότητες που παρουσιάζουν τα υλικά όταν οι διαστάσεις τους περνάνε στη νανοκλίμακα αποτελούν έναν από τους πυρήνες της N-ET και γι' αυτό τους αποδίδεται ο τίτλος «Μεγάλη Ιδέα». Στην εργασία αυτή περιγράφονται οι σχετικές με τις ιδιότητες αυτές διδακτικά μετασχηματισμένες έννοιες και προτείνεται ένας τρόπος ένταξής τους στη σχολική γνώση. Η διδασκαλία προτείνεται να χωριστεί σε δύο διδακτικές ενότητες, αντίστοιχα με τους μαθησιακούς στόχους που θέλουμε να πετύχουμε. Στην προσπάθεια αυτή σημαντικό ρόλο παίζουν η προγενέστερη γνώση και οι πιθανές δυσκολίες των μαθητών, καθώς και οι εναλλακτικές ιδέες που μπορεί να έχουν ήδη αποκτήσει οι μαθητές μέσα από το σχολικό και ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον.

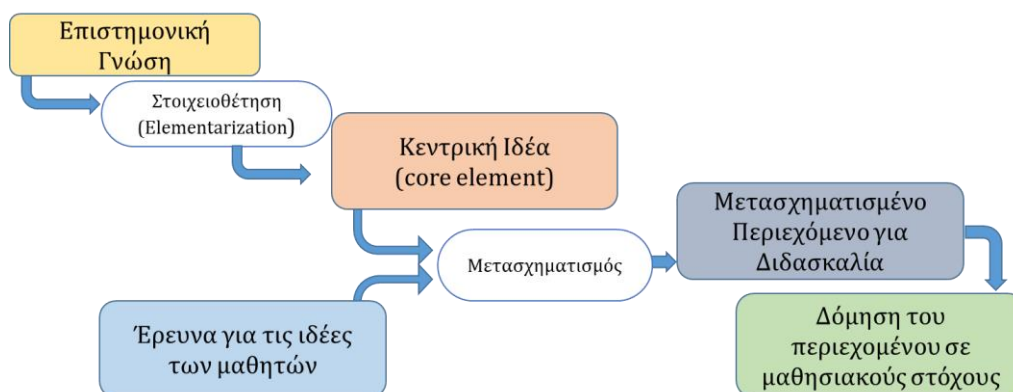
2. Μεθοδολογία

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος «Σύγχρονα θέματα Φυσικής και η διδακτική τους» του ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής & Εκπαιδευτική Τεχνολογία» στο τμήμα Φυσικής ΑΠΘ. Η εργασία αυτή πραγματεύεται την Μεγάλη Ιδέα της N-ET, «ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος», και προτείνεται ένας τρόπος ένταξής της στη σχολική γνώση, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται και οι διδακτικές ενότητες με τις οποίες αυτό μπορεί να υλοποιηθεί. Η διδακτική μας πρόταση βασίζεται στο μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης - MER (Duit 2007), χωρίς όμως να το εξαντλεί. Βασικό στοιχείο



του μοντέλου είναι η αναλυτική διαδικασία μετατροπής της επιστημονικής γνώσης σε «γνώση προς διδασκαλία», η οποία συμβάλλει στον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών. Σύμφωνα με το MER, ο μετασχηματισμός γίνεται με 3 αλληλεπιδρώντα συστατικά: (α) ανάλυση του περιεχομένου της επιστήμης, (β) έρευνα για τη διδασκαλία και τη μάθηση, (γ) σχεδίαση και αξιολόγηση περιβάλλοντος διδασκαλίας και μάθησης. Συνεπώς, η δομή του περιεχομένου μιας επιστημονικής περιοχής πρέπει αρχικά να αναλυθεί στα στοιχεία του (elementization), να προσδιοριστούν οι κεντρικές ιδέες (core elements) και να μετασχηματιστεί παίρνοντας υπόψη τις ιδέες των μαθητών ώστε να μετατραπεί σε δομή περιεχομένου για διδασκαλία, προσιτή στους μαθητές αλλά και εμπλουτισμένη με την τοποθέτηση σε πλαίσια που έχουν νόημα για τους μαθητές (εικόνα 1). Αυτό επιχειρήθηκε στην παρούσα εργασία.

Εικόνα 1: Μετατροπή της επιστημονικής γνώσης σε «γνώση προς διδασκαλία», σύμφωνα με το MER



Στην προσπάθεια αυτή πολύτιμες πληροφορίες αντλήθηκαν από το βιβλίο «The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering: A Guidebook for Secondary Teachers» (Stevens et al. 2009), αλλά και από το διαδίκτυο χρησιμοποιώντας τις μηχανές αναζήτησης Google και Google Scholar. Τα κριτήρια με τα οποία έγινε η αναζήτηση στο διαδίκτυο ήταν: 1) Οι αναφορές να σχετίζονται με τις εξαρτώμενες από το μέγεθος ιδιότητες των υλικών στη νανοκλίμακα. 2) Η εκπαιδευτική τους διάσταση. 3) Η γλώσσα των πηγών να είναι Αγγλική ή Ελληνική. 4) Οι πηγές να έχουν επιστημονικό κύρος και βαρύτητα. Για την διαδικτυακή αναζήτηση χρησιμοποιήθηκαν λέξεις κλειδιά όπως: size-dependent properties in education, big ideas of nanoscale κλπ.

3. Αποτελέσματα & Συζήτηση

Η ενότητα αυτή αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος ασχολούμαστε με την επιστημονική προσέγγιση, εξετάζοντας τη θεωρία που σχετίζεται με τις ιδιότητες των σωματιδίων στην νανοκλίμακα, ενώ στο δεύτερο μέρος αναπτύσσουμε την πρότασή μας για την ένταξη στα προγράμματα σπουδών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

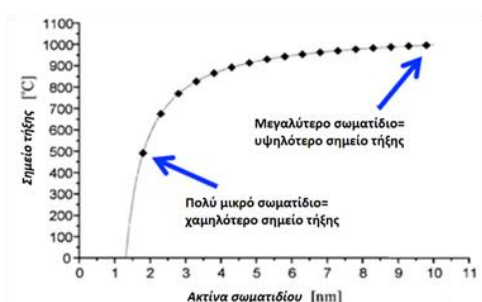


Επιστημονική προσέγγιση – Τι γνωρίζουμε για τις ιδιότητες των υλικών

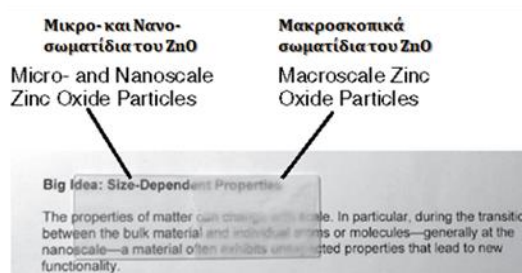
Γνωρίζουμε ότι οι εντατικές ιδιότητες των υλικών είναι αυτές που χαρακτηρίζουν ένα μακροσκοπικό υλικό και παραμένουν ανεξάρτητες από την ποσότητα του υλικού. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία τήξης του πάγου είναι 0°C τόσο για ένα παγάκι όσο και για ένα παγόβουνο. Από την άλλη μεριά, δεν ορίζεται «θερμοκρασία τήξης» για ένα μόριο νερού. Η μετάβαση λοιπόν από την ατομική κλίμακα (μόριο νερού) στη μακροσκοπική οδηγεί στον ορισμό (ή μη) των εντατικών ιδιοτήτων. Δηλαδή, η μετάβαση αυτή οδηγεί σε ένα κατώφλι (threshold) πάνω από το οποίο το υλικό αποκτά «μακροσκοπικές ιδιότητες». Στην περιοχή αυτής της μετάβασης (νανο-κλίμακα), οι εντατικές ιδιότητες του υλικού αλλάζουν. Για παράδειγμα, στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζεται μεταβολή του σημείου τήξης νανοσωματιδίων χρυσού σε συνάρτηση με την ακτίνα του σωματιδίου (Dick et al. 2002, Lewis et al. 1997).

Συνεπώς, ενώ στην μακροκλίμακα οι εντατικές ιδιότητες είναι ίδιες για ένα υλικό, στη νανοκλίμακα αυτές οι ιδιότητες αλλάζουν απρόσμενα και του δίνουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και λειτουργικότητα (Cortie 2004, Roduner 2006). Έτσι, μακροσκοπικά δείγματα χρυσού θα παρουσιάζουν όλα τις ίδιες ιδιότητες, ανεξάρτητα από το μέγεθος. Στη νανοκλίμακα, όμως, το μέγεθος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Σήμερα γνωρίζουμε ότι τα νανοσωματίδια χρυσού παρουσιάζουν χαμηλό σημείο τήξης, είναι χρήσιμα ως καταλύτες, έχουν διαφορετικό χρώμα και διαφορετική αγωγιμότητα.

Διάγραμμα 1: Σημείο τήξης νανοσωματιδίων χρυσού



Εικόνα 2: Νανοσωματίδια (αριστερά) και μεγαλύτερα σωματίδια (δεξιά) του ZnO σε διαφανές φιλμ.



Ανάλογα με το αν σημαντικό ρόλο παίζει η επιφάνεια ή ο αριθμός των ατόμων, οι εξαρτώμενες από το μέγεθος ιδιότητες των υλικών στη νανοκλίμακα μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: α) αυτές στις οποίες σημαντικό ρόλο παίζει η επιφάνεια και ο λόγος της επιφάνειας προς τον όγκο, και β) εκείνες στις οποίες σημαντικό ρόλο παίζει ο συνολικός αριθμός των ατόμων του νανο-σωματιδίου: ο αριθμός των ατόμων σε ένα σωματίδιο στη νανοκλίμακα είναι πολύ μικρός (ένα σωματίδιο μεγέθους 200nm περιέχει 10^9 άτομα ενώ αν το σωματίδιο έχει μέγεθος 1nm, θα περιέχει μόλις ~100 άτομα), οπότε η προσθήκη ή αφαίρεση ενός μόνο ατόμου μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρονική δομή του συνόλου. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται ιδιότητες όπως το σημείο τήξης, ο ρυθμός αντίδρασης, το τριχοειδές φαινόμενο και οι ιδιότητες συνάφειας. Για παράδειγμα ο ρυθμός με τον οποίο διαλύεται ένα αναβράζον δισκίο είναι διαφορετικός αν το δισκίο είναι ολόκληρο, αν σπάσει σε κομματάκια ή αν γίνει σκόνη. Στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται ιδιότητες, όπως η αγωγιμότητα, οι οπτικές και οι μαγνητικές ιδιότητες. Έτσι, ένα παράδειγμα αλλαγής στις οπτικές ιδιότητες είναι αυτό του οξειδίου του ψευδαργύρου (ZnO) που χρησιμοποιείται στα αντηλιακά: στη Εικόνα 2 βλέπουμε ένα διαφανές φιλμ πάνω στο οποίο τοποθετήθηκαν ίδιες ποσότητες προϊόντος, ο μικρο(νανο)-σωματιδιακός τύπος είναι διαφανής (αριστερά), ενώ ο τύπος με μεγαλύτερα σωματίδια (δεξιά) είναι αδιαφανής (Mulvaney 2001).

Πρόταση για διδασκαλία - Διδακτικές ενότητες και μαθησιακοί στόχοι



Στην Πίνακα 1 παρουσιάζονται συνοπτικά η στοιχειοθέτηση της επιστημονικής γνώσης, η απομόνωση της κεντρικής ιδέας, οι συσχετιζόμενες μεγάλες ιδέες και οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Οι εναλλακτικές ιδέες και οι δυσκολίες των μαθητών είναι εκείνες που καθορίζουν σε κάθε διδακτική ενότητα την πορεία της διδασκαλίας. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορεί να πιστεύουν εσφαλμένα ότι τα μεμονωμένα άτομα ή μόρια ενός υλικού έχουν τις ίδιες ιδιότητες με αυτές που έχει αυτό μακροσκοπικά, όπως για παράδειγμα ότι τα άτομα του χρυσού έχουν χρυσαφί χρώμα (Albanese & Vicentini 1997, Ben-Zvi et al. 1986). Επίσης μπορεί να έχουν δυσκολίες στα ακόλουθα: α) στον σχεδιασμό και τον υπολογισμό της επιφάνειας και του όγκου (Kordaki & Potari 1998, Zacharos 2006), και β) στο να κατανοήσουν τις έννοιες των κλασμάτων και των αναλογιών (Lesh et al. 1988, Misailidou & Williams 2003).

Πίνακας 1: Στοιχειοθέτηση της επιστημονικής γνώσης – Κεντρική ιδέα – Ιδέες των μαθητών

Επιστημονική Γνώση	Κεντρική Ιδέα	Οι συσχετιζόμενες Μεγάλες Ιδέες	Ιδέες και δυσκολίες των μαθητών
<ul style="list-style-type: none"> Υλικά Μέγεθος Νανοκλίμακα Επιφάνεια Λόγος S/V Σχήμα Αριθμός ατόμων στο νανοσωματίδιο Εντατικές ιδιότητες Αλλαγή εντατικών ιδιοτήτων στη νανοκλίμακα Αύξηση χημικής δραστηριότητας με την επιφάνεια Περιβάλλον μέσα στο οποίο βρίσκονται τα νανοσωματίδια 	<p>Η αλλαγή στις ιδιότητες κατά την μετάβαση ανάμεσα στο «bulk» υλικό και στα μεμονωμένα άτομα</p> <p>Εξαρτάται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> Το υλικό των νανοσωματιδίων Την επιφάνεια και το λόγο S/V Το μέγεθος των νανοσωματιδίων <p>Σχετίζεται με:</p> <ul style="list-style-type: none"> Οπτικές ιδιότητες Ρυθμός αντίδρασης (π.χ. διαλυτότητα) κ.ά. ιδιότητες, ανάλογα με το φαινόμενο που μελετάται 	<p>Κεντρική</p> <ul style="list-style-type: none"> Size-Dependent Properties <p>Συνδέεται με:</p> <ul style="list-style-type: none"> Size and Scale Forces and Interactions Structure of Matter 	<p>Οι μαθητές μπορεί να πιστεύουν ότι:</p> <ul style="list-style-type: none"> Όλα τα άτομα ή μόρια σε ένα υλικό συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο. Τα μεμονωμένα άτομα ή μόρια ενός υλικού έχουν τις ίδιες ιδιότητες με αυτές που αυτό έχει σε «bulk» μορφή. Οι εντατικές ιδιότητες είναι πάντοτε οι ίδιες ανεξάρτητα από τη ποσότητα του υλικού. Αυτό όμως δεν ισχύει στη νανοκλίμακα.

Κάθε μια από τις διδακτικές ενότητες αντιπροσωπεύει μια διαφορετική πτυχή της Μεγάλης Ιδέας «ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος». Συνοπτικά προτείνουμε δυο διδακτικές ενότητες, όπως εμφανίζονται στον Πίνακα 2, με διαφορετικούς στόχους η κάθε μια. Η ενότητα 1 έχει δυο διδακτικούς στόχους: να κατανοήσουν οι μαθητές ότι δεν μπορούμε πλέον να διαχωρίσουμε τις ιδιότητες των υλικών σε εκτατικές και εντατικές, επειδή όλοι οι τύποι ιδιοτήτων μπορούν να αλλάξουν ανάλογα με την κλίμακα. Επομένως ο διαχωρισμός αυτός έχει νόημα μόνο για την μακροσκοπική κλίμακα.

Ο δεύτερος διδακτικός στόχος στην ενότητα 1 αναφέρεται στο πως ο λόγος της επιφάνειας προς τον όγκο αυξάνει καθώς το μέγεθος ενός αντικειμένου γίνεται μικρότερο, αλλά και το πως οι ιδιότητες που σχετίζονται με την επιφάνεια (π.χ. διαλυτότητα, σημείο τήξης) γίνονται πιο σημαντικές. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 3 φαίνεται ο τεμαχισμός ενός κύβου σε μικρότερους, ενώ στο Διάγραμμα 2 φαίνεται πως μεταβάλλεται ο λόγος της επιφάνειας προς τον όγκο σε σχέση με τη διάμετρο του νανοσωματιδίου.

Στην 2^η ενότητα θα εστιάσουμε στο γεγονός ότι κάποιες από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της ύλης (π.χ. οπτικές ιδιότητες ZnO) αλλάζουν με το μέγεθος, καθώς η κλίμακα ελαττώνεται και πλησιάζει την ατομική κλίμακα. Έτσι οι ιδιότητες αλλάζουν με το μέγεθος των νανοσωματιδίων και συνδέονται άμεσα με τον συνολικό αριθμό των ατόμων τους. Για παράδειγμα, η χρήση των νανοσωματιδίων χρυσού στους καταλύτες των αυτοκινήτων μπορεί να μειώσει σημαντικά τη ρύπανση του αέρα από τα αυτοκίνητα, γιατί

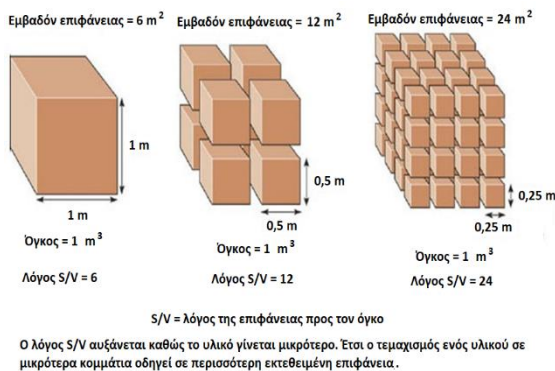


τα νανοσωματίδια χρυσού καταλύουν την οξειδωση του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες (Haruta 2003).

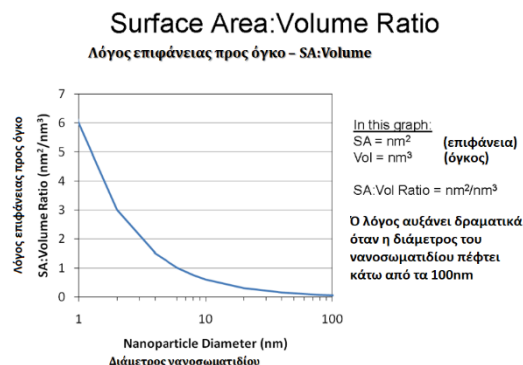
Πίνακας 2: Διδακτικές ενότητες και αντίστοιχοι μαθησιακοί στόχοι – Πλαίσιο Α' Λυκείου – Science Club

Πλαίσιο και προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών: Α' Λυκείου – Science Club	
<p>Ενότητα 1^η : Οι ιδιότητες που σχετίζονται με την επιφάνεια</p> <p>Τύπος γνώσης: Δηλωτική – Εννοιολογική</p> <p>Στόχοι της ενότητας:</p> <p>Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν ότι:</p> <ul style="list-style-type: none"> Δεν μπορούμε πλέον να διαχωρίσουμε τις ιδιότητες των υλικών σε εκτατικές και εντατικές, επειδή όλοι οι τύποι ιδιοτήτων μπορούν να αλλάξουν ανάλογα με την κλίμακα. Επομένως ο διαχωρισμός αυτός έχει νόημα μόνο για την μακροσκοπική κλίμακα. Η επιφάνεια και ο λόγος S/V αυξάνει καθώς το μέγεθος ενός αντικειμένου γίνεται μικρότερο. Έτσι, καθώς το μέγεθος προσεγγίζει τη νανοκλίμακα, το κλάσμα των ατόμων που βρίσκονται στην επιφάνεια αυξάνεται δραματικά και οι ιδιότητες που σχετίζονται με την επιφάνεια γίνονται πιο σημαντικές. 	<p>Ενότητα 2^η : Οι ιδιότητες που σχετίζονται με το μέγεθος</p> <p>Τύπος γνώσης: Δηλωτική – Εννοιολογική</p> <p>Στόχοι της ενότητας:</p> <p>Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν ότι:</p> <ul style="list-style-type: none"> Κάποιες από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της ύλης (π.χ. οπτικές) αλλάζουν με το μέγεθος των νανοσωματιδίων και συνδέονται άμεσα με τον συνολικό αριθμό των ατόμων τους.

Εικόνα 3: Ο λόγος της επιφάνειας προς τον όγκο αυξάνεται καθώς το υλικό γίνεται μικρότερο



Διάγραμμα 2: Μεταβολή του λόγου επιφάνειας προς όγκο σε σχέση με τη διάμετρο των



Πριν τη διδασκαλία των παραπάνω διδακτικών ενοτήτων, οι μαθητές θα πρέπει να έχουν ήδη διδαχθεί κάποιες από τις έννοιες που περιέχονται στις μεγάλες ιδέες «Μέγεθος και Κλίμακα», «Δομή της Ύλης» και «Δυνάμεις και Αλληλοεπιδράσεις» (Stevens et al. 2009). Για παράδειγμα, από τη Μεγάλη Ιδέα «Μέγεθος και Κλίμακα» θα πρέπει να γνωρίζουν τα διαφορετικά σχήματα και να υπολογίζουν το εμβαδόν και τον όγκο τους, ή ότι η σχετική τιμή μεταξύ δύο ποσοτήτων μπορεί να εκφραστεί με μια αναλογία. Επίσης από τη «Δομή της Ύλης» και τις «Δυνάμεις και Αλληλοεπιδράσεις» θα πρέπει να καταλαβαίνουν ότι η φύση των αλληλοεπιδράσεων ανάμεσα στα άτομα και/ή μόρια μιας ουσίας και η διάταξή τους επηρεάζουν τις χαρακτηριστικές της ιδιότητες.



Για να χαρακτηριστεί επιτυχημένη η διδασκαλία, θα πρέπει μετά την ολοκλήρωσή της οι μαθητές να έχουν κατανοήσει τις σχετικές έννοιες. Για παράδειγμα θα πρέπει να έχουν κατανοήσει ότι: α) η αύξηση του λόγου επιφάνειας προς όγκο επηρεάζει τον ρυθμό των χημικών αντιδράσεων, την τήξη και την διάλυση, β) η αλλαγή των τοπολογικών χαρακτηριστικών μπορεί να επηρεάσει τη χημική δραστηριότητα μιας ουσίας, γ) οι κλασικές εντατικές ιδιότητες αλλάζουν στη νανο-κλίμακα.

4. Συμπεράσματα

Εφόσον πλέον ζούμε σε μια παγκόσμια κοινωνία και οικονομία, καταλαβαίνουμε πως η ένταξη της Ν-ΕΤ μέσα στα σχολικά προγράμματα σπουδών είναι αναγκαία. Η παρούσα πρόταση εξετάζει τη δυνατότητα εφαρμογής μιας διδακτικής παρέμβασης στα πλαίσια ενός «Science Club» για τους μαθητές της Α΄ Λυκείου. Για την σχεδίαση της διδακτικής πρότασης βασιστήκαμε στο μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER). Ξεκινώντας από την επιστημονική γνώση απομονώσαμε την κεντρική ιδέα και λαμβάνοντας υπόψη την προϋπάρχουσα γνώση και τις ιδέες των μαθητών, προχωρήσαμε στο μετασχηματισμό και τη δομή του περιεχομένου για διδασκαλία. Η παρούσα πρόταση αποτελείται από δύο διδακτικές ενότητες με τους αντίστοιχους μαθησιακούς στόχους, στις οποίες γίνεται μία θεωρητική εισαγωγή σχετικά με τις προς μελέτη ιδιότητες και στη συνέχεια επιδιώκεται η εννοιολογική κατανόηση της νέας γνώσης από τους μαθητές, π.χ. μέσω ομαδοσυνεργατικών δραστηριοτήτων. Σκοπός της διδακτικής μας πρότασης ήταν να προάγει την κατανόηση του πως η νανοκλίμακα επηρεάζει τις ιδιότητες των υλικών. Είναι κρίσιμο να βοηθήσουμε τους μαθητές να κατανοήσουν ότι η διάκριση των ιδιοτήτων των υλικών σε εντατικές και εκτατικές πρέπει να συνδεθεί με την κλίμακα, καθώς οι όροι αυτοί περιγράφουν την ύλη στη μακροσκοπική κλίμακα. Γνωρίζοντας τα χαρακτηριστικά της μετάβασης μεταξύ της μακροσκοπικής και της ατομικής κλίμακας οι μαθητές μπορεί να οδηγηθούν σε μια βαθύτερη κατανόηση της δομής και της συμπεριφοράς της ύλης.

Δεν ήταν στους στόχους της εργασίας η διερεύνηση για το πως μπορεί να ενταχθεί η νέα γνώση στα προγράμματα σπουδών στο σχολείο. Πιστεύουμε ότι μπορεί να γίνει στα πλαίσια ενός Science Club στην Α΄ Λυκείου, όμως, αυτό αποτελεί αντικείμενο περαιτέρω έρευνας.

5. Βιβλιογραφία

- Albanese, A., & M. Vicentini. (1997). Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model. *Science & Education*, 6, 251–261.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B.-S., & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63 (1), 64–66.
- Cortie, M. B. (2004). The weird world of nanoscale gold. *Gold Bulletin* 37 (1–2), 12–19.
- Dick, K., Dhanasekaran, T., Zhang, Z., & Meisel, D. (2002). Size-dependent melting of silica-encapsulated gold nanoparticles. *Journal of the American Chemical Society* 124 (10), 2312–2317.
- Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 3–15.
- Foley, E. T., & Hersam, M. C. (2006). Assessing the need for nanotechnology education reform in the United States. *Nanotechnology Law & Business* 3 (4): 467–484.
- Haruta, M. 2003. When gold is not noble: Catalysis by nanoparticles. *The Chemical Record* 3: 75–87.



- Kordaki, M., & Potari, D. (1998). Children's approaches to area measurement through different contexts. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17 (3), 303-316.
- Lesh, R., Post, T. & Behr, M. (1988). Proportional reasoning. In J. Hiebert & M. Behr (Eds.), *Number concepts and operations in the middle grades* (pp. 93–118). Reston: Lawrence Erlbaum
- Lewis, L. J., Jensen, P., Barrat, J. L. (1997). Melting, freezing, and coalescence of gold nanoclusters. *Physical Review B*, 56, pp. 2248-2257.
- Misailidou, C., & Williams, J. (2003). Diagnostic assessment of children's proportional reasoning. *Journal of Mathematical Behavior*, 22 (3), 335–368.
- Mulvaney, P. (2001). Not all that's gold does glitter. *MRS Bulletin*, 1009–1014.
- Roco, M. C., & Bainbridge, W. (2001). *Society implications of nanoscience and nanotechnology*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Roduner, E. (2006). Size matters: Why nanomaterials are different. *Chemical Society Reviews*, 35, 583–592.
- Stevens, S., Sutherland, L., & Krajcik, J. (2009). *The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering: A Guidebook for Secondary Teachers*. NSTA Press: Arlington, Virginia
- Zacharos, K. (2006). Prevailing educational practices for area measurement and students' failure in measuring areas. *The Journal of Mathematical Behavior*, 25 (3), 224-239.



ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**



Η κατανόηση της ροής της γενετικής πληροφορίας από τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου

Παναγιώτης Αλεξόπουλος, Άννα Κουκά, Ευαγγελία Μαυρικάκη, Ντία Γαλανοπούλου
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧηNET)

Περίληψη

Μελετήθηκε η κατανόηση εννοιών που αφορούν τη ροή της γενετικής πληροφορίας από 760 μαθητές της Γ' Γυμνασίου με τη βοήθεια ερωτηματολογίου 22 ερωτήσεων, στην πλειονότητά τους κλειστού τύπου. Η επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών τόσο ανά ερώτηση, όσο και με διασταύρωση απαντήσεων σε συνδυαζόμενες ερωτήσεις έδειξε ότι οι μαθητές εμφανίζουν περιορισμένη κατανόηση θεμελιωδών βιολογικών, αλλά και χημικών όρων (χημικός δεσμός), μετακινούνται δύσκολα από το μακροσκοπικό στο μοριακό επίπεδο οργάνωσης των κυττάρων, ενώ και η συχνά παρεμφερής ορολογία επιτείνει τις δυσκολίες τους. Τα συμπεράσματα αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό των αντίστοιχων μαθημάτων.

Λέξεις-κλειδιά: ροή της γενετικής πληροφορίας, χημικός δεσμός, κυτταρική οργάνωση, μαθητές Γ' Γυμνασίου

Comprehension of genetic information flow by Secondary Education students

Panagiotis Alexopoulos, Anna Kouka, Evangelia Mavrikaki, Dia Galanopoulou
Graduate Programme "Chemical Education and New Educational Technologies", University of Athens, Greece

Abstract

The comprehension of concepts concerning the flow of genetic information by 760 third class students of Middle School was studied by distribution of a questionnaire consisting mainly of close-ended questions. Processing of students' answers, both per question and by combination of answers to complementary questions showed that: a. students' understanding of fundamental biological as well as chemical terms and concepts (e.g. chemical bond) is limited, b. they confuse macroscopic and molecular level concerning cellular organization, while c. the resemblance of various terms adds further confusion. All these must be taken into consideration during teaching preparation.

Keywords: flow of genetic information, chemical bond, cellular organization, Secondary Education students



1. Εισαγωγή

Σκοπός της διδασκαλίας της Βιολογίας (ειδικά στο Γυμνάσιο, με το οποίο κλείνει στην Ελλάδα ο κύκλος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης) είναι να εξασφαλίσει στο μαθητή ένα σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων που θα του παρέχουν τη δυνατότητα τόσο να κατανοεί αυτά που συμβαίνουν στον οργανισμό του και στο περιβάλλον του, όσο και στο να αξιολογεί δεδομένα και να κάνει - ως αυριανός πολίτης - συνειδητές επιλογές για θέματα της καθημερινής ζωής που αφορούν τον ίδιο αλλά και το κοινωνικό σύνολο στο οποίο ανήκει. Τα κεφάλαια με θέμα το γενετικό υλικό αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας της Βιολογίας. Η αποτελεσματική διδασκαλία, ωστόσο, των κεφαλαίων αυτών δεν είναι εύκολο αντικείμενο για μια σειρά από λόγους:

α) Τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές για τις βιολογικές διαδικασίες και τα φυσικά φαινόμενα πριν τα διδαχθούν στο σχολείο και οι οποίες είναι επίμονες και συχνά διατηρούνται και μετά τη διδασκαλία. Παράδειγμα αποτελεί η έννοια της κληρονομικότητας που, σύμφωνα με μελέτη των Lewis και Kattmann (2004), οι μαθητές αντιμετωπίζουν ως να πρόκειται για την κληρονομήση υλικών αγαθών.

β) Εναλλακτικές ιδέες εμφανίζονται και ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας (Banet & Ayuso 2000), ίσως γιατί δεν δίνεται σημασία στα πολλαπλά επίπεδα οργάνωσης των βιολογικών δομών: οι μαθητές πρέπει να κινούνται συνεχώς μεταξύ μικρο- και μακρο-σκοπικού επιπέδου (Duncan & Reiser 2007). Έτσι, για παράδειγμα, συγχέουν τις έννοιες γονίδιο, χρωμόσωμα, κύτταρο, ενώ δεν κατανοούν τον όρο γενετική πληροφορία (Venville & Donovan 2007). Ειδικά ο όρος γενετική πληροφορία, όρος κατά τη γνώμη μας ασαφής, προκαλεί σύγχυση στους μαθητές: συχνά γι' αυτούς το γονίδιο και η πληροφορία που περιέχει, και που είναι υπεύθυνη για συγκεκριμένο κυτταρικό χαρακτηριστικό αφού αποκωδικοποιηθεί, έχουν τις ίδιες ιδιότητες (Friedrichsen & Stone 2004). Τέλος, σύγχυση προκαλεί και η συχνά παρεμφερής ορολογία. Είναι πιθανό η ερμηνεία που ο μαθητής δίνει στις λέξεις να μην είναι εκείνη που εννοεί ο δάσκαλος ή ο συγγραφέας του σχολικού βιβλίου. Σε ανάλογα με τα παραπάνω συμπεράσματα καταλήγει και πρόσφατο άρθρο ανασκόπησης (Stern & Kampourakis 2017).

Στην Ελλάδα, δεν έχει γίνει μέχρι σήμερα συστηματική καταγραφή των δυσκολιών που εμφανίζουν οι μαθητές του Γυμνασίου στην κατανόηση εννοιών που αφορούν τη ροή της γενετικής πληροφορίας, ούτε έχουν καταγραφεί οι εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζουν, κάτι που αποτελεί προϋπόθεση για την αποτελεσματική διδασκαλία της ενότητας. Έτσι, ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης αποτελούν α) η διερεύνηση των διαισθητικών αντιλήψεων των μαθητών και των εναλλακτικών ιδεών που δημιουργούνται κατά τη διδασκαλία, β) η διερεύνηση της επίδρασης τυχόν γλωσσικών δυσκολιών στην κατανόηση των βιολογικών εννοιών, ακόμα και γ) η διερεύνηση της πιθανής έλλειψης προαπαιτούμενων γνώσεων (για τα επίπεδα της κυτταρικής οργάνωσης, τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα και την έννοια της κληρονομικότητας) ως αιτίας των παρατηρούμενων μαθησιακών δυσκολιών.

2. Μεθοδολογία

Με βασικό άξονα το Εγχειρίδιο Βιολογίας του Μαθητή της Γ' Γυμνασίου (Ενότητα 5.1. «Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα» και Ενότητα 5.2. «Η ροή της γενετικής πληροφορίας: Η δομή των νουκλεϊκών οξέων-Αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας. Αντιγραφή του DNA-Διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας. Μεταγραφή, μετάφραση-έκφραση της γενετικής πληροφορίας») (Μαυρικάκη κ.ά. 2008), αλλά και τους στόχους που τίθενται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα, κατασκευάστηκε ερωτηματολόγιο για τη μελέτη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών του Γυμνασίου στο θέμα της ροής της γενετικής πληροφορίας. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 22 ερωτήσεις κλειστού τύπου (8 σωστού-λάθους, 10 πολλαπλής επιλογής, 3 συμπλήρωσης κενού και 1 διάταξης) και μια



ερώτηση ανοικτού τύπου (αιτιολόγησης). Περιελάμβανε επίσης δημογραφικές ερωτήσεις (φύλο, προσωπική αξιολόγηση για την επίδοση στο σχολείο, σχολείο φοίτησης, ενασχόληση σε επαγγέλματα υγείας στο οικογενειακό περιβάλλον) που έδωσαν ενδιαφέροντα συμπληρωματικά στοιχεία στην έρευνα. Το ερωτηματολόγιο, στην πρώτη μορφή του, δόθηκε δοκιμαστικά σε 40 μαθητές της Γ' Γυμνασίου και, μετά τις απαραίτητες τροποποιήσεις, διανεμήθηκε σε πάνω από 760 μαθητές, σε 12 σχολικές μονάδες, στην πλειονότητά τους σχολεία της Αττικής, με περίπου ίση εκπροσώπηση των δυο φύλων (53,2% κορίτσια και 46,8% αγόρια). Ο συντελεστής αξιοπιστίας alpha Cronbach ήταν $\alpha=0,78$, υποδεικνύοντας ικανοποιητική εσωτερική συνάφεια του ερωτηματολογίου. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που συλλέξαμε έγινε με το πρόγραμμα © IBM SPSS 21.

3. Αποτελέσματα

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου έγινε τόσο ανά ερώτηση, όσο και με διασταύρωση των απαντήσεων ανά ενότητα ερωτήσεων. Οι πίνακες 1 και 2 και ο πίνακας 3, αντίστοιχα, αποτελούν ενδεικτικά παραδείγματα της ανάλυσης αυτής.

Πίνακας 1: Κατανομή των απαντήσεων στις ερωτήσεις σωστού-λάθους*

	Σωστό	Λάθος	Δε γνωρίζω
1: Δέντρα όπως η ελιά έχουν γενετικό υλικό;	72,3 (ναι)	14,4	12,3
2: Το βακτήριο του τετάνου έχει γενετικό υλικό;	50,1 (ναι)	25,3	22,4
3: Οι κληρονομικές ασθένειες μεταφέρονται στους απογόνους μέσω του DNA;	90,9 (ναι)	5,5	2,9
4: Αν κατά τη διάρκεια της ζωής του ένας άνθρωπος αποκτήσει ένα τραύμα, μπορεί να το κληρονομήσουν οι απόγονοί του;	90,2 (όχι)	6,7	2,6
5: Η σειρά των νουκλεοτιδίων στο DNA καθορίζει τη σειρά των αμινοξέων στις πρωτεΐνες.	55,8 (ναι)	16,4	25,7

*5 από τις συνολικά 8. Δεν εμφανίζονται στον πίνακα οι απύσες τιμές

Σύμφωνα με τον πίνακα 1, οι μαθητές δεν είναι σίγουροι ότι άλλοι οργανισμοί, εκτός του ανθρώπου, διαθέτουν γενετικό υλικό (με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τα βακτήρια), ενώ μόνο 1 στους 2 κατανοεί ότι η ροή της γενετικής πληροφορίας έχει, στην απλούστερη εκδοχή της, την μορφή DNA→πρωτεΐνες.

Από τον πίνακα 2 φαίνεται ότι το περίπου 37% των μαθητών χειρίζεται σωστά τις έννοιες, αλλά κι αυτοί μόνο μέχρι την έννοια του πυρήνα, δηλ. για όσα «φαίνονται»: κατανοούν τα μεγέθη που είναι ορατά είτε μακροσκοπικά, είτε στο απλό οπτικό μικροσκόπιο.



Πίνακας 2: Κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση διάταξης*

		Συχνότητα	Ποσοστό %
Έγκυρες τιμές	οργανισμός - κύτταρο – πυρήνας DNA - χρωμόσωμα - γονίδιο ή χρωμόσωμα - γονίδιο - DNA	140	18,4
	τυχαία επιλογή	435	57,1
	οργανισμός - κύτταρο - πυρήνας	143	18,8
	χρωμόσωμα - γονίδιο - DNA ή DNA - χρωμόσωμα - γονίδιο	9	1,2
	Μερικό Σύνολο	727	95,4
Απουσες Τιμές		35	4,6
Σύνολο		762	100,0

*«Σας δίνονται τα παρακάτω: κύτταρο, χρωμόσωμα, γονίδιο, DNA, οργανισμός, πυρήνας.
Να τα βάλετε σε σειρά μεγέθους από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο»

Πίνακας 3: Διασταυρούμενη ανάλυση για τις ερωτήσεις 6 και 7 που αφορούν τη δομή του DNA*

		Ερώτηση 7			Σύνολο
		λάθος	δε γνωρίζω	σωστό	
Ερώτηση 6	λάθος	12,8%	6,3%	11,3%	30,5%
	δε γνωρίζω	5,0%	8,2%	4,5%	17,7%
	σωστό	16,1%	10,0%	25,8%	51,8%
Σύνολο		33,9%	24,6%	41,6%	100,0%

* Οι ερωτήσεις 6 και 7 είναι του τύπου σωστό-λάθος. Απουσες τιμές 2,8%

Ερώτηση 6 : Στο DNA οι συμπληρωματικές βάσεις A και T ενώνονται μεταξύ τους με ασθενείς δεσμούς (σωστή απάντηση : **ναι**).

Ερώτηση 7 : Στο DNA τα νουκλεοτίδια ενώνονται μεταξύ τους με ασθενείς δεσμούς (σωστή απάντηση: **όχι**).

Στον πίνακα 3 καταγράφονται οι απαντήσεις του ίδιου μαθητή στις δυο ερωτήσεις, είναι δε φανερό ότι μόνο 1 στους 4 μαθητές κατανοεί τη φύση των χημικών δεσμών στο DNA

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών (μεγάλο μέρος της οποίας δεν παρουσιάζεται εδώ λόγω περιορισμένης έκτασης) προκύπτουν κάποια πρώτα συμπεράσματα από την παρούσα μελέτη.

- Οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου έχουν δυσκολίες με την **έννοια του χημικού δεσμού** κι έτσι, μόλις ένας στους τέσσερις μπορεί να κατανοήσει τους ισχυρούς δεσμούς ανάμεσα στα νουκλεοτίδια και τους ασθενείς ανάμεσα στις συμπληρωματικές βάσεις στο DNA (και επομένως να κατανοήσει τους



μηχανισμούς της ροής της γενετικής πληροφορίας, που προϋποθέτουν διάσπαση των ασθενών δεσμών).

- Τις ίδιες τις συμπληρωματικές βάσεις τις μαθαίνουν με αποστήθιση (που εύκολα ανατρέπεται).
- **Συγγέουν τους όρους** DNA, γονίδιο, χρωμόσωμα, ακόμα και πρωτεΐνη (και αμινοξύ), ενώ δεν διακρίνουν τη διαφορά ανάμεσα στις πρωτεΐνες που συμμετέχουν στη δομή του DNA (ιστόνες=δομική πληροφορία) και τις πρωτεΐνες που παράγονται με την πρωτεϊνοσύνθεση (γενετική πληροφορία).
- Οι μαθητές κατανοούν καλλίτερα ό,τι έχει σχέση με το **μακροσκοπικό επίπεδο** της ύλης, δύσκολα όμως μετακινούνται στο **επίπεδο των μορίων** (ο ένας στους τρεις μαθητές δεν μπορεί να τοποθετήσει σωστά τα επίπεδα της κυτταρικής οργάνωσης).
- Οι μαθητές στο ελληνικό σχολείο έχουν τις γνωστές από τη διεθνή βιβλιογραφία **εναλλακτικές αντιλήψεις**: η γενετική πληροφορία είναι διαφορετική σε κάθε κύτταρο του ίδιου ανθρώπου, και ενώ σε σχετικά υψηλό ποσοστό παραδέχονται ότι τα φυτά έχουν γενετικό υλικό, μόλις οι μισοί αποδίδουν και στα βακτήρια την «ιδιότητα» αυτή.
- Πρόβλημα αποτελεί και η **ορολογία**, κυρίως για όρους που μοιάζουν λεκτικά (αντιγραφή, μεταγραφή, μετάφραση, μετάλλαξη, αλλά και «δίκλωνο μόριο»).
- Τέλος, δίνουν έμφαση μόνο στους κληρονομικούς παράγοντες, χωρίς να εξετάζουν τους άλλους παράγοντες (κυρίως περιβαλλοντικούς) που πιθανόν επιδρούν στη γενετική έκφραση, όπως εξάλλου αναφέρουν και οι Stern και Καμπουράκης (Stern & Kampourakis 2017).

4. Συμπεράσματα

Αν θέλουμε να γενικεύσουμε τα παραπάνω επιμέρους συμπεράσματα της μελέτης μας, πρέπει να σταθούμε κυρίως στα εξής: στην έλλειψη από τους μαθητές στέρεων προαπαιτούμενων εννοιών τόσο από το χώρο της Βιολογίας, όσο και από το χώρο της Χημείας. Απόδειξη αποτελεί η σε μεγάλο βαθμό έλλειψη κατανόησης των χημικών δεσμών που χαρακτηρίζουν το μόριο του DNA. Η κατανόηση της φύσης των δεσμών αυτών θα επέτρεπε στους μαθητές να προσεγγίσουν τόσο την αντιγραφή του DNA, όσο και τη μεταγραφή του σε RNA, πρώτο βήμα στη “ροή της γενετικής πληροφορίας” που οδηγεί στη σύνθεση πρωτεϊνών. Μη κατανοώντας τους μηχανισμούς της “ροής” (άλλος ασαφής όρος), οι μαθητές συγγέουν σε μεγάλο βαθμό ακόμα και τους όρους “DNA” και “πρωτεΐνη”. Τέλος, το γεγονός ότι οι μαθητές δύσκολα “μετακινούνται” από το μακροσκοπικό στο μοριακό επίπεδο εμποδίζει τους μαθητές να έχουν καθαρή εικόνα των πολλών και ποικίλων εννοιών που σχετίζονται με το γενετικό υλικό.

Πώς μπορούν να αντιμετωπιστούν τέτοια προβλήματα; Μπορούν ίσως με αναλυτικά προγράμματα που τοποθετούν ορθολογικά το υλικό που πρέπει να διδαχθεί ο μαθητής (στη δική μας περίπτωση τη «ροή της γενετικής πληροφορίας») ώστε να έχουν προηγηθεί οι προαπαιτούμενες έννοιες, οι οποίες να μπορούν να ανακληθούν ακόμα και αν διδάχθηκαν στο πλαίσιο διαφορετικών μαθημάτων. Ακόμα, με διαρκή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, που θα βασίζεται στην κατανόηση του τρόπου που μαθαίνουν οι μαθητές και στις παρανοήσεις που εμφανίζουν κατά τη διδασκαλία.

5. Βιβλιογραφία



Μαυρικάκη, Ε., Γκούβρα, Μ., & Καμπούρη, Α. (2008). Βιολογία Γ' Γυμνασίου. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at Secondary School: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84, 313-351.

Duncan, R.G., & Reiser, B.J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 938-959.

Friedrichsen, P.M., & Stone, B. (2004). Examining students' conceptions of molecular genetics in an introductory Biology course for non-science majors. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, BC, Canada.

Lewis, J., & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26, 195-206.

Stern, F., & Kampourakis K. (2017). Teaching for genetics literacy in the post-genomic era. *Studies in Science Education*, 53, 193-225.

Venville, G., & Donovan, J. (2007). Developing year 2 students' theory of Biology with concepts of the gene and DNA. *International Journal of Science Education*, 29, 1111-1131.



Τα φυτά ως ζωντανοί οργανισμοί και ως παράγοντας ανθρώπινης ευημερίας: Αντιλήψεις και γνώσεις παιδιών δημοτικού σχολείου

Αλέξανδρος Αμπράζης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Οι φυτικοί οργανισμοί αποτελούν βασικό παράγοντα ανθρώπινης ευημερίας και αναπόσπαστο κομμάτι που φαινομένου της ζωής στον πλανήτη Γη. Στην παρούσα έρευνα εξετάζονται οι αντιλήψεις μαθητών δημοτικού σχετικά με τα φυτά ως ζωντανούς οργανισμούς και ως πηγή παραγωγής βασικών διατροφικών και άλλων προϊόντων. Πραγματοποιήθηκε έρευνα μέσω ερωτηματολογίου σε χίλια σαράντα οχτώ παιδιά ηλικίας μεταξύ δέκα και δώδεκα ετών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα φυτά δεν ανακαλούνται ως ζωντανοί οργανισμοί από την πλειονότητα των παιδιών ενώ κατά την αναγνώριση φυτικών προϊόντων ανακύπτουν θέματα παρανοήσεων. Τα ευρήματα φέρνουν στο φως την ανάγκη για βαθύτερη κατανόηση της δομής και του ρόλου της χλωρίδας.

Λέξεις-κλειδιά: Τυφλότητα Απέναντι στα φυτά, Δημοτικό Σχολείο, Αντιλήψεις

Plants as living organisms and as factor of human well-being: Primary school students' perceptions and knowledge

Alexandros Amprazis, Penelope Papadopoulou

University of Western Macedonia

Abstract

Plants contribute essentially to human well-being and to life phenomenon on planet Earth. In this study we examine primary school students' perceptions of plants as living things and as source for the production of basic nutritional and non-food products. A questionnaire survey was conducted on one forty-eight children aged between 10 and 12 years. According to the results, plants are not considered as living things by the majority of children, while the recognition of plant products raises issues of misconceptions. The findings bring to light the need for a deeper understanding of the structure and role of the flora.

Keywords: Plant Blindness, Primary school, Perceptions



1. Εισαγωγή

Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι τα φυτά σε σχέση με τα ζώα στερούνται εκτίμησης από τους ανθρώπους. Ανάμεσα σε κάποιο φυτικό οργανισμό και κάποιο ζωικό, το πιο πιθανόν είναι ότι ένα παιδί θα ασχοληθεί με το ζώο (Schussler & Olzak 2008). Γενικότερα οι μαθητές και οι σπουδαστές όλων των βαθμίδων μπορούν πιο εύκολα να θυμηθούν, να ονοματίσουν και να προσδιορίσουν ζώα παρά φυτά (Patrick & Tunnicliffe, 2011). Όσον αφορά το τι θα προτιμήσουν να μελετήσουν και να διαβάσουν όταν τους δίνεται η δυνατότητα ελεύθερης επιλογής, και πάλι τα ζώα υπερτερούν των φυτών (Marbach-Ad, 2004).

Οι Wandersee και Schussler (1999, 2001) χαρακτηρίζουν το συγκεκριμένο φαινόμενο ως «τυφλότητα απέναντι στα φυτά» (Plant Blindness). Σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε από την Strgar (2007) τυφλότητα απέναντι στα φυτά είναι το φαινόμενο κατά το οποίο παρατηρείται σε ένα άτομο i) ανικανότητα να δει ή να προσέξει φυτά εντός του χώρου στον οποίο βρίσκεται, ii) ανικανότητα να αναγνωρίσει τη σημασία των φυτών σχετικά με τα ζητήματα περιβάλλοντος ή ανθρώπινων συμφερόντων, iii) ανικανότητα να εκτιμήσει την αισθητική και τη μοναδικότητα των βιολογικών χαρακτηριστικών των φυτών και iv) τάση να ταξινομεί τα φυτά ως κατώτερα από τα ζώα. Ο όρος τυφλότητα απέναντι στα φυτά κατά τους Balas και Momsen (2014) περιλαμβάνει την τάση για παραμέληση τους μέσα στο περιβάλλοντα χώρο και την έλλειψη αναγνώρισης των λειτουργικών τους ρόλων στο οικοσύστημα.

Σύμφωνα με τους πρώτους ερευνητές τους φαινομένου, η κύρια αιτία για το φαινόμενο είναι ότι τα φυτά εν αντιθέσει με τα ζώα στερούνται κίνησης. Επεκτείνοντας τη συγκεκριμένη άποψη άλλες έρευνες (Hoekstra, 2000; Schneekloth, 1989) υποστηρίζουν ότι συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των ζώων όπως ο τύπος δραστηριότητας τους, η διατροφή τους, η επικοινωνία και η εν μέρει εξωτερική τους συνάφεια με το ανθρώπινο είδος (πρόσωπο, χέρια, πόδια) οδηγεί τους ανθρώπους στο να έλκονται περισσότερο από τα ζώα σε σχέση με τα φυτά. Συγκεντρωτικά, η αιτιολογική του προσέγγιση του φαινομένου μπορεί να χαρακτηριστεί πολύπλευρη καθώς πέρα των ανωτέρω, εμπλέκεται η λειτουργία του εγκεφάλου και τα πολιτισμικά χαρακτηριστικά του κάθε τόπου (Balding & Williams 2016). Όσον αφορά την αντιμετώπιση της τυφλότητας απέναντι στα φυτά, οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις φαίνεται να είναι ικανές να μειώσουν την ένταση του φαινομένου (Cil 2016, Fančoničová & Prokop 2011, Kissi & Dreesmann 2017, Krosnick et al. 2018), ειδικότερα όταν μέσα από αυτές αναδεικνύεται η σημασία των φυτών (Strgar 2007).

Σε αυτό το πλαίσιο γενικότερης υποτίμησης των φυτών, έχουν ενδιαφέρον οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη χλωρίδα. Η βιβλιογραφία αναφέρει την ύπαρξη σχετικών παρανοήσεων, ειδικότερα με τη μη αναγνώριση των φυτών ως ζωντανών οργανισμών από πλευράς των παιδιών (Anggoro, et al. 2005, Brulé et al. 2014). Το όριο των έξι ετών φαίνεται να είναι σημείο καμπής καθώς μετά από αυτό τα παιδιά εντάσσουν ευκολότερα τα φυτά στα έμβια όντα (Tao 2016). Η «κίνηση» ως χαρακτηριστικό και η ανθρωποκεντρική προσέγγιση των μαθητών καταγράφονται ως οι κύριες αιτίες για τις παρανοήσεις σχετικά με τη μη ένταξη των φυτών στους ζωντανούς οργανισμούς (Inagaki & Hatano 2002, Orfer & Siegler 2004).

Στο προαναφερόμενο πλαίσιο, οι ερευνητικές ερωτήσεις της παρούσας έρευνας καθορίζονται ως εξής:

1. Τα φυτά αναγνωρίζονται ως ζωντανοί οργανισμοί από τον ελληνικό μαθητικό πληθυσμό δημοτικού σχολείου;
2. Οι μαθητές δημοτικού σχολείου αναγνωρίζουν τη φυτική προέλευση πολλών από των προϊόντων που χρησιμοποιούν/καταναλώνουν καθημερινά;
3. Πως τα παραπάνω επηρεάζονται από χαρακτηριστικά των παιδιών όπως η προέλευση τους (χωρίς πόλη) και τη συμμετοχή τους σε προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης;



2. Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 1048 μαθητές δημοτικών σχολείων από αγροτικές και αστικές περιοχές των νομών Φλώρινας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης και Κιλκίς. Ο αριθμός των στοιχείων (μαθητές) του πληθυσμού της έρευνας προέκυψε με βάση το καθορισμένο μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα εκτίμησης. Η δειγματοληψία της έρευνας καλείται "δειγματοληψία με πιθανότητα" (probability sampling) καθώς το δείγμα μας επιλέχθηκε σύμφωνα με συγκεκριμένες παραμέτρους και επιζητούμε τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Πιο συγκεκριμένα τα σχολεία που συμμετείχαν στην έρευνα μας είναι από αστικές περιοχές (Σταυρούπολη Θεσσαλονίκης, Πυλαία Θεσσαλονίκης), ημιαστικές περιοχές (Φλώρινα, Κιλκίς) και περιοχές επαρχίας (Λουτράκι Αριδαίας, Πολυκάρπη Αριδαίας, Άγιος Γερμανός Πρέσπας Φλώρινας, Μεγάλη Βρύση Κιλκίς). Η συγκεκριμένη επιλογή έγινε προκειμένου να εξετάσουμε το πως η μεταβλητή της γεωγραφικής προέλευσης και η πιθανή εγγύτητα στη φύση μπορεί να επηρεάσει το φαινόμενο της "Τυφλότητας απέναντι στα Φυτά". Ως εκ τούτου έχουμε "δειγματοληψία κατά στρώματα" (stratified sampling) καθώς το δείγμα μας έχει χωριστεί σε ομοιογενείς ομάδες με βάση τη μεταβλητή της γεωγραφικής προέλευσης.

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίου και για αυτό το λόγο, στην έρευνα έλαβαν μέρος μόνο μαθητές τετάρτης (36%), πέμπτης (30%) και έκτης (34%) τάξης. Το ερωτηματολόγιο ήταν ανώνυμο και οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν μόνο το φύλο, τον τόπο διαμονής, την τάξη/ηλικία και πιθανή πρότερη συμμετοχή τους σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Για την κατασκευή του εργαλείου αρχικά υπήρξε ενδελεχής εξέταση της βιβλιογραφίας σχετικά με το αντικείμενο της έρευνας και διερευνητικές, ημιδομημένες συνεντεύξεις με μαθητές. Οι συνεντεύξεις αυτές έγιναν εκτός σχολείου σε παιδιά που είχαν χαρακτηριστικά όμοια με τα παιδιά του δείγματος. Κατόπιν επεξεργάστηκαν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις συνεντεύξεις προκειμένου να δομηθεί η πρώτη έκδοση του εργαλείου. Η συγκεκριμένη έκδοση εφαρμόστηκε πιλοτικά εκτός σχολείου εκ νέου σε παιδιά των οποίων τα χαρακτηριστικά ταίριαζαν με αυτά του δείγματος. Η πιλοτική εφαρμογή επέφερε αλλαγές στο ερευνητικό εργαλείο προκειμένου να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία, η εγκυρότητα και γενικότερα η αρτιότητα του εργαλείου. Επίσης, κατά το στάδιο πιλοτικής εφαρμογής του εργαλείου ερωτήθηκαν περί αυτού εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Μετά την πιλοτική εφαρμογή καθορίστηκε η τελική μορφή του εργαλείου. Τα παιδιά που συμμετείχαν στην πιλοτική εφαρμογή του εργαλείου δεν συμμετείχαν στην τελική εφαρμογή του εργαλείου.

Η διερεύνηση αναγνώρισης της φυτικής προέλευσης προϊόντων έγινε μέσω συγκεκριμένης ερώτησης με δώδεκα έγχρωμες, ευμεγέθεις εικόνες προϊόντων. Σε αυτήν την ερώτηση ζητήθηκε από τα παιδιά να επιλέξουν ποιά από αυτά τα προϊόντα προέρχονται από φυτά και σε δεύτερο επίπεδο να αναφέρουν συγκεκριμένα το φυτό από το οποίο προκύπτει το προϊόν. Έγινε επιλογή αντικειμένων καθημερινής χρήσης και κοινών φαγώσιμων προϊόντων (Fancovicova & Prokop 2010) ενώ συμπεριλήφθηκαν προϊόντα με πράσινο χρώμα για προσδιορισμό παρανοήσεων που αφορούν στην εμφάνιση (Tunncliffe & Reiss 2000).

Η αναγνώριση των φυτών ως ζωντανών οργανισμών εξετάστηκε μέσα από συγκεκριμένη ερώτηση με πενταθέσια λίστα την οποία οι μαθητές συμπλήρωσαν ελεύθερα με πέντε ζωντανούς οργανισμούς που μπορούσαν να σκεφτούν. Η μέθοδος της αυθόρμητης ανάκλησης ήδη χρησιμοποιείται από ερευνητές για καταγραφή προϋπάρχουσας γνώσης (Anderson et al. 2002) ενώ μοιράζεται κοινούς γνωστικούς μηχανισμούς μάθησης με ειδικά σχεδιασμένες, οριοθετημένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Christoff et al. 2004). Η συγκεκριμένη μέθοδος επιλέχθηκε για λόγους λειτουργικότητας του εργαλείου και συλλογής δεδομένων από μεγάλο δείγμα.



3. Αποτελέσματα

3.1 Αναφορά φυτών σε λίστα ζωντανών οργανισμών

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, το ένα τρίτο των συμμετεχόντων δεν συμπεριέλαβε ούτε ένα φυτό στη λίστα ζωντανών οργανισμών.

Πίνακας 1: Αναφορά φυτών σε λίστα ζωντανών οργανισμών

Αριθμός Φυτών σε Λίστα Πέντε Ζωντανών Οργανισμών	Μηδέν	Ένα	Δύο	Τρία	Τέσσερα	Πέντε
Ποσοστό επί τοις εκατό	32,1%	30,8%	28%	7,9%	0,7%	0,5%

Ποσοστό της τάξης 30,8% ανέφερε μόνο ένα φυτό ενώ μόλις 1,2% ανέφερε τέσσερα ή πέντε φυτά στη λίστα τους. Η πιο κοινή απάντηση ήταν οικόσιτα και άγρια ζώα, ενώ 25% των μαθητών ανέφεραν τους "ανθρώπους" μέσα στη λίστα. Επίσης, δεν αναφέρθηκαν καθόλου οργανισμοί από τα βασίλεια των Μυκήτων, των Πρώτιστων και των Μονήρων. Ο στατιστικός έλεγχος Kruskal-Wallis κατέγραψε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μαθητές των τριών τάξεων (Ομάδα 1, n = 376: 10 χρονών, Ομάδα 2, n = 313: 11 χρονών, Ομάδα 3, n = 339: 12 χρόνων), $\chi^2(2, n = 1028) = 6.184, p < .05$. Η μεσαία ηλικιακή ομάδα (11 χρονών) σημείωσε την υψηλότερη διάμεση βαθμολογία (Md = 545.72). Περαιτέρω μη παραμετρικοί έλεγχοι Mann-Whitney U tests αποκάλυψαν στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στις ομάδες των 10 ετών (Md = 328.93, n = 376) και των 11 ετών (Md = 364.30, n = 313; U = 52803, z = -2.425), $p < .05$. Τα ελληνικά ανθοκομικά φυτά ήταν η πιο κοινή κατηγορία σχετικά με τους φυτικούς οργανισμούς που σημειώθηκαν με χαρακτηριστικά παραδείγματα τη "τριανταφυλλιά", τη "μαργαρίτα" και τη "παπαρούνα". Εξετάζοντας τα στοιχεία των μαθητών, τα παιδιά από τα μεγάλα αστικά κέντρα αναφέρουν περισσότερα φυτά στη λίστα ζωντανών οργανισμών ενώ το ίδιο συμβαίνει και με τους μαθητές που έχουν συμμετέχει σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

3.2 Αναγνώριση προϊόντων φυτικής προέλευσης

Η συντριπτική πλειονότητα των συμμετεχόντων αναγνώρισε σωστά πάνω από εφτά σε σύνολο δώδεκα προϊόντων (Πίνακας 2). Ο στατιστικός έλεγχος Kruskal-Wallis δεν κατέγραψε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τρεις ηλικιακές ομάδες. Πιο συγκεκριμένα, 62,5% των συμμετεχόντων αναγνώρισε σωστά εννιά ως δώδεκα προϊόντα. Το «δέντρο» ήταν η πιο κοινή απάντηση των μαθητών.

Σημαντικά ποσοστά των παιδιών ανέφεραν κάτι παραγόμενο από το φυτό και όχι το ίδιο το φυτό (σταφύλι αντί για αμπέλι, αλεύρι αντί για σιτάρι, πορτοκάλι αντί για πορτοκαλιά). Καταγράφηκαν σχηματισμοί λέξεων-οργανισμών που δεν υφίστανται όπως "βαμβakoδεντρο", "καουτσοκόδεντρο" και "πορτοκαλόδεντρο". Τα περισσότερα λάθη σημειώθηκαν στα προϊόντα "πετσέτα", "χυμός πορτοκάλι" και "κρασί". Κανένα από τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (φύλο, ηλικία, τόπος διαμονής, συμμετοχή



σε περιβαλλοντικά προγράμματα) δεν φάνηκε να επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την αναγνώριση φυτικών προϊόντων από πλευράς τους.

Πίνακας 2: Αναγνώριση προϊόντων φυτικής προέλευσης

Αριθμός προϊόντων	Μηδέν-Έξι	Εφτά-Οχτώ	Εννιά-Δέκα	Έντεκα-Δώδεκα
Ποσοστά ορθής αναγνώρισης	13,3%	24,2%	31,1%	31,4%

3.3 Συσχετισμοί των δυο έργων

Κατά τη στατιστική διερεύνηση των δυο έργων μέσω Spearman's rank correlation coefficient, καταγράφηκε θετική συσχέτιση ($r=.12$, $p<.05$). Για περαιτέρω διερεύνηση αυτής της διαγραφόμενης συσχέτισης, οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε ομάδες ανάλογα με τον αριθμό φυτών που σημείωσαν στη λίστα ζωντανών οργανισμών και διενεργήθηκε στατιστικός έλεγχος Kruskal-Wallis. Κατά το συγκεκριμένο έλεγχο καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά [$\chi^2(5, n=982)=17.54$, $p<.05$]. Η ομάδα που σημείωσε τα περισσότερα φυτά είχε την υψηλότερη διάμεση βαθμολογία ($Md=631.4$) ενώ η ομάδα που σημείωσε τα λιγότερα φυτά είχε τη χαμηλότερη διάμεση βαθμολογία ($Md=441.48$). Περαιτέρω μη παραμετρικοί έλεγχοι Mann-Whitney U tests αποκάλυψαν στατιστικά σημαντική διαφορά στο σκορ αναγνώρισης φυτικών προϊόντων ανάμεσα στις παραπάνω ομάδες.

4. Συμπεράσματα

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας επιβεβαιώνουν το φαινόμενο της τυφλότητας απέναντι στα φυτά για τον ελληνικό μαθητικό πληθυσμό πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπως έχει καταγραφεί και από άλλες έρευνες (Fancovicova & Prokop 2010, Lindemann-Matthies 2005, Strgar 2007). Ωστόσο δεν υπήρξε επιβεβαίωση της βιβλιογραφίας σχετικά με το όριο των έξι ετών μετά το οποίο τα παιδιά μπορούν να αναγνωρίσουν τα φυτά ως ζωντανούς οργανισμούς (Brulé, et al. 2014, Tao 2016). Σημαντικός αριθμός των παιδιών που συμμετείχαν δεν ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν τη φυτική προέλευση βασικών καθημερινών προϊόντων ενώ τα μη ικανοποιητικά αποτελέσματα στον προσδιορισμό του φυτού προέλευσης βασικών καθημερινών προϊόντων πιθανόν να καταγράφει ένα έλλειμμα επιστημονικού εγγραμματισμού. Ο μεγαλύτερος βαθμός αναγνώρισης των φυτών ως ζωντανούς οργανισμούς από τα παιδιά της πόλης πιθανόν να οφείλεται στην αστικοποίηση της επαρχίας (Hugo 2017, Marrero et al. 2017) και σε περισσότερες ευκαιρίες μη τυπικής και άτυπης μάθησης (Díaz & De Longhi 2018).

Ο προσδιορισμός των προβλημάτων που εντοπίστηκαν σχετικά με τα φυτά προσδιορίζει νέες κατευθύνσεις εκπαιδευτικών παρεμβάσεων προκειμένου να περιοριστεί μέσω αυτών το φαινόμενο "Plant Blindness" (Cil 2017, Krosnick et al. 2018; Stagg & Verde 2018)]. Σε αυτό το πλαίσιο, ο εμπλουτισμός των αναλυτικών προγραμμάτων, των σχολικών εγχειριδίων και των προσεγγίσεων των λειτουργιών εκπαίδευσης με γνώμονα τη τυφλότητα απέναντι στα φυτά είναι βασικές επιλογές. Επιπρόσθετα, προτείνεται η εξέταση του ρόλου της εκπαίδευσης για την αειφόρο ανάπτυξη στο συγκεκριμένο ζήτημα ως: α) ένα καταξιωμένο πλαίσιο αλλαγής στάσεων και κατάκτησης γνώσεων στο εκπαιδευτικό σύστημα, β) φέρουσα ένα γνωστικό και εννοιολογικό φορτίο που συνδέεται με το φυσικό



περιβάλλον και γ) ένα σύνολο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με πιο ελεύθερο χαρακτήρα που δεν περιορίζεται από σχολικά εγχειρίδια και αναλυτικά προγράμματα.

Όσον αφορά προτάσεις για περαιτέρω έρευνα, δίχως αμφιβολία μια ίδιου περιεχομένου έρευνα στις άλλες βαθμίδες ελληνικής εκπαίδευσης και σε άλλες χώρες θα μπορούσε να συνεισφέρει στην εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων. Επίσης θετική θα ήταν μια περαιτέρω εξέταση των αναλυτικών προγραμμάτων και του εκπαιδευτικού υλικού σχετικά με το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού που προσφέρουν σε αυτό το γνωστικό πεδίο.

5. Βιβλιογραφία

- Anderson, D., Piscitelli, B., Weier, K., Everett, M., & Tayler, C. (2002). Children's museum experiences: Identifying powerful mediators of learning. *Curator: The Museum Journal*, 45(3), 213-231.
- Anggoro, F. K., Medin, D. L., & Waxman, S. R. (2005). The effects of naming practices on children's understanding of living things. In Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 27(27).
- Balas, B. & Momsen, J. (2014). Attention “Blinks” Differently for Plants and Animals. *Life Sciences Education*, 13, 437-443.
- Balding, M., & Williams, K. J. (2016). Plant blindness and the implications for plant conservation. *Conservation Biology*, 30(6), 1192-1199.
- Brulé, L., Labrell, F., Megalakaki, O., Fouquet, N., & Caillies, S. (2014). Children's justifications of plants as living things between 5 and 7 years of age. *European Journal of Developmental Psychology*, 11(5), 532-545.
- Çil, E. (2016). Instructional integration of disciplines for promoting children's positive attitudes towards plants. *Journal of Biological Education*, 50(4), 366-383.
- Christoff, K., Ream, J. M., & Gabrieli, J. D. (2004). Neural basis of spontaneous thought processes. *Cortex*, 40(4-5), 623-630.
- Fančovičová, J., & Prokop, P. (2010). Development and initial psychometric assessment of the plant attitude questionnaire. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 415-421.
- Hoekstra, B. (2000). Plant Blindness - The ultimate challenge to botanists. *The American biology teacher*, 62, 82-83.
- Hugo, G. (2017). *New forms of urbanization: beyond the urban-rural dichotomy*. London: Routledge.
- Inagaki, K., & Hatano, G. (2006). *Young children's conception of the biological world*. Current Directions in Psychological Science, 15(4), 177-181.
- Kissi, L., & Dreesmann, D. (2017). Plant visibility through mobile learning? Implementation and evaluation of an interactive Flower Hunt in a botanic garden. *Journal of Biological Education*, 1-20.
- Krosnick, S. E., Baker, J. C., & Moore, K. R. (2018). The Pet Plant Project: Treating Plant Blindness by Making Plants Personal. *The American Biology Teacher*, 80(5), 339-345.
- Lindemann-Matthies, P. (2005). ‘Loveable’ mammals and ‘lifeless’ plants: How children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature. *International Journal of Science Education*, 27(6), 655-677.
- Marbach-Ad, G. (2004). Expectations and difficulties of first year college students in biology. *Journal of College Science teaching*, 33, 18–23.



- Marrero, M., Puerto, M., Rivero-Camacho, C., Freire-Guerrero, A., & Solís-Guzmán, J. (2017). Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 160-174.
- Opfer, J. E., & Siegler, R. S. (2004). Revisiting preschoolers' living things concept: A microgenetic analysis of conceptual change in basic biology. *Cognitive Psychology*, 49(4), 301-332.
- Schneekloth, L. H. (1989). 'Where did you go?' 'Forest.' 'What did you see?' 'Nothing.' *Children's Environments Quarterly*, 6, 14-17.
- Schussler, E., & Olzak, L. (2008). It's not easy being green: Student recall of plant and animal images. *Journal of Biological Education* 42(3), 112-118.
- Stagg, B. C., & Verde, M. F. (2018). Story of a Seed: educational theatre improves students' comprehension of plant reproduction and attitudes to plants in primary science education. *Research in Science & Technological Education*, 1-21.
- Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42(1), 19-23.
- Tao, Y. (2016). Young Chinese children's justifications of plants as living things. *Early Education and Development*, 27(8), 1159-1174.
- Tunncliffe, S., & Reiss, M. (2000). Building a model of the environment: How do children see plants? *Journal of Biological Education*, 34(4), 172-177.
- Wandersee, J., & Schussler, E. (1999). Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*, 61, 82-86.
- Wandersee, J., & Schussler, E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2-9.



Χαρακτηρισμός Δομής Επιχειρημάτων Μαθητών Λυκείου Σχετικά με το Θέμα της Ανακύκλωσης των Υλικών

Λεμονιά Αντώνογλου¹, Κατερίνα Σάλτα², Διονύσιος Κουλουγλιώτης¹

¹ Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, ² Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η ποιότητα δομής επιχειρημάτων μαθητών, σχετικά με τρόπους ανακύκλωσης υλικών μέσα σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης, στο οποίο δίνεται έμφαση στη διερεύνηση. Η ανάλυση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών με τη χρήση του μοντέλου Toulmin και της ταξινόμησης των Sandoval και Millwood έδειξε ότι οι μαθητές προσπαθούν κατά κανόνα να συνοδεύσουν τους ισχυρισμούς τους με δεδομένα. Επιπλέον, σε αρκετές αλλά όχι στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι μαθητές χρησιμοποιούν και εγγυήσεις προκειμένου να εξηγήσουν πως από τα δεδομένα οδηγούνται στους ισχυρισμούς τους. Οι εγγυήσεις αυτές είναι αιτιώδεις ή εμπειρικές και σπανιότερα πραγματολογικές.

Λέξεις-κλειδιά: δομή επιχειρημάτων, χαρακτηριστικά επιχειρημάτων, ανακύκλωση υλικών

Characterization of 10th-grade Students' Argument Structure Regarding the Recycling of Materials

Lemonia Antonoglou¹, Katerina Salta², Dionysios Koulougliotis¹

¹ Department of Environment, Ionian University; ² Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

In this paper, we examine the structural quality of students' argumentation regarding methods for recycling of materials within a web-based learning environment which gives emphasis on inquiry. The analysis of students' written arguments via the use of the Toulmin model and the scheme proposed by Sandoval and Millwood, showed that students' claims are usually accompanied by data. Furthermore, in several but not in most cases, the students make use of a warrant in order to explain how the data lead to the claim. These warrants are either causal or empirical and less often factual.

Keywords: argument structure, argumentation characteristics, recycling materials



1. Εισαγωγή

Η επιχειρηματολογία αποτελεί μία σύνθετη επιστημονική πρακτική, η οποία περιλαμβάνει την κατασκευή, την εξέταση και τη σύγκριση επιχειρημάτων (Moon, Stanford, Cole and Towns, 2016). Τα επιχειρήματα χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία δεδομένων και για την τεκμηρίωση της εγκυρότητας ισχυρισμών γνώσης, αποτελούν κεντρικά στοιχεία στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και στους επιστημονικούς διαλόγους (Simon, 2008).

Υπάρχει ξεχωριστό ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση της επιχειρηματολογίας στην εκπαίδευση στις ΦΕ (Osborne, Erduran, Simon and Monk 2001; Moon, Stanford, Cole and Towns 2016; Evagorou and Anraamidou, 2008). Από έρευνες στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας στους μαθητές αναδεικνύονται δύο λόγοι ενσωμάτωσής της επιχειρηματολογίας στην εκπαίδευση (Sandoval and Millwood, 2005; Duschl and Osborne, 2002; Simon, 2008): α) η επιχειρηματολογία είναι κεντρική πρακτική για την επιστήμη και επομένως πρέπει να είναι στον πυρήνα της επιστημονικής εκπαίδευσης (μία «φιλοσοφική οπτική» για το ρόλο της επιχειρηματολογίας στην εκπαίδευση) και β) η κατανόηση των κανόνων της επιστημονικής επιχειρηματολογίας μπορεί να οδηγήσει στην κατανόηση των επιστημολογικών βάσεων της επιστημονικής πρακτικής (μία «γνωστική οπτική» για το ρόλο της επιχειρηματολογίας στην εκπαίδευση).

Η κατασκευή επιχειρημάτων απαιτεί από τους μαθητές να διατυπώσουν αιτιώδεις εξηγήσεις για τα εξεταζόμενα φαινόμενα στις ΦΕ (Moon, Stanford, Cole and Towns, 2016) και εν ολίγοις να αντιληφθούν γιατί μια εξήγηση που είναι «λανθασμένη», είναι το ίδιο σημαντική όσο μία σωστή εξήγηση (Osborne and Patterson, 2011). Όπως υποστήριξε η Kuhn (1991), «μόνο αν εξετάζει κάποιος εναλλακτικές απόψεις - επιδιώκοντας να προσδιορισθεί τι δεν είναι - μπορεί να αρχίσει να επιτυγχάνει κάποια βεβαιότητα για το τι είναι» (Osborne and Patterson, 2011).

Το εκπαιδευτικό πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο υποστήριξης μαθητών στην επιχειρηματολογία και να αυξήσει την πολυπλοκότητα των γραπτών επιχειρημάτων τους (Berland & McNeill, 2010). Οι περισσότερες μελέτες στη γραπτή επιχειρηματολογία δείχνουν πως οι μαθητές δεν παράγουν επαρκώς επιστημονικά γραπτά επιχειρήματα, παρότι αυτά φαίνεται να τους βοηθούν να κατανοήσουν σημαντικές επιστημονικές ιδέες (Bell and Linn, 2000). Για παράδειγμα, συχνά αποτυγχάνουν να παρέχουν επαρκείς εγγυήσεις σε γραπτά επιχειρήματα, μη καταδεικνύοντας ρητά τους δεσμούς μεταξύ δεδομένων και ισχυρισμών (Sandoval and Millwood, 2007).

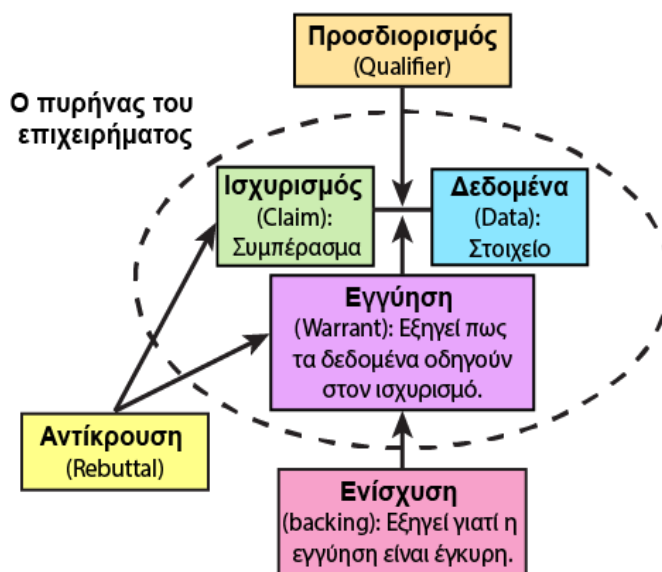
Ερευνητικά ευρήματα αποκαλύπτουν ότι η έλλειψη γνώσης περιεχομένου δεν είναι το κύριο εμπόδιο για την ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας των μαθητών. Αντίθετα, επιμέρους στοιχεία του πλαισίου (contextual details) φαίνεται να έχουν σημαντική επίδραση στην ενεργοποίηση της γνώσης περιεχομένου, που συμβάλλει στις συζητήσεις αντιπαράθεσης (Cavagnetto and Kurtz, 2016). Επιπλέον, η εμπλοκή των μαθητών σε επιστημονικές πρακτικές, παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη επιστημονικής επιχειρηματολογίας από τους μαθητές (Bell and Linn, 2000; Sandoval and Millwood, 2007).

Θεωρητικό και μεθοδολογικό πλαίσιο

Το μοντέλο του Toulmin (TAP), το οποίο παρουσιάζεται στο σχήμα 1 χρησιμοποιείται στη διεθνή βιβλιογραφία τόσο ως θεωρητικό πλαίσιο για την κατανόηση του νοήματος της επιχειρηματολογίας όσο και ως μεθοδολογικό εργαλείο για την ανάλυση των επιχειρημάτων (Erduran, et al., 2004; Moon, Stanford, Cole and Towns, 2016; Simon, 2008).



Σχήμα 1: Δομή επιχειρήματος (Moon et al., 2016)



Σύμφωνα με τον Toulmin, τα επιχειρήματα περιλαμβάνουν έναν **ισχυρισμό**, τα **δεδομένα**, δηλαδή στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό, τις **εγγυήσεις** που παρέχουν μια σύνδεση μεταξύ των δεδομένων και του ισχυρισμού (εξηγούν πως τα δεδομένα οδηγούν στον ισχυρισμό) και τις **ενισχύσεις** που υποστηρίζουν τις εγγυήσεις αλλά και τις **αντικρούσεις** (εξηγούν τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ο ισχυρισμός δεν είναι έγκυρος). Ο Toulmin αναφέρεται επίσης στους «**προσδιορισμούς**», οι οποίοι δείχνουν το βαθμό εμπιστοσύνης που μπορεί να αποδοθεί στον ισχυρισμό του επιχειρήματος (Simon, 2008). Όπως σημειώνεται και στο σχήμα 1 στον **πυρήνα του επιχειρήματος** περιλαμβάνονται ο ισχυρισμός/συμπέρασμα, τα δεδομένα και η εγγύηση (Moon, Stanford, Cole and Towns, 2016).

Οι Sandoval και Millwood (2005, 2007) σε μία προσπάθεια να κατανοήσουν πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη φύση των ΦΕ και τη «διαδικασία» της γνώσης στις ΦΕ, προχώρησαν στη μελέτη του τρόπου που αντιλαμβάνονται οι μαθητές τότε ένας ισχυρισμός είναι επιστημονικός (την «επιστημονικότητα» ενός ισχυρισμού) και διερεύνησαν αν τα κριτήρια των μαθητών για να απαντήσουν αυτό το ερώτημα σχετίζονται με μεθόδους που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να δημιουργήσουν και να τεκμηριώσουν έναν ισχυρισμό. Συγκεκριμένα, εστίασαν στον τρόπο που οι μαθητές κατασκευάζουν ένα γραπτό επιστημονικό επιχειρήμα και ιδιαίτερα στις εγγυήσεις των μαθητών, δηλαδή τον τρόπο σύνδεσης των δεδομένων με τον ισχυρισμό. Μια εγγύηση, σύμφωνα με τους Sandoval και Millwood (2005, 2007) μπορεί να ταξινομηθεί σε μία από τις παρακάτω τέσσερις κατηγορίες: **αδιαμφισβήτητη** (authority), όταν οι μαθητές επικαλούνται αυθεντίες όπως τον διδάσκοντα, το σχολικό βιβλίο και το διαδίκτυο, **αιτιώδης** (causal), όταν βασίζεται σε θεωρητικές έννοιες ή σε επεξηγήσεις μέσω θεωρητικών εννοιών, **εμπειρική** (empirical), όταν οι μαθητές παραθέτουν εμπειρικά στοιχεία, **πραγματολογική** (factual), όταν οι μαθητές επαναλαμβάνουν τους αρχικούς ισχυρισμούς, χρησιμοποιώντας ίδιες λέξεις, παραφράζοντας ή αναδιατυπώνοντας τον ισχυρισμό.

Η επιχειρηματολογία των μαθητών έχει μελετηθεί σε διάφορα ηλικιακά επίπεδα σε προφορικό και γραπτό πλαίσιο (Sandoval and Millwood, 2007).

Το βασικό πλεονέκτημα της υιοθέτησης του TAP από τους ερευνητές είναι ότι με τη βοήθεια αυτού του πλαισίου μπορούν να εκτιμήσουν/ αξιολογήσουν την ποιότητα των επιχειρημάτων, προσδιορίζοντας τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος και την πολυπλοκότητα των χρησιμοποιούμενων επιχειρημάτων.



Η εφαρμογή του TAP στηρίζεται στην παραδοχή ότι όσο περισσότερα στοιχεία του TAP εμφανίζονται στη δομή τους επιχειρήματος, τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα του (Simon, 2008).

Προκύπτει επομένως η ανάγκη για διερεύνηση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών προκειμένου να αναδυθούν τα χαρακτηριστικά, τα οποία προάγουν την ποιότητα των επιχειρημάτων όσον αφορά στην ενσωμάτωση επιστημονικού περιεχομένου. Πιο συγκεκριμένα, το ερευνητικό ερώτημα που καθοδήγησε την παρούσα έρευνα είναι το εξής: «Ποια είναι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών όπως αυτά αναδεικνύονται από την ανάλυση της δομής τους;».

2. Μεθοδολογία

Για την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος ακολουθήθηκε ποιοτικός ερευνητικός σχεδιασμός, ο οποίος περιελάμβανε τη συλλογή και ανάλυση των γραπτών επιχειρημάτων που παράγουν μαθητές οι οποίοι εμπλέκονται σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης το οποίο δίνει έμφαση στη διερεύνηση.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 74 μαθητές Α΄ Λυκείου (34 αγόρια – 40 κορίτσια) από τρία διαφορετικά σχολεία (Σχολείο 1, 2 και 3 στον Πίνακα 1) και 5 διαφορετικά Τμήματα, οι οποίοι εργάστηκαν σε ομάδες των 2 ατόμων (19 ομάδες) και 3 ατόμων (12 ομάδες). Η σύνθεση των συνολικά 31 ομάδων ως προς το φύλλο των μαθητών δεν ήταν καθορισμένη. Υπήρχαν μεικτές ομάδες αλλά και ομάδες με μαθητές του ίδιου φύλου. (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος μαθητών

	Σχολείο 1	Σχολείο 2	Σχολείο 3
Τύπος σχολείου	Πειραματικό σχολείο	Δημόσιο σχολείο	Δημόσιο σχολείο
Πλήθος μαθητών	57	3	14
Κορίτσια	34	1	5
Αγόρια	23	2	9
Πλήθος Τμημάτων	3	1	1
Πλήθος ομάδων	25 (7 ομάδες με 3- μαθητές και 18 με 2- μαθητές)	1 (με 3 μαθητές)	5 ομάδες (4 με 3-μαθητές και 1 με 2-μαθητές)

Το πλαίσιο: Διερεύνηση της Ανακύκλωσης Υλικών

Η ενότητα της διαδικτυακής πλατφόρμας WISE (<https://wise.berkeley.edu>) με τίτλο «Πως μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα παλιά ελαστικά;» αποτελεί το πλαίσιο εφαρμογής της έρευνας. Περιλαμβάνει σειρά δραστηριοτήτων διερεύνησης σχετικά με το πώς οι ιδιότητες υλικών εξηγούνται από τα είδη των χημικών δεσμών και συνδέονται με την ανακύκλωση των υλικών αυτών.

Τα δεδομένα της έρευνας αποτελούν τα επιχειρήματα που χρησιμοποιούν οι μαθητές στις γραπτές απαντήσεις τους στα ερωτήματα: «Είναι τα ελαστικά ανακυκλώσιμα»; (Ερ.1), «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα πλαστικά;» (Ερ.2), «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα μέταλλα;» (Ερ.3) και «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα κεραμικά;». (Ερ.4)



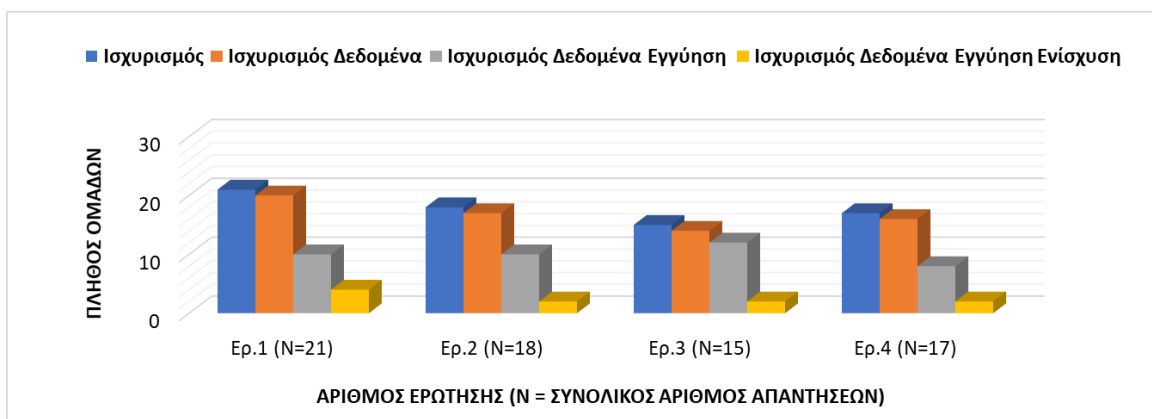
Τα Εργαλεία: Ανάλυση των Γραπτών Επιχειρημάτων των Μαθητών

Η ανάλυση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών έγινε αρχικά με το μοντέλο του Toulmin (1958), το οποίο «μοντελοποιεί» τη δομική οργάνωση ενός ολοκληρωμένου επιχειρήματος (Σχήμα 1). Στη συνέχεια ακολούθησε μία πιο ενδελεχής ανάλυση του σκέλους της εγγύησης που παρείχαν οι μαθητές στα γραπτά επιχειρήματα τους σύμφωνα με το σχήμα των Sandoval και Millwood (2007). Τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών κατασκευάστηκαν μέσα σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης (WISE), του οποίου ο σχεδιασμός βασίζεται στη διερεύνηση. Στο διερευνητικό σενάριο που ακολουθούν οι μαθητές μέσα στο διαδικτυακό περιβάλλον δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές να δομήσουν γραπτά επιχειρήματα αναφορικά με επιστημονικά ζητήματα, τα οποία αφορούν στην καθημερινή τους ζωή όπως η ανακύκλωση των υλικών. Επιπλέον, ενσωματωμένα στη διαδικτυακή πλατφόρμα εργαλεία καθοδηγούν τους μαθητές να γράψουν επιχειρήματα γύρω από συγκεκριμένα ζητήματα, αλλά και να οργανώσουν τη δομή των επιχειρημάτων τους.

3. Αποτελέσματα

Όλες οι ομάδες μαθητών επιχειρηματολόγησαν σε τουλάχιστον ένα από τα τέσσερα ερωτήματα και συγκεκριμένα καταγράφηκαν 21, 18, 15 και 17 επιχειρήματα στις ερωτήσεις Ερ.1, Ερ.2, Ερ.3 και Ερ.4 αντιστοίχως.

Διάγραμμα 1: Στοιχεία δομής στα επιχειρήματα των ομάδων ανά ερώτηση



Σύμφωνα με τον Toulmin (1958), ένα ολοκληρωμένο επιχείρημα θα πρέπει να περιέχει: ισχυρισμό, δεδομένα και εγγύηση (πυρήνας επιχειρήματος). Η παρακάτω απάντηση στην Ερ.3 αποτελεί ενδεικτικό παράδειγμα τέτοιου ολοκληρωμένου επιχειρήματος:

Ισχυρισμός: «...τα ελαστικά δεν ανακυκλώνονται όπως τα μέταλλα...»

Δεδομένα: «...διότι διαφέρουν οι ιδιότητες τους...»

Εγγύηση: «...τα ελαστικά είναι εύκαμπτα σε αντίθεση με τα μέταλλα που παραμορφώνονται με την επίδραση δύναμης, ενώ επίσης τα ελαστικά καίγονται με την επίδραση της θερμότητας, ενώ τα μέταλλα λιώνουν...».



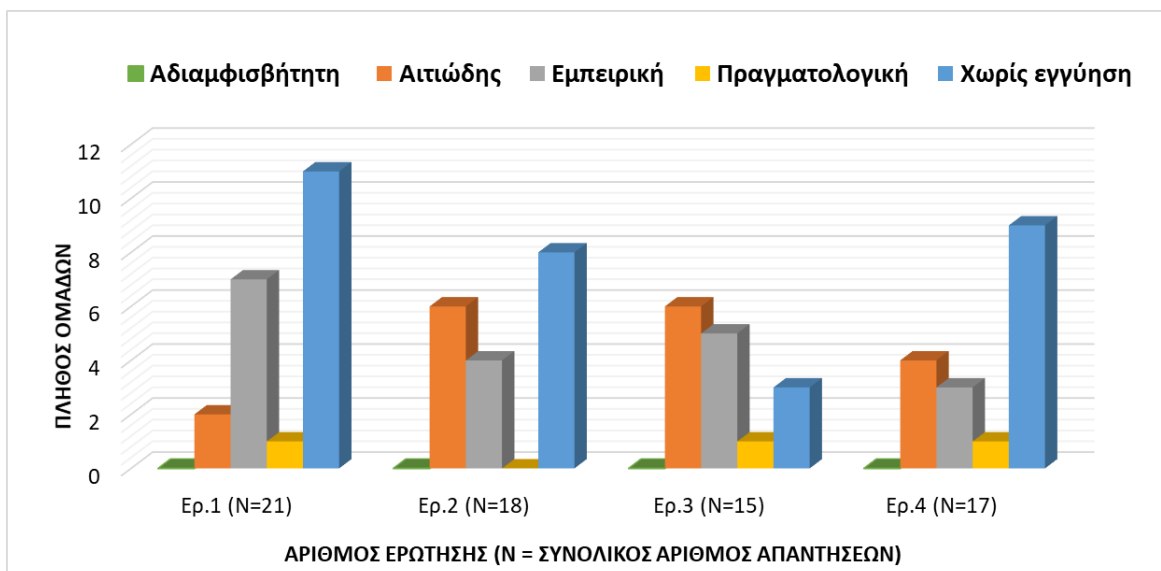
Στο Διάγραμμα 1 δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των επιχειρημάτων κατά Toulmin για κάθε ερώτημα ξεχωριστά. Το ύψος κάθε στήλης εκφράζει το πλήθος των ομάδων των οποίων τα επιχειρήματα περιέχουν τουλάχιστον τα εξής: ισχυρισμό (1^η στήλη-μπλε), ισχυρισμό και δεδομένα (2^η στήλη-πορτοκαλί), ισχυρισμό, δεδομένα και εγγύηση (3^η στήλη-γκρι), ισχυρισμό, δεδομένα, εγγύηση και ενίσχυση (4^η στήλη-κίτρινη). Από το διάγραμμα 1 προκύπτει ότι η πλειονότητα των ομάδων κατασκεύασε επιχειρήματα που περιείχαν τουλάχιστον ισχυρισμό και δεδομένα (2^η στήλη). Επίσης διαφαίνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις οι μαθητές παρείχαν ισχυρισμούς και δεδομένα, προσπαθώντας παράλληλα να δώσουν κάποια εξήγηση (εγγύηση) για το πώς τα δεδομένα υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς τους (3^η στήλη).

Με τη βοήθεια της ταξινόμησης των Sandoval και Millwood (2007) η κάθε εγγύηση στα επιχειρήματα των μαθητών χαρακτηρίστηκε ως: αδιαμφισβήτητη (authority), αιτιώδης (causal), εμπειρική (empirical) και πραγματολογική (factual).

Μερικά παραδείγματα αντιπροσωπευτικών τύπων εγγυήσεων στην Ερ.3 είναι:

1. **Αιτιώδης:** «...αυτό οφείλεται στη διαφορετική μοριακή δομή των δύο υλικών...»
2. **Εμπειρική:** «...τα ελαστικά είναι εύκαμπτα σε αντίθεση με τα μέταλλα που παραμορφώνονται με την επίδραση δύναμης, ενώ επίσης τα ελαστικά καίγονται με την επίδραση της θερμότητας, ενώ τα μέταλλα λιώνουν...»
3. **Πραγματολογική:** «...γιατί παρουσιάζουν άλλες σημαντικές διαφορές...»

Διάγραμμα 2: Τύπος προτιμώμενων εγγυήσεων ανά ερώτηση



Στο Διάγραμμα 2, συνοψίζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των εγγυήσεων με τη βοήθεια της ταξινόμησης των Sandoval & Millwood (2007). Συνολικά 20 από τις 31 ομάδες συμπεριέλαβαν επιχειρήματα με εγγυήσεις σε τουλάχιστον ένα από τα τέσσερα ερωτήματα. Σε καμία ερώτηση δε χρησιμοποιούνται αυθεντίες από τους μαθητές ως εγγυήσεις στους ισχυρισμούς τους.

Από την ανάλυση των εγγυήσεων των μαθητών φαίνεται ότι αρκετοί μαθητές (αθροιστικά 19 ομάδες και στις 4 ερωτήσεις) εξηγούν τους συλλογισμούς τους χρησιμοποιώντας αποτελέσματα από πειραματικές δοκιμές των υλικών (τήξη, καύση, ελαστικότητα, παραμόρφωση, κ.α.), δηλαδή αντιληπτά με τις



αισθήσεις τους εμπειρικά δεδομένα. Στο ίδιο διάγραμμα 2 φαίνεται ότι αθροιστικά περίπου ίσος αριθμός ομάδων (18 ομάδες και στις 4 ερωτήσεις) συμπεριέλαβαν θεωρητικές έννοιες, όπως τη χημική δομή και τον χημικό δεσμό, δηλαδή επιστημονικό περιεχόμενο στις αιτιολογήσεις τους. Η κατανομή των προτιμώμενων τύπων εγγυήσεων φαίνεται να διαφοροποιείται ανάλογα με το ερώτημα, και το βήμα της διερεύνησης/εφαρμογής.

4. Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι σχεδόν όλες οι ομάδες μαθητών που απαντούν στις ερωτήσεις μέσα στις δραστηριότητες διερεύνησης της ενότητας καταφέρνουν να κατασκευάσουν επιχειρήματα, στα οποία εκτός από τον ισχυρισμό τους καταγράφουν και δεδομένα. Σε αρκετές περιπτώσεις μάλιστα οι μαθητές προχωρούν πέρα από τη σύνθεση ενός απλού επιχειρήματος, το οποίο αποτελείται από έναν ισχυρισμό και ένα δεδομένο, στην τεκμηρίωση του ισχυρισμού τους με εγγυήσεις. Ωστόσο, όπως καταγράφηκε και στην έρευνα των Bell και Linn, (2000), οι μαθητές σε ελάχιστες περιπτώσεις προχωρούν στην προσθήκη περισσότερων στοιχείων από εκείνα του πυρήνα (ισχυρισμός, δεδομένο και εγγύηση) στη δομή των επιχειρημάτων τους.

Άλλο εύρημα είναι ότι οι ομάδες που κατέγραψαν επιχειρήματα με εγγυήσεις, έδειξαν μοιρασμένες προτιμήσεις ανάμεσα στις αιτιώδεις εγγυήσεις, οι οποίες βασίζονται στο επιστημονικό περιεχόμενο της ενότητας (π.χ. χημική δομή και φύση των χημικών δεσμών στα υλικά) και στις εμπειρικού τύπου εγγυήσεις (π.χ. μακροσκοπικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες των υλικών) για να εξηγήσουν πως τα δεδομένα που συνέλλεξαν στην ενότητα τους οδήγησαν στους ισχυρισμούς τους. Σε αντίστοιχη έρευνα των Sandoval και Millwood (2007), η πλειονότητα των μαθητών προτίμησαν στους ισχυρισμούς τους εμπειρικά δεδομένα, ως εγγυήσεις.

Συμπερασματικά, η ενασχόληση των μαθητών με επιστημονικές πρακτικές μέσα σε διερευνητικό περιβάλλον μάθησης, προκειμένου να απαντήσουν κοινωνικό-επιστημονικά ερωτήματα, όπως αυτά περί της ανακύκλωσης των υλικών, φαίνεται ότι οδηγεί αρκετούς μαθητές στη συγγραφή γραπτών επιχειρημάτων με μία στοιχειώδη ποιότητα.

Ο βαθμός κατανόησης αφηρημένων και μη αντιληπτών με τις αισθήσεις επιστημονικών εννοιών, το επίπεδο εμπειρίας των μαθητών στην κατασκευή επιστημονικών επιχειρημάτων και η έμφαση που δίνεται στην επιστημονική επιχειρηματολογία κατά τη διδασκαλία, αποτελούν παραμέτρους οι οποίες θα πρέπει να εξεταστούν περαιτέρω, καθώς φαίνεται να επιδρούν στη δομή και στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών λυκείου.

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια Μεταδιδακτορικής Έρευνας (Δικαιούχος: Λεμονιά Αντώνογλου) που υλοποιείται με υποτροφία του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ), η οποία χρηματοδοτείται από την Πράξη «Ενίσχυση μεταδιδακτορικών ερευνητών/ερευνητριών» από τους πόρους του Ε.Π. «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» με άξονες προτεραιότητας 6, 8, 9 και συγχρηματοδότηση από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ και το ελληνικό δημόσιο

5. Βιβλιογραφία

Bell, P., and Linn, M.C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817.



- Berland, L. K. and McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765–793.
- Cavagnetto, A. R. and Kurtz, K. J. (2016). Promoting Students' Attention to Argumentative Reasoning Patterns. *Science Education*, 100(4), 625–644.
- Duschl, R. A., and Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39–72.
- Erduran, S., S. Simon, and J. Osborne. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–33
- Evagorou, M., and Avraamidou, L. (2008). Technology in support of argument construction in school science. *Educational Media International*, 45(1), 33–45.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moon, A., Stanford, C., Cole, R. and Towns, M. (2016). The nature of students' chemical reasoning employed in scientific argumentation in physical chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 353-364
- Osborne, J., Erduran, S., and Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994– 1020.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., and Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82 (301), 63–70.
- Osborne, J. and Patterson, A. (2011) Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? *Science Education*, 95(4), 627 – 638
- Sandoval, W. A., and Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23–55.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. (2003 edition). Cambridge: Cambridge University Press.
- Simon, S. (2008) Using Toulmin's Argument Pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research and Method in Education*, 31(3), 277-289.



Έλεγχος της συνεκτικότητας των νοητικών μοντέλων μαθητών Δημοτικού για τη δύναμη

Γιούλη Βαϊοπούλου, Γεώργιος Παπαγεωργίου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Στην έρευνα για τη φύση της γνώσης των μαθητών πριν την κατάκτηση της επιστημονικής άποψης έχουν κυριαρχήσει δύο ανταγωνιστικές θεωρητικές προσεγγίσεις: η πρώτη αντιλαμβάνεται την προϋπάρχουσα γνώση ως μία ενιαία θεωρία πλαισίου με επεξηγηματική ισχύ, ενώ η δεύτερη ως ένα σύνολο ημι-ανεξάρτητων τμημάτων γνώσης. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της δομής της γνώσης των παιδιών. Με τη μέθοδο της Ανάλυσης Λανθανουσών Τάξεων (LCA) και χορηγώντας σε 742 μαθητές το εργαλείο κλειστού τύπου Force-RQ, αναζητήθηκαν συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα που έχουν καταγραφεί βιβλιογραφικά για την έννοια της δύναμης. Από τις σχετικές αναλύσεις δεν εντοπίστηκαν ενδείξεις ύπαρξης συνεκτικών νοητικών μοντέλων πέραν του επιστημονικού.

Λέξεις-κλειδιά: συνέπεια απαντήσεων, Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων, LCA, επιβεβαιωτική μεθοδολογία, κλειστό ερωτηματολόγιο.

Examining the consistency of Primary student's mental models of Force

Julie Vaiopoulou, George Papageorgiou

Department of Primary Education, Democritus University of Thrace

Abstract

In research concerning the nature of students' knowledge prior to the acquisition of the scientific view, two competing theoretical approaches have dominated. The one perceives pre-existing knowledge as a framework theory, while the other as a set of quasi-independent elements. The purpose of this study was to investigate the nature of children's knowledge. The sample consisted of 742 children who responded to the forced-choice inventory Force-RQ. LCA was applied in order to identify the mental models of Force that have been proposed in the relevant bibliography. In all analyses carried out, no coherent mental model was identified except the scientific one.

Keywords: consistency of responses, Latent Class Analysis, LCA, confirmatory procedure, forced-choice inventory.



1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, στην έρευνα αναφορικά με την κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από μαθητές που δεν έχουν ακόμη παρακολουθήσει την τυπική διδασκαλία, έχουν διατυπωθεί δύο κυρίαρχες θεωρητικές προοπτικές. Η πρώτη αντιμετωπίζει την προϋπάρχουσα γνώση ως ενιαία *θεωρία πλαισίου* με επεξηγηματική ισχύ (Vosniadou, 1994), ενώ η δεύτερη ως ένα σύνολο ημι-ανεξάρτητων τμημάτων γνώσης (diSessa, 1993). Οι προσεγγίσεις αυτές υποστηρίζονται εξίσου από εμπειρικά ευρήματα και ο διάλογος μεταξύ τους έχει σοβαρές προεκτάσεις τόσο θεωρητικές όσο και διδακτικές, καθιστώντας επιτακτική την ανάληψη ερευνητικών πρωτοβουλιών για την αποσαφήνιση του ζητήματος.

Η έννοια της δύναμης αποτελεί πολύ σημαντικό τμήμα της γνώσης για τη Φυσική και, ως εκ τούτου, η εννοιολογική κατανόησή της είναι ένα διαχρονικό πεδίο έρευνας (π.χ. Demirci, 2005; Sadanand & Kess, 1990; Savinainen & Scott, 2002; Trumper, 1999; Watts & Zylbersztajn, 1981). Σε μία προσπάθεια κατανόησης των παρανοήσεων στον τομέα της Μηχανικής, οι Ioannides και Vosniadou (2002) διεξήγαγαν έρευνα σε 105 μαθητές νηπιαγωγείου, Δημοτικού και Γυμνασίου, με τη μέθοδο της ημιδομημένης συνέντευξης. Θεωρητικά αναμενόταν ότι θα αναδειχθούν τέσσερα βασικά νοητικά μοντέλα (core interpretations of force, κατά την ορολογία των diSessa et al., 2004, p. 861): α. εσωτερική δύναμη, β. αποκτημένη δύναμη, γ. δύναμη έλξης-απώθησης, δ. βαρυτική δύναμη. Τα τρία πρώτα μοντέλα πράγματι εντοπίστηκαν. Ωστόσο παρουσιάστηκαν και τρία ακόμη, συνθετικά: i. εσωτερική δύναμη που επηρεάζεται από την κίνηση, ii. εσωτερική και αποκτημένη δύναμη και iii. αποκτημένη δύναμη και δύναμη έλξης-απώθησης, ενώ, αντί ενός πλήρους επιστημονικού μοντέλου, αναδείχθηκε το μοντέλο βαρυτική και άλλες δυνάμεις. Στην ανά χειράς εργασία παρουσιάζεται η προσπάθεια αναζήτησης των βασικών νοητικών μοντέλων για τη δύναμη σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της φύσης της γνώσης των παιδιών, και το βασικό ερώτημα είναι το κατά πόσο η γνώση, πριν την κατάκτηση της επιστημονικής άποψης είναι συνεκτική ή κατακερματισμένη. Για να εξεταστεί αυτό, ελέγχεται με επιβεβαιωτικό τρόπο η ύπαρξη συγκεκριμένων νοητικών μοντέλων για τη δύναμη που έχουν εντοπιστεί σε παιδιά από προηγούμενες έρευνες (Clark, D'Angelo, & Schleigh, 2011; diSessa et al., 2004; Ioannides & Vosniadou, 2002; Özdemir & Clark, 2009), και επιχειρείται η ανίχνευση ορισμένων συνεπών μοτίβων απαντήσεων, τα οποία, σύμφωνα με την υπόθεση της συνεκτικής γνώσης, υπαγορεύονται από κάποια υποθετικά νοητικά μοντέλα. Η διαδικασία αυτή εξαρτάται άμεσα από τη μέθοδο κατηγοριοποίησης των εμπειρικών δεικτών, και, δεδομένων των γνωστών αδυναμιών της Rule Assessment Methodology (βλ. Jansen & van der Maas, 1997, 2002; Straatemeier et al., 2008), που αξιοποιείται παραδοσιακά στο πεδίο (π.χ. Samarapungavan et al., 1996; Vosniadou & Brewer, 1992, 1994; Vosniadou et al., 2004), ως καταλληλότερη μέθοδος για την κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων προκρίθηκε η Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων (LCA), η οποία είχε ήδη εφαρμοστεί στην έρευνα των νοητικών μοντέλων με ενδιαφέροντα αποτελέσματα (Schneider & Hardy, 2013; Stamovlasis, Papageorgiou, & Tsitsipis, 2013; Straatemeier et al., 2008; Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Ως προς τον μαθηματικό της φορμαλισμό, η H_0 της LCA ορίζει ότι οι συμμετέχοντες δεν μπορούν να ταξινομηθούν, βάσει των απαντήσεων που δίνουν σε μια σειρά εμπειρικών δεικτών, σε ομάδες διακριτές σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο, ενώ η H_1 γίνεται αποδεκτή όταν εντοπίζονται διακριτές ομάδες.



Ειδικότερα, στον έλεγχο της υπόθεσης της κατακερματισμένης γνώσης, για την αποδοχή της H_1 θα πρέπει να εντοπιστεί τουλάχιστον μία ομάδα ατόμων που δίνουν απαντήσεις με τρόπο συνεπή ως προς ένα νοητικό μοντέλο διαφορετικό του επιστημονικού, εφόσον ασφαλώς κάποιο ποσοστό συμμετεχόντων απαντά σύμφωνα με αυτό. Επειδή το επιστημονικό μοντέλο είναι εξ ορισμού συνεκτικό, καθώς τεκμαίρεται από τη σχετική θεωρία, η ανάδειξη μόνο μίας ομάδας συμμετεχόντων, με απαντήσεις συνεπείς ως προς την επιστημονική άποψη, αποτελεί μία συνεκδοχή της H_0 για την παρούσα έρευνα, η απόρριψη της οποίας στηρίζει την υπόθεση της συνεκτικής γνώσης μόνο όταν εντοπίζεται τουλάχιστον μία από τις υπόλοιπες ομάδες, πλην του επιστημονικού μοντέλου. Ο βαθμός συνέπειας των απαντήσεων ως προς κάποιο συγκεκριμένο νοητικό μοντέλο απεικονίζεται σε ραβδόγραμμα αθροιστικών δεσμευμένων πιθανοτήτων. Σε αυτό, εφόσον τα άτομα που συναποτελούν την εκάστοτε ομάδα απαντούν σύμφωνα με ένα μόνο μοντέλο, η δεσμευμένη πιθανότητα αναμένεται να τείνει στη μονάδα για όλες τις ερωτήσεις. Ως προς τις ατομικές διαφορές, μετά από μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, αναμένεται ότι τα μεγαλύτερα παιδιά και τα αγόρια θα είναι πιθανότερο να καταταχθούν στο επιστημονικό cluster (Straatemeier et al., 2008).

Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων αξιοποιήθηκε το Force-RQ (Force Representations Questionnaire), που σχεδιάστηκε ειδικά για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Πρόκειται για ένα ερωτηματολόγιο 10 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Οι ερωτήσεις αυτές επιλέχθηκαν από προηγούμενη δημοσίευση (diSessa et al., 2004) και οι πιθανές απαντήσεις διατυπώθηκαν σύμφωνα με τα υποδείγματα των απαντήσεων που δόθηκαν από τους συμμετέχοντες στην έρευνα των Ioannides και Vosniadou (2002) και αντιστοιχούν στα τέσσερα βασικά νοητικά μοντέλα για τη δύναμη: Εσωτερική δύναμη, αποκτημένη δύναμη, δύναμη έλξης-απώθησης, βαρυτική δύναμη. Οι καταστάσεις, στις οποίες αναφέρονται είναι οι εξής: ακίνητα σώματα, σώματα που τα σπρώχνει κάποιος άνθρωπος, σώματα σε ισορροπία, σώματα σε ελεύθερη πτώση, σώματα που τα πετάει κάποιος άνθρωπος. Η θεωρητική παραδοχή για την κατασκευή του είναι ότι, εφόσον υπάρχει κάποιο συνεκτικό νοητικό μοντέλο (λανθάνουσα μεταβλητή), το οποίο βάσει της υπόθεσης νοητικών μοντέλων έχει επεξηγηματική ισχύ, θα καθοδηγεί τις απαντήσεις των παιδιών και θα επιβάλει συνεπείς απαντήσεις. Η παραδοχή αυτή είναι σύμφωνη και με τις σύγχρονες τάσεις της ψυχομετρικής θεωρίας (Markus & Borsboom, 2013), που υποστηρίζουν ότι η λανθάνουσα μεταβλητή έχει αιτιακή σχέση (common cause) με τις παρατηρούμενες μεταβλητές, με αποτέλεσμα οι απαντήσεις των παιδιών να είναι συνεπείς εξ αιτίας αυτής. Η επιλογή δόκιμων εμπειρικών δεικτών από τη βιβλιογραφία παρέχει *εγκυρότητα περιεχομένου* στο εργαλείο, ενώ αυτό που διακυβεύεται είναι η *αξιοπιστία*, καθώς βασικό ερώτημα της έρευνας αποτελεί ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές απαντούν με συνέπεια σε μια σειρά ερωτημάτων, δηλαδή η εσωτερική συνέπεια.

3. Αποτελέσματα

Η υπόθεση της συνεκτικής γνώσης υποστηρίζει ότι περίπου το 90% των παιδιών μπορεί να καταχωρηθεί σε κάποιο από τα υποθετικά νοητικά μοντέλα για τη δύναμη (Ioannides & Vosniadou, 2002). Για να διαπιστωθεί, ωστόσο, η ευαισθησία της LCA να ανιχνεύσει έστω και μικρές ομάδες συμμετεχόντων με συνεπείς απαντήσεις στο Force-RQ, πραγματοποιήθηκαν διαδοχικές αναλύσεις για τον εντοπισμό τεχνητής ομάδας γνωστού μεγέθους (120, 80, 60, 40, 20 ατόμων), που εισήχθη στα δεδομένα εκ των υστέρων. Η ομάδα αυτή απαντούσε σε όλες τις ερωτήσεις σύμφωνα με την αποκτημένη δύναμη, εκτός από την Ε6. Σε αυτή οι μισές περιπτώσεις κάθε φορά έδιναν απαντήσεις αντίστοιχες με την εσωτερική δύναμη και οι υπόλοιπες απαντούσαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο. Από το σύνολο των δεσμευμένων πιθανοτήτων, στις οποίες κατέληξε η LCA κάθε φορά, διαπιστώθηκε ότι το ελάχιστο όριο ανιχνευσιμότητας με το συγκεκριμένο εργαλείο είναι περίπου 5%. Αυτό σημαίνει ότι, ακόμη κι αν υπάρχει μία μικρή ομάδα παιδιών, που απαντούν με συνέπεια ως προς κάποιο νοητικό μοντέλο, αυτή θα



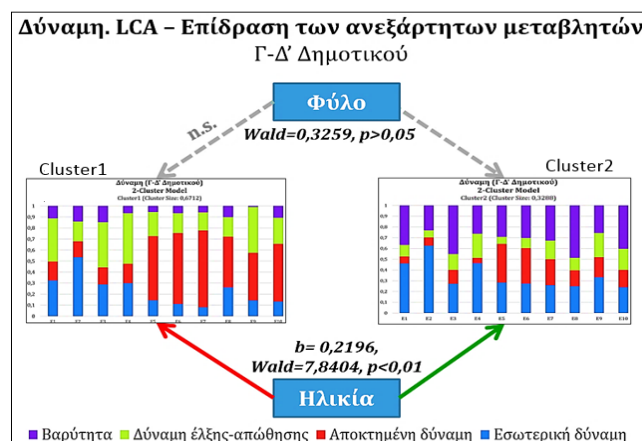
εντοπιστεί από την LCA. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την έρευνα.

Αρχικά, εξετάστηκαν οι μαθητές της Γ' και Δ' Δημοτικού ($n=343$, 49,8% κορίτσια). Από τον έλεγχο των στατιστικών δεικτών (BIC, Npar, p-value, Classification Error) προέκυψε ότι το μοντέλο που ταιριάζει στα δεδομένα είναι εκείνο των δύο ομάδων (βλ. Πίνακα 1).

Πίνακας 1. Clusters συμμετεχόντων (Γ-Δ' Δημοτικού)									
		LL	BIC (LL)	Npar	L ²	df	p-value	Class. Err.	Entropy R ²
Model1	1-Cluster	8319,719	30	4460,263	292	0.00	0	0	-4073,24
Model2	2-Cluster	8222,849	61	4184,381	261	0.17	0,0809	0.69	-3935,3
Model3	3-Cluster	8234,262	92	4016,784	230	0.04	0,0962	0.75	-3851,5
Model4	4-Cluster	8276,458	123	3879,969	199	0.06	0,0892	0.81	-3783,09
Model5	5-Cluster	8361,613	154	3786,112	168	0.01	0,1018	0.83	-3736,17
Model6	6-Cluster	8451,623	185	3697,112	137	0.00	0,0857	0.86	-3691,67
Model7	7-Cluster	8575,733	216	3642,21	106	0.00	0,0914	0.86	-3664,22
Model8	8-Cluster	8679,843	247	3567,309	75	0.00	0,0712	0.89	-3626,76

Το Cluster1 (67,1% των παιδιών), παρουσιάζεται πλήρως ασυνεπές, καθώς η δεσμευμένη πιθανότητα εμφανίζει διακυμάνσεις σε κάθε ερώτημα. Αυτό σημαίνει ότι τα μέλη αυτής της ομάδας δεν απαντούν με συνέπεια σύμφωνα με κάποιο από τα υποθετικά μοντέλα. Το Cluster2 (32,9% των συμμετεχόντων), παρουσιάζει αυξημένη πιθανότητα να απάντησης σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο, ωστόσο η πιθανότητα αυτή δεν τείνει προς τη μονάδα, καθιστώντας και αυτό κατακερματισμένο. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το φύλο ($Wald=0,3259$, $p>0,05$), ενώ η ηλικία φαίνεται να επιδρά θετικά ($b=0,2196$, $Wald=7,8404$, $p<0,01$) στην πιθανότητα κάποιο άτομο να κατατάσσεται στο Cluster2, όπου η πιθανότητα να δοθούν επιστημονικές απαντήσεις είναι αυξημένη (βλ. Διάγραμμα 1). Από τα παραπάνω ευρήματα, δεν προκύπτουν ενδείξεις ύπαρξης συνεκτικών νοητικών μοντέλων στους μαθητές Γ' και Δ' Δημοτικού.

Διάγραμμα 3: Clusters συμμετεχόντων και Επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών (Γ-Δ' Δημοτικού)

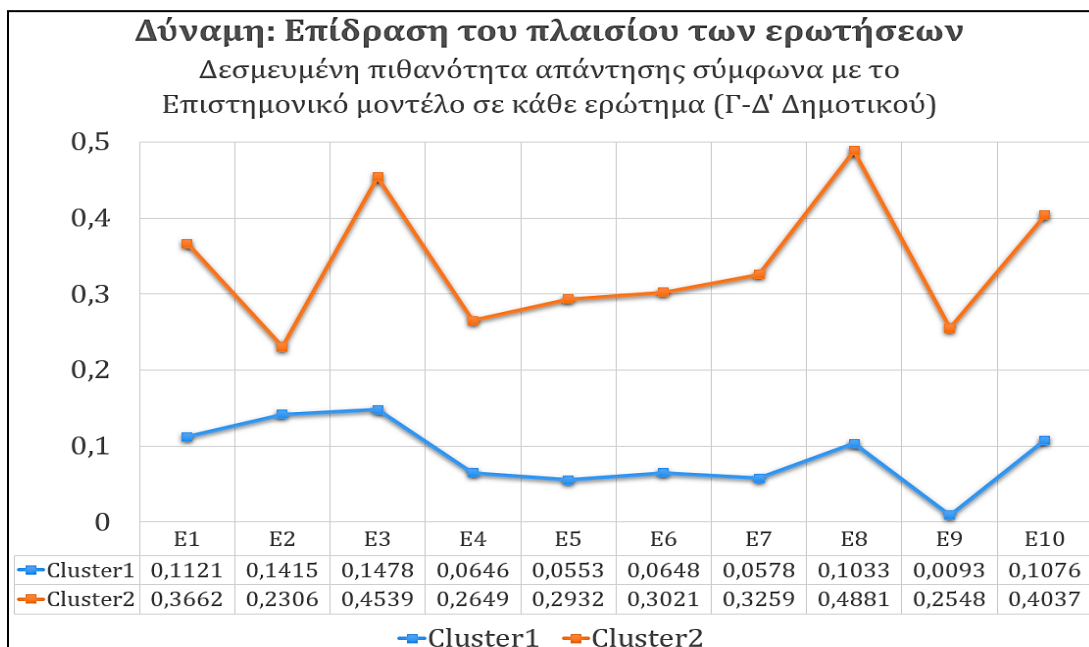




Για να διαπιστωθεί εάν κάποιες ερωτήσεις δυσκόλευσαν ιδιαίτερα τους συμμετέχοντες, κατασκευάστηκε διάγραμμα, όπου παρουσιάζεται ανά Cluster η δεσμευμένη πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο σε κάθε ερώτημα. Από αυτό είναι εμφανές η πιθανότητα να δοθεί η επιστημονική απάντηση στο Cluster2 είναι μειωμένη στην Ε2, όπου συγκρίνονται μία πέτρα και ένα μπαλόνι, στην Ε4, όπου ένας άνδρας και ένα παιδί σπρώχνουν δύο ίδιες πέτρες, και στην Ε9, όπου ένας άνθρωπος πετάει μία πέτρα, υποδηλώνοντας ότι οι ερωτήσεις αυτές εγείρουν μεγαλύτερες δυσκολίες ενδεχομένως λόγω του ειδικότερου πλαισίου τους (βλ. Διάγραμμα 2).

Διάγραμμα 2: Επίδραση του πλαισίου των ερωτήσεων.

Δεσμευμένη πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με το Επιστημονικό μοντέλο σε κάθε ερώτημα
(Γ-Δ' Δημοτικού)



Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις στους μαθητές Ε' και Στ' Δημοτικού ($n=399$, 54,2% κορίτσια). Από την εξέταση των στατιστικών δεικτών (BIC, Npar, p-value, Classification Error) προέκυψε ότι το μοντέλο που ανταποκρίνεται καλύτερα στα συγκεκριμένα δεδομένα είναι εκείνο των τριών clusters (βλ. Πίνακα 2).

Από τα σχετικά διαγράμματα αθροιστικής δεσμευμένης πιθανότητας, διαπιστώνεται ότι στα Cluster1 και Cluster2 (42,1% και 41,6% του δείγματος αντίστοιχα), η πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με κάποιο από τα υποθετικά νοητικά μοντέλα παρουσιάζει σημαντική διακύμανση στα διάφορα ερωτήματα, εύρημα που υποδεικνύει ότι σε αυτά κατατάχθηκαν παιδιά με ασυνεπείς απαντήσεις. Το Cluster3 (16,3% των υποκειμένων) φαίνεται ότι αντιστοιχεί στο επιστημονικό μοντέλο, μολονότι υπάρχουν ορισμένες αποκλίσεις. Σχετικά με την επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το φύλο των συμμετεχόντων ($Wald=3,5031$, $p>0,05$). Ως προς την ηλικία, οι μαθητές της Ε' Δημοτικού ήταν πιο πιθανό να καταταχθούν στο κατακερματισμένο Cluster2 ($b=0,2557$, $Wald=8,645$, $p<0,05$), ενώ της Στ' τάξης ήταν πιθανότερο να ομαδοποιηθούν στο επιστημονικό Cluster3 ($b=0,1937$, $Wald=8,645$, $p<0,01$) (βλ. Διάγραμμα 3). Συνεπώς, δεδομένου ότι εντοπίστηκε μόνο το εξ



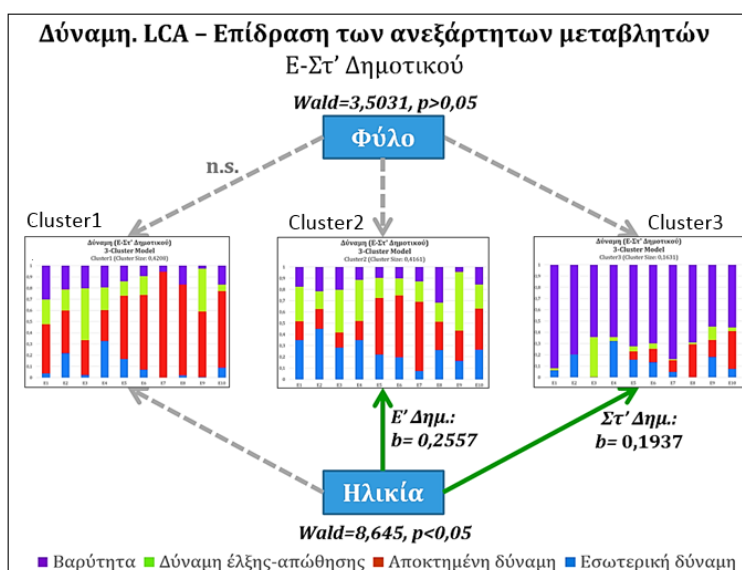
ορισμού συνεκτικό επιστημονικό μοντέλο, τα ευρήματα δεν υποστηρίζουν την ύπαρξη συνεκτικών νοητικών μοντέλων.

Πίνακας 2. Clusters συμμετεχόντων (Ε-Στ' Δημοτικού)

		LL	BIC (LL)	Npar	L ²	df	p-value	Class. Err.	Entropy R ²
Model1	1-Cluster	-4756,99	9692,578	30	5048,35	355	0	0	
Model2	2-Cluster	-4434,34	9231,828	61	4403,051	324	0.06	0,019	0.89
Model3	3-Cluster	-4337,19	9222,076	92	4208,748	293	0.044	0,0922	0.77
Model4	4-Cluster	-4249,9	9232,057	123	4034,178	262	0.36	0,0952	0.81
Model5	5-Cluster	-4200,57	9317,946	154	3935,517	231	0.32	0,1112	0.80
Model6	6-Cluster	-4160,39	9422,126	185	3855,146	200	0.32	0,108	0.83
Model7	7-Cluster	-4125,72	9537,336	216	3785,806	169	0.01	0,1159	0.83
Model8	8-Cluster	-4088,78	9648,002	247	3711,921	138	0.01	0,0995	0.86

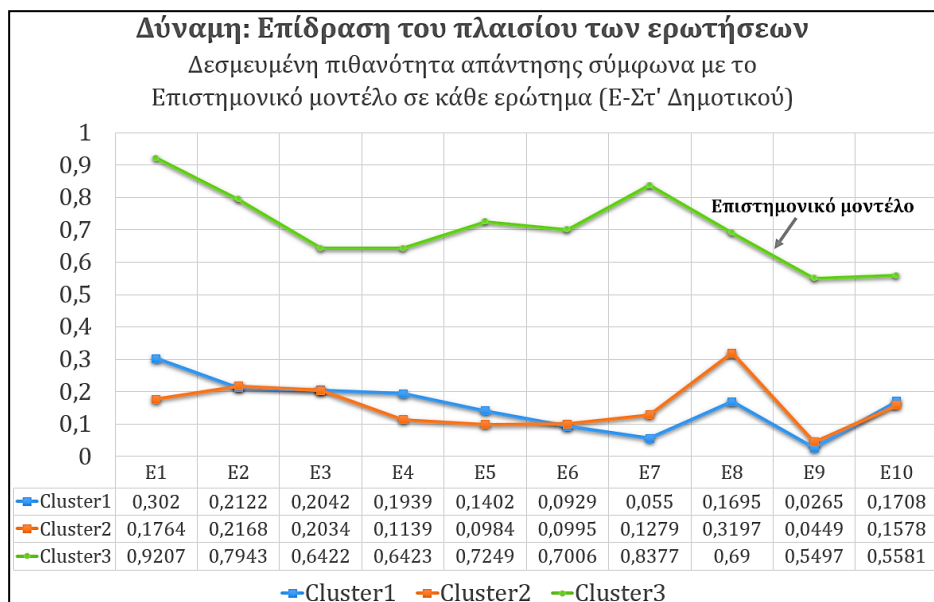
Για να διαπιστωθεί εάν το πλαίσιο της ερώτησης επιδρά στις απαντήσεις των συμμετεχόντων, κατασκευάστηκε διάγραμμα των δεσμευμένων πιθανοτήτων να δοθεί επιστημονική απάντηση σε κάθε ερώτημα. Από αυτό φάνηκε ότι η πιθανότητα να δοθεί επιστημονική απάντηση από τα μέλη του Cluster3 είναι μειωμένη για τις Ε3 και Ε4 (σώματα στα οποία ασκείται δύναμη από κάποιον άνθρωπο), καθώς και τις Ε9 και Ε10 (σώματα που πετάει κάποιος άνθρωπος), παρέχοντας ενδείξεις για επίδραση του πλαισίου των ερωτήσεων στις απαντήσεις των παιδιών (βλ. Διάγραμμα 4).

Διάγραμμα 3: Clusters συμμετεχόντων και Επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών.
 (Ε-Στ' Δημοτικού)





Διάγραμμα 4: Επίδραση του πλαισίου των ερωτήσεων.
Δεσμευμένη πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με το Επιστημονικό μοντέλο σε κάθε ερώτημα
(Ε-Στ' Δημοτικού)



4. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η κατανόηση της φύσης της γνώσης των μαθητών, ενώ το βασικό ερώτημα ήταν το εάν η γνώση, πριν την κατάκτηση της επιστημονικής προοπτικής, είναι συνεκτική ή κατακερματισμένη. Για την επίτευξη αυτού, αναζητήθηκαν με επιβεβαιωτική προσέγγιση τα νοητικά μοντέλα που έχουν εντοπιστεί εμπειρικά σε παλιότερες έρευνες αναφορικά με την έννοια της δύναμης. Από τις σχετικές αναλύσεις δεν ανιχνεύθηκε κανένα συνεκτικό νοητικό μοντέλο πέραν του επιστημονικού. Πιο συγκεκριμένα, είναι ενδιαφέρον ότι στα παιδιά Γ'-Δ' Δημοτικού δεν αναδείχθηκε ένα συνεκτικό επιστημονικό μοντέλο, αλλά, αντιθέτως, τα παιδιά κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο κατακερματισμένα clusters, εύρημα που υποδεικνύει ότι σε αυτή την ηλικία δεν έχει ακόμη συστηματοποιηθεί η επιστημονική τους γνώση για τη δύναμη, χωρίς να εντοπίζεται κάποιο νοητικό μοντέλο μεταξύ των εξεταζόμενων. Αντιθέτως, στους μαθητές Ε-Στ' Δημοτικού, παρά τις αποκλίσεις, ανιχνεύεται το επιστημονικό μοντέλο. Σε καμία ηλικιακή ομάδα, δεν διαπιστώθηκαν διαφορές φύλου, αλλά και στις δύο εντοπίστηκαν ενδείξεις ευαισθησίας των απαντήσεων ορισμένων ερωτήσεων από το πλαίσιο, ένα από τα βασικά στοιχεία που υποστηρίζει ο κατακερματισμός (π.χ. diSessa, 1993).

Τα ευρήματα αυτά δεν επιτρέπουν την απόρριψη της H_0 , δηλαδή ότι οι συμμετέχοντες δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε ομάδες που έχουν συνεπές μοτίβο απαντήσεων, διότι η γνώση τους για τη δύναμη πράγματι εμφανίζεται κατακερματισμένη. Είναι σημαντικό, ωστόσο, να διευκρινιστεί ότι η παρούσα έρευνα, μολονότι δεν υποστηρίζει την προσέγγιση των νοητικών μοντέλων, δεν αποτελεί άμεσο τεκμήριο υπέρ της κατακερματισμένης γνώσης, καθώς δεν ελέγχθηκαν θετικές υποθέσεις για τον κατακερματισμό. Τα αποτελέσματά της συνεισφέρουν στον συνεχιζόμενο διάλογο μέσω της μετατόπισης από την παραδοσιακή μεθοδολογική προσέγγιση στο πεδίο και έχουν σημαντικές προεκτάσεις για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αφού η εμπειρική υποστήριξη της προοπτικής της κατακερματισμένης γνώσης συνεπάγεται ότι θα πρέπει να αποδίδεται έμφαση όχι στην προσπάθεια εννοιολογικής αλλαγής, αλλά



στην ενίσχυση της οργάνωσης των επιμέρους τμημάτων γνώσης, εισάγοντας τις προϋποθέσεις για την αναθεώρηση των Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών.

Βιβλιογραφία

- Clark, D. B., D'Angelo, C. M., & Schleigh, S. P. (2011). Comparison of Students' Knowledge Structure Coherence and Understanding of Force in the Philippines, Turkey, China, Mexico, and the United States. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 207–261. <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.508028>
- Demirci, N. (2005). A Study About Students' Misconceptions in Force and Motion Concepts By Incorporating a Web-Assisted Physics Program. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 4(3), 40–48.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2–3), 105–225. <https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>
- diSessa, A. A., Gillespie, N. M., & Esterly, J. B. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28(6), 843–900. <https://doi.org/10.1016/j.cogsci.2004.05.003>
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 5–61.
- Jansen, B. R. J., & van der Maas, H. L. J. (1997). Statistical Test of the Rule Assessment Methodology by Latent Class Analysis. *Developmental Review*, 17(3), 321–357. <https://doi.org/10.1006/drev.1997.0437>
- Jansen, B. R. J., & van der Maas, H. L. J. (2002). The development of children's rule use on the balance scale task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(4), 383–416. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2664>
- Markus, K. A., & Borsboom, D. (2013). *Frontiers of test validity theory: Measurement, causation and meaning*. New York, NY: Routledge.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2009). Knowledge structure coherence in Turkish students' understanding of force. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(5), 570–596. <https://doi.org/10.1002/tea.20290>
- Sadanand, N., & Kess, J. (1990). Concepts in force and motion. *The Physics Teacher*, 28(8), 530–533. <https://doi.org/10.1119/1.2343138>
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11(4), 491–521. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(96\)90015-5](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(96)90015-5)
- Savinainen, A., & Scott, P. (2002). Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching. *Physics Education*, 37(1), 53–58. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/37/1/307>
- Schneider, M., & Hardy, I. (2013). Profiles of inconsistent knowledge in children's pathways of conceptual change. *Developmental Psychology*, 49(9), 1639–1649. <https://doi.org/10.1037/a0030976>
- Stamovlasis, D., Papageorgiou, G., & Tsitsipis, G. (2013). The coherent versus fragmented knowledge hypotheses for the structure of matter: an investigation with a robust statistical methodology. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 485–495. <https://doi.org/10.1039/C3RP00042G>
- Straatemeier, M., van der Maas, H. L. J., & Jansen, B. R. J. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 100(4), 276–296. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.03.004>
- Trumper, R. (1999). A Longitudinal Study of Physics Students' Conceptions of Force in Pre-service Training for High School Teachers. *European Journal of Teacher Education*, 22(2–3), 247–258. <https://doi.org/10.1080/02619768990202047>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)



Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day / Night Cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183. <https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801>

Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, 19(2), 203–222. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2003.12.002>

Watts, D. M., & Zylbersztajn, A. (1981). A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, 16(6), 313. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/16/6/313>

Zarkadis, N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2017). Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 893–902. <https://doi.org/10.1039/c7rp00135e>



Διερευνώντας την αποτελεσματικότητα των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ) ως διδακτικού πλαισίου στην ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας απουσία ανάλογου γνωστικού υποβάθρου

Μάρθα Γεωργίου¹, Ευαγγελία Μαυρικάκη², Κωνσταντίνος Κωνσταντίνου³

¹Ε.Δι.Π Τμήματος Βιολογίας, ΕΚΠΑ, ²Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ ³Καθηγητής ΕΠΑ,
³Πανεπιστήμιο Κύπρου

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα μελετήσαμε κατά πόσο οι μαθητές Λυκείου μπορούν να επιχειρηματολογήσουν αποτελεσματικά σε σχέση με ΚΕΖ Βιοτεχνολογίας, όταν τους λείπουν οι αντίστοιχες γνώσεις, αλλά έχουν διδαχθεί Βιολογία επί μακρόν σε ένα πλαίσιο που θεωρείται ότι ενισχύει τις ικανότητες επιχειρηματολογίας. Στη μελέτη συμμετείχαν 20 Κύπριοι μαθητές, οι οποίοι απάντησαν γραπτά σε ανοικτού τύπου ερωτήσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το επίπεδο επιχειρημάτων είναι μεν χαμηλό αλλά υπάρχουν έντονα ποιοτικά στοιχεία που μαρτυρούν πως έχει αναπτυχθεί αντίληψη του ενδεδειγμένου τρόπου εργασίας και των στοιχείων που συνθέτουν ένα θεμελιωμένο επιχειρήμα παρόλη την απουσία σχετικής γνώσης.

Λέξεις-κλειδιά επιχειρηματολογία, κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα

Investigating the efficacy of socioscientific issues (SSIs) as a teaching framework for developing argumentation skills in the absence of relevant prior knowledge

Martha Georgiou, Evangelia Mavrikaki, Constantinos Constantinou

¹Laboratory teaching staff, Faculty of Biology, NKUA, ²Associate Professor, Department of Primary Education, NKUA, ³Professor, Department of Education, University of Cyprus

Abstract

In this study we investigated whether high school students can effectively argue on SSIs of Biotechnology when they lack the relevant knowledge but they have been taught Biology over at least two years in a context that is considered to enhance argumentation skills. Twenty Cypriot students participated in this study. They responded to open-ended questions in writing. The results show that arguments tended to be perfunctory but students were aware of the process of developing an argument and its fundamental elements, despite the absence of relevant prior knowledge.

Keywords: argumentation; socioscientific issues



1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια στην Κύπρο τα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας έχουν αντικατασταθεί από νέα που προσεγγίζουν τις βιολογικές έννοιες μέσω διερεύνησης κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ). Οι μαθητές διδάσκονται τις διαφορετικές ενότητες Βιολογίας μέσω μίας προσπάθειας επίλυσης ζητημάτων, που δεν έχουν μοναδικές λύσεις και που εγείρουν αντικρουόμενες απόψεις (Sadler 2004), όπως π.χ. η εξωσωματική γονιμοποίηση, ενώ τελικά καλούνται να διατυπώσουν τη γνώμη τους υποστηρίζοντάς την με επιχειρήματα.

Τα ΚΕΖ έχουν προταθεί ως κατάλληλα πλαίσια ανάπτυξης της ικανότητας των μαθητών να επιχειρηματολογούν (Zohar & Nemet 2002). Μάλιστα, θεωρείται πως η ικανότητα επιχειρηματολογίας είναι ένας δείκτης επιστημονικού εγγραμματισμού (Dawson & Venville 2009) και συνεπώς αποτελεί διεθνώς έναν από τους στόχους των αναλυτικών προγραμμάτων Φυσικών Επιστημών (Erduran & Jiménez-Aleixandre 2008). Ωστόσο, ακόμα διαφαίνονται οι δυσκολίες των μαθητών στη διατύπωση επιχειρημάτων και στην εξοικείωσή τους με τα βασικά δομικά στοιχεία ενός έγκυρου επιχειρήματος (Osborne et al., 2004). Για το λόγο αυτό έρευνες επικεντρώθηκαν στη μελέτη τρόπων ενίσχυσης αυτής της ικανότητας και κατέληξαν ότι οι μαθητές επιχειρηματολογούν αποτελεσματικότερα είτε όταν διδάσκονται δεξιότητες επιχειρηματολογίας ρητά (Zohar & Nemet 2002) είτε όταν βρεθούν σε κατάλληλα πλαίσια που τους επιτρέπουν να αναπτύξουν τη γνώμη τους τεκμηριώνοντάς την ανάλογα ώστε να καταλήξουν σε λήψη αποφάσεων (Duschl & Osborne 2002). Από την άλλη θεωρείται ότι η γνώση περιεχομένου είναι μία βασική συνιστώσα στην αποτελεσματική επιχειρηματολογία των μαθητών (von Aufschnaiter et al. 2008).

Η παρούσα έρευνα στόχο είχε τη μελέτη των ικανοτήτων επιχειρηματολογίας (γύρω από ζητήματα Βιοτεχνολογίας) Κυπρίων μαθητών που διδάχθηκαν Βιολογία για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσω ΚΕΖ αλλά ποτέ Βιοτεχνολογία. Με άλλα λόγια θελήσαμε να διερευνήσουμε αν:

μπορούν τα ΚΕΖ ως διδακτικό πλαίσιο για τη διδασκαλία της Βιολογίας να συμβάλουν στην ανάπτυξη επιχειρηματολογίας των μαθητών, ακόμη και όταν αυτοί/αυτές δε διαθέτουν το απαραίτητο γνωσιολογικό υπόβαθρο.

2. Μεθοδολογία

Δείγμα της έρευνας

Στην έρευνα συμμετείχαν 20 Κύπριοι μαθητές ηλικίας 15-16 ετών. Οι μαθητές ανήκαν σε οικογένειες μεσαίου κοινωνικοοικονομικού στρώματος και ο αριθμός κοριτσιών και αγοριών ήταν ίδιος. Όλοι/όλες φοιτούσαν σε σχολείο αστικού κέντρου (Λευκωσία) και σύμφωνα με τους καθηγητές τους ήταν μέτριοι/μέτριες σε σχολική επίδοση. Οι μαθητές/μαθήτριες διδάσκονταν επί δύο έτη Βιολογία μέσω ΚΕΖ, αλλά ποτέ δεν είχαν διδαχτεί Βιοτεχνολογία. Συγκεκριμένα η διδασκαλία τους πραγματοποιήθηκε μέσω των νέων σχολικών εγχειριδίων Βιολογίας, τα οποία όπως προαναφέρθηκε παρουσιάζουν τις διαφορετικές διδακτικές ενότητες μέσω ανάλογων ΚΕΖ.

Εργαλείο της έρευνας

Στο τέλος του σχολικού έτους οι μαθητές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο 8 ερωτήσεων ανοικτού τύπου σχετικά με κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα από το πεδίο της Βιοτεχνολογίας. Οι ερωτήσεις



δομήθηκαν σύμφωνα με τους άξονες του Ευρωβαρόμετρου για τη Βιοτεχνολογία και συγκεκριμένα περιλάμβανε ερωτήσεις σχετικά με τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και τα αντίστοιχα τρόφιμα, τη γονιδιακή θεραπεία, την κλωνοποίηση κλπ. Για παράδειγμα οι μαθητές ρωτήθηκαν «Στην περιοχή σας ο Δήμαρχος ενέκρινε τη λειτουργία ενός εργοστασίου που παράγει γενετικά τροποποιημένους μικροοργανισμούς που βοηθούν στον καθαρισμό πετρελαιοκηλίδων. Κάποιοι από τους κατοίκους έχουν ξεσηκωθεί ενάντια στη λειτουργία και άλλοι το υποστηρίζουν. Εσείς ποια θέση θα παίρνατε και γιατί;» ή

«Οι γονείς σας σάς αναθέτουν να αγοράσετε τα λαχανικά που είναι απαραίτητα για την οικογένειά σας για μία εβδομάδα. Χρειάζεστε πατάτες, τομάτες, μελιτζάνες και μαρούλια. Πηγαίνοντας στο μανάβικο βλέπετε ότι υπάρχουν πολλές επιλογές και για τα τέσσερα είδη. Συγκεκριμένα, για τις πατάτες υπάρχουν τρία διαφορετικά τελάρα: ένα με την επιγραφή «βιολογικές», ένα με την επιγραφή «γενετικά τροποποιημένες» και ένα με επιγραφή «συμβατική καλλιέργεια» (συμβατική καλλιέργεια = κλασικός τρόπος καλλιέργειας τα τελευταία χρόνια). Ποιες θα προτιμήσετε εάν όλες έχουν το ίδιο κόστος και για ποιο λόγο;»

Το εργαλείο δόθηκε για κρίση σε 3 βιολόγους, 2 καθηγητές Βιολογίας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και 2 ερευνητές της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών ώστε να εξασφαλιστεί η φαινομενική εγκυρότητα.

Συλλογή- Ανάλυση δεδομένων

Οι 160 απαντήσεις, που συλλέχθηκαν, αναλύθηκαν όλες ανεξάρτητα από δύο ερευνητές ώστε να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία (συμφωνία 97%). Η ανάλυση των δομικών στοιχείων των επιχειρημάτων έγινε με βάση το μοντέλο του Toulmin – TAP (Toulmin's Argumentation Pattern) (Erduran et al. 2004) συνδυαστικά με την κλίμακα Dawson & Venville (2009). Η επιλογή αυτού του μοντέλου ανάλυσης έγινε καθώς θελήσαμε να δώσουμε έμφαση στην αξιολόγηση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών.

Πίνακας 1: Επίπεδο επιχειρήματος με βάση τα δομικά συστατικά του (Dawson & Venville 2009)

Επίπεδο	Περιγραφή
1	Ισχυρισμός
2	Ισχυρισμός, δεδομένα ή/και εχέγγυα
3	Ισχυρισμός, δεδομένα, εχέγγυα, υποστηρίξεις ή πιστοποιήσεις
4	Ισχυρισμός, δεδομένα, εχέγγυα, υποστηρίξεις, πιστοποιήσεις

Έτσι, υψηλού επιπέδου επιχειρήματα θεωρήθηκαν εκείνα που ήταν περισσότερο πολύπλοκα στη δομή ή πιο συγκεκριμένα εκείνα που περιλάμβαναν περισσότερα δομικά στοιχεία. Για παράδειγμα στην παρακάτω απάντηση φαίνεται η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε : «Οι πετρελαιοκηλίδες είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για τη θαλάσσια ζωή (εχέγγυα) διότι πολλά είδη ψαριών σκοτώνονται ενώ κάποια από αυτά είναι είδη υπό εξαφάνιση (δεδομένα). Οι πετρελαιοκηλίδες πρέπει να αντιμετωπιστούν (υποστηρίξεις) και αυτοί οι μικροοργανισμοί είναι σίγουρα η λύση (πιστοποιήσεις). Συνεπώς, είμαι υπέρ της λειτουργίας του εργοστασίου (ισχυρισμός) αρκεί κι αυτό με τη σειρά του να μην επιβαρύνει το περιβάλλον (πιστοποιήσεις)». Συνεπώς το παραπάνω παράδειγμα θεωρήθηκε ότι ανήκει στο 4^ο επίπεδο εφόσον περιείχε ισχυρισμό, δεδομένα, εχέγγυα, υποστηρίξεις και πιστοποιήσεις. Με βάση το μοντέλο του



Toulmin ο ισχυρισμός αποτελεί την άποψη του ατόμου πάνω σε ένα ζήτημα και μπορεί αυτός να συνοδεύεται από δεδομένα. Η σύνδεση μεταξύ δεδομένων και ισχυρισμού αποτελεί τα εχέγγυα ενώ οι υποστηρίξεις ενισχύουν ακόμη περισσότερο τη σύνδεση αυτή. Οι πιστοποιήσεις από την άλλη δηλώνουν το βαθμό βεβαιότητας του ισχυρισμού ενώ τέλος οι αντικρούσεις δηλώνουν τις συνθήκες υπό τις οποίες ο ισχυρισμός δεν ισχύει (Toulmin 2003). Στον πίνακα 1 φαίνεται ακριβώς κάθε επίπεδο επιχειρήματος ανάλογα με τα δομικά του συστατικά σύμφωνα με την κλίμακα των Dawson και Venville (2009).

3. Αποτελέσματα

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων διαπιστώσαμε ότι οι περισσότεροι από τους μαθητές δεν έδωσαν ισχυρά – πειστικά επιχειρήματα. Συγκεκριμένα, σημειώσαμε ότι η πλειοψηφία των επιχειρημάτων περιλάμβανε μόνο έναν ισχυρισμό και λίγα δεδομένα ή με άλλα λόγια επιχειρήματα δευτέρου επιπέδου:

"Προτιμώ τις βιολογικές [ντομάτες]"

"Θα πρέπει να δοκιμάσει [γονιδιακή θεραπεία], οι επαναλαμβανόμενες μεταγγίσεις είναι εξαντλητικές."

Τέτοιας μορφής απαντήσεις έφτασαν το 70% ενώ ακόμη πιο φτωχές απαντήσεις, που περιλάμβαναν μόνο έναν ισχυρισμό ξεπέρασαν το 20%. Στο τρίτο επίπεδο, δηλαδή στα επιχειρήματα που περιείχαν ισχυρισμό συνοδευμένο με δεδομένα και συνδεδετικά στοιχεία αλλά και υποστηρικτικές προτάσεις, κατατάχθηκε μόλις το 7,5% ενώ ακόμη ισχυρότερα με πρόσθετες πιστοποιήσεις άρα 4^{ου} επιπέδου ήταν μόνο το 1,9%. Ουσιαστικά λοιπόν, οι 147 από τις 160 απαντήσεις κατατάχθηκαν στα δύο πρώτα επίπεδα αλλά έχοντας υπόψη ότι αυτά τα δύο επίπεδα περιλάμβαναν μόνο ισχυρισμό ή/και λίγα δεδομένα ως δομικά συστατικά είναι προφανές ότι ταυτόχρονα και το περιεχόμενό τους συνολικά ήταν φτωχό.

Ωστόσο, εξετάζοντας τα επιχειρήματά δεν εντοπίσαμε ανακρίβειες ή επιστημονικά λάθη αλλά βρήκαμε διάφορες απαντήσεις της μορφής:

"Δεν είμαι σίγουρος. Νομίζω ότι χρειάζομαι τη γνώμη ειδικού για να αποφασίσω."

"Οι βιολογικές [ντομάτες] μάλλον, αλλά προτιμώ να πάρω πρώτα κάποιες πληροφορίες."

Οι απαντήσεις αυτού του είδους, ακόμη και αν είχαν μεγάλο ενδιαφέρον, δεν μπορούσαν να θεωρηθούν ως ισχυρά επιχειρήματα και να ενταχθούν στα υψηλά επίπεδα της χρησιμοποιούμενης κλίμακας παρόλο που έδειχναν πως οι μαθητές είχαν συναίσθηση του τρόπου, με τον οποίο θα έπρεπε να λειτουργήσουν ώστε να μπορέσουν να καταλήξουν στη διατύπωση άποψης ή/και τη λήψη απόφασης. Για το λόγο αυτό το σύνολο των απαντήσεων των μαθητών/μαθητριών περιορίστηκε στο 2^ο επίπεδο κατά πλειοψηφία αν και εντοπίσαμε και απαντήσεις με επιχειρήματα 3^{ου} και 4^{ου} επιπέδου. Είναι σημαντικό ωστόσο να σημειωθεί πως δεν ανιχνεύσαμε καθόλου επιχειρήματα με εμπειροχόμενες αντικρούσεις. Εάν αυτό συνέβαινε θα είχαμε καταγράψει και 5^{ου} επιπέδου επιχειρήματα αλλά γενικά θεωρείται πως ο γραπτός λόγος κάποιες φορές περιορίζει την επιχειρηματολογία, ενώ ο προφορικός αφήνει το περιθώριο διατύπωσης και αντικρούσεων (Dawson & Venville 2010).

4. Συμπεράσματα

Η γνώση περιεχομένου αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο στη διατύπωση επιχειρημάτων (von Aufschnaiter et al. 2008). Το γεγονός πως στην παρούσα έρευνα οι μαθητές δεν κατάφεραν να διατυπώσουν υψηλού επιπέδου επιχειρήματα ερμηνεύεται κατά πάσα πιθανότητα από το γεγονός πως δεν είχαν ποτέ διδαχθεί



Βιοτεχνολογία, επομένως δεν είχαν θεωρητικές γνώσεις ώστε να έχουν την αυτοπεποίθηση και να είναι σε θέση να δομήσουν τα επιχειρήματά τους. Με άλλα λόγια η επί διετίας διδασκαλία της Βιολογίας μόνο μέσω ΚΕΖ δεν ήταν αρκετή ώστε να βοηθήσει τους μαθητές να εκφράσουν άρτια επιχειρήματα. Παρόλα αυτά, οι απαντήσεις που πήραμε και μέσω των οποίων πολλοί μαθητές υποστήριζαν πως δε γνώριζαν το θέμα και πως θα επιθυμούσαν είτε να το μελετήσουν περισσότερο είτε να πάρουν τη γνώμη κάποιου ειδικού, είναι εξαιρετικά ενθαρρυντικές. Παρόμοια έρευνα σε μαθητές που είχαν διδαχθεί Βιολογία για ίδιο χρονικό διάστημα με συμβατική διδασκαλία και όχι μέσω ΚΕΖ, αλλά ποτέ Βιοτεχνολογία, έδειξε πως ούτε αυτοί ανέπτυξαν ισχυρή επιχειρηματολογία χωρίς όμως να διατυπώσουν την ανάγκη τους για επιπλέον πληροφόρηση ή τη βοήθεια κάποιου ειδικού (Γεωργίου & Μαυρικάκη 2017). Θα λέγαμε λοιπόν, πως ίσως οι μαθητές της παρούσας έρευνας διδασκόμενοι μέσω ΚΕΖ, έμαθαν πώς πρέπει να λειτουργούν όταν τους λείπουν ουσιαστικές γνώσεις γύρω από ζητήματα που πρέπει να σχηματίσουν άποψη ή/και να πάρουν αποφάσεις. Συνεπώς η επιχειρηματολογία τους μπορεί να μην έφτασε στο επιθυμητό επίπεδο αλλά τα ποιοτικά στοιχεία των απαντήσεών τους δείχνουν πως είναι ενδεχομένως ένα βήμα πιο κοντά στον επιστημονικό εγγραμματισμό αναγνωρίζοντας τη σημασία της επιχειρηματολογίας (Dawson & Venville 2009). Φυσικά ένας συνδυασμός γνώσης περιεχομένου και κατάλληλου πλαισίου θα ήταν ακόμη πιο αποτελεσματικός στην ενίσχυση της επιχειρηματολογίας των μαθητών. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα έχει προταθεί ως τέτοιος συνδυασμός το αντικείμενο της Ερευνητικής Εργασίας (Γεωργίου & Μαυρικάκη 2013, 2017). Αυτές οι έρευνες έδειξαν ότι οι μαθητές που συμμετείχαν σε Ερευνητική Εργασία, η οποία ήταν κατάλληλη για την ανάπτυξη ανάλογου πλαισίου ΚΕΖ σχετικά με τη Βιοτεχνολογία, κατάφεραν στο τέλος της σχολικής χρονιάς να αναπτύξουν πιο ολοκληρωμένα επιχειρήματα συγκριτικά με μαθητές που είχαν διδαχθεί Βιοτεχνολογία συμβατικά. Σε κάθε περίπτωση, απαιτείται περισσότερη έρευνα προτού η εκπαίδευση θα είναι σε θέση να συμβάλει καθολικά στη δημιουργία μελλοντικών ενεργών πολιτών με ικανότητες επιχειρηματολογίας.

5. Βιβλιογραφία

Γεωργίου, Μ., & Μαυρικάκη, Ε. (2017). Επιχειρηματολογούν οι Έλληνες έφηβοι μαθητές; Η περίπτωση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων Βιοτεχνολογίας. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 9(3), 137-149.

Dawson, V., & Venville, G. J. (2009). High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421-1445.

Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.

Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer.

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933

Georgiou, M., & Mavrikaki, E. (2013). Greek students' ability in argumentation and informal reasoning about socioscientific issues related to biotechnology. In C.P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (ed.),



Proceedings of the 10th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA) (pp. 1158-1166). Nicosia, Cyprus.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press.

Von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.



Διερεύνηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές Λυκείου με έννοιες της χημικής κινητικής

Θεόδωρος Γκέγκιος¹, Κατερίνα Σάλτα¹, Σπύρος Κοΐνης¹

¹Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα διερευνήθηκαν οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές Λυκείου με έννοιες της χημικής κινητικής. Σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ερωτήσεις σύντομης απάντησης αντικειμενικού τύπου, το οποίο αφού αξιολογήθηκε, χορηγήθηκε σε 619 μαθητές, 27 Γενικών Λυκείων της χώρας. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι αρκετοί μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες με την αναγνώριση συμβάσεων των συμβολικών αναπαραστάσεων, με την εκτέλεση μαθηματικών πράξεων, με τη διάκριση των κινητικών από τις θερμοδυναμικές έννοιες και με την αναγνώριση ή/και κατανόηση του πλήθους των πληροφοριών που περιέχονται στα διαγράμματα και των αφαιρέσεων τους που υπονοούνται.

Λέξεις-κλειδιά: χημική κινητική, δυσκολίες μαθητών, χημικές αναπαραστάσεις.

Investigating high-school students' difficulties regarding concepts of Chemical Kinetics

Theodoros Gegios¹, Katerina Salta¹, Spyros Koinis¹

¹Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

In this study we investigated the learning difficulties that high school students encounter with chemical kinetics. A questionnaire consisting of multiple choice questions and short answer objective type questions was developed, following its evaluation, it was administered to 619 students, in 27 General high schools across the country. Research results show that students face difficulties in recognizing the conventions of symbolic representations, performing the mathematical operations required, distinguishing between kinetic and thermodynamic concepts and recognizing and/or understanding the plethora of information conveyed in diagrams as well as their abstractions.

Keywords: chemical kinetics, students' difficulties, chemical representations.



1. Εισαγωγή

Η έρευνα στη Διδακτική της Χημείας έχει δείξει ότι, οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών και συχνά εκφράζουν διαφορετικές ιδέες από εκείνες που αναμένεται να μάθουν, οι οποίες ονομάζονται εναλλακτικές ιδέες (Garnett et al 1995). Καθώς πολλές έννοιες της χημείας αφορούν τον μικρόκοσμο, για τον οποίο οι μαθητές δεν έχουν εμπειρίες πριν από την ένταξη τους στο σχολικό περιβάλλον, οι περισσότερες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στη Χημεία προκύπτουν από τα προγράμματα σπουδών, διάφορες παιδαγωγικές πρακτικές, την ανακριβή και ασαφή χρήση της γλώσσας και την αφηρημένη και συμβολική φύση του περιεχομένου του μαθήματος (Taber 2001).

Η χημική κινητική ως γνωστό αντικείμενο περιλαμβάνεται στα προγράμματα σπουδών Χημείας τόσο στη Δευτεροβάθμια όσο και στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η μελέτη της χημικής κινητικής περιλαμβάνει πολλές αφηρημένες και περίπλοκες έννοιες, οι οποίες απαιτούν κατανόηση δυσνόητων θεμελιωδών ιδεών σχετικά με τη σωματιδιακή φύση της ύλης, την κινητική θεωρία των αερίων, στατιστικών εννοιών που αφορούν την κατανομή ταχυτήτων και ενεργειών των μορίων ενός αερίου, καθώς επίσης και του ρόλου της ενέργειας στις χημικές αντιδράσεις (Justi 2002).

Οι δυσκολίες μαθητών, φοιτητών, αλλά και μελλοντικών εκπαιδευτικών στη χημική κινητική αποτέλεσαν αντικείμενο πολλών μελετών (Bain & Towns 2016). Στην Ελλάδα έχει πραγματοποιηθεί έρευνα για τον τρόπο παρουσίασης της χημικής κινητικής στα σχολικά εγχειρίδια και πώς αυτός σχετίζεται με δυσκολίες κατανόησης των μαθητών (Gegios et al. 2017). Σήμερα, από το πρόγραμμα σπουδών της Χημείας έχουν αφαιρεθεί ορισμένες από τις έννοιες που περιλαμβάνονται στην έρευνα αυτή. Με την παρούσα εργασία παρουσιάζεται έρευνα που σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε για να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα: *Ποιες δυσκολίες αντιμετωπίζουν οι μαθητές Λυκείου με τις έννοιες της Χημικής Κινητικής;*

2. Μεθοδολογία

Το περιεχόμενο του κεφαλαίου της Χημικής Κινητικής του σχολικού βιβλίου που εξετάζεται στις πανελλαδικές εξετάσεις ταξινομήθηκε στις εξής τέσσερις θεματικές ενότητες:

- «Ταχύτητα αντίδρασης»
- Επίδραση θερμοκρασίας στην ταχύτητα αντίδρασης
- Ενεργειακό διάγραμμα αντίδρασης
- Κατάλυση

Χρησιμοποιήθηκε ποσοτική μεθοδολογία με εργαλείο ένα ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ερωτήσεις σύντομης απάντησης αντικειμενικού τύπου. Δύο ομάδες κριτών επικύρωσαν την εγκυρότητα περιεχομένου και βαθμολόγησης του ερωτηματολογίου, την συμβατότητά του με το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου Χημείας, καθώς και την απουσία κατασκευαστικών λαθών (ασυνέπειες ή αδικαιολόγητες παραλείψεις) στις ερωτήσεις του.

Ακολούθησε χορήγηση του ερωτηματολογίου σε 619 μαθητές, 27 Γενικών Λυκείων της χώρας και στη συνέχεια ανάλυση ερωτήσεων που προτείνεται από την βιβλιογραφία σύμφωνα με την κλασική θεωρία (Tuckman & Harper 2012). Συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν:

- ο δείκτης Cronbach α που μετρά την αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας του ερωτηματολογίου ο οποίος υπολογίστηκε ίσος με 0,77.
- οι δείκτες δυσκολίας των ερωτήσεων οι οποίοι κυμαίνονται από 0,43 έως 0,76.



- οι δείκτες διαφοροποίησης των ερωτήσεων οι οποίοι κυμαίνονται από 0,22 έως 0,54.

3. Αποτελέσματα

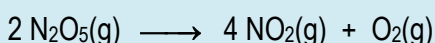
Ακολουθεί περιγραφή, ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων για τις ερωτήσεις κάθε μιας θεματικής ενότητας.

Θεματική ενότητα «Έννοια ταχύτητα αντίδρασης»

Στην ερώτηση 5 (Εικόνα 1) το 61,9% του δείγματος επιλέγει τη σωστή απάντηση (γ) με βάση την αναλογία των συντελεστών των αντίστοιχων σωμάτων. Το 21,2% του δείγματος φαίνεται να γνωρίζει ότι οι συντελεστές των O_2 και N_2O_5 καθορίζουν την αναλογία των δύο ταχυτήτων αλλά επιλέγει την λανθασμένη απάντηση (α) χρησιμοποιώντας αντίστροφα τον λόγο των συντελεστών. Το 12% του δείγματος επιλέγει την απάντηση (β) σύμφωνα με την οποία η ταχύτητα σχηματισμού του O_2 είναι ίση με την ταχύτητα κατανάλωσης του N_2O_5 , πιθανόν θεωρώντας, ότι η σχέση των μεγεθών αυτών δεν εξαρτάται από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές των δύο σωμάτων στην χημική εξίσωση, θεωρώντας δηλαδή ότι σε μια αντίδραση όλα τα αντιδρώντα και προϊόντα καταναλώνονται και σχηματίζονται αντίστοιχα με την ίδια ταχύτητα. Η αδυναμία αρκετών μαθητών να συσχετίσουν ορθά τις ταχύτητες των O_2 και N_2O_5 με τους στοιχειομετρικούς συντελεστές τους μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη κατανόησης, είτε του τι συμβολίζουν οι στοιχειομετρικοί συντελεστές μιας χημικής εξίσωσης είτε της σχέσης που αυτοί έχουν με τις ταχύτητες των σωμάτων.

Εικόνα 1: Ερώτηση 5 που εξετάζει τη σχέση της στιγμιαίας ταχύτητας σχηματισμού ενός προϊόντος και της αντίστοιχης στιγμιαίας ταχύτητας κατανάλωσης ενός αντιδρώντος μιας αντίδρασης

5. Κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης της αντίδρασης



μετρήθηκε ότι η ταχύτητα σχηματισμού του O_2 κάποια χρονική στιγμή είναι ίση με $3 M \cdot \text{min}^{-1}$.

Ποια είναι η ταχύτητα διάσπασης του N_2O_5 την ίδια χρονική στιγμή;

α. $1,5 M \cdot \text{min}^{-1}$

β. $3 M \cdot \text{min}^{-1}$

γ. **$6 M \cdot \text{min}^{-1}$**

δ. $9 M \cdot \text{min}^{-1}$

Τις ερωτήσεις 6 και 7 (Εικόνα 2) απάντησαν σωστά το 38,0% και το 55,7% των μαθητών αντίστοιχα. Οι λανθασμένες απαντήσεις πολλών μαθητών οφείλονται στην αδυναμία διάκρισης της μαθηματικής εξίσωσης που ορίζει την «ταχύτητα αντίδρασης» από αυτήν που ορίζει την «ταχύτητα κατανάλωσης αντιδρώντος». Από τους μαθητές που έγραψαν σωστά τις εξισώσεις αυτές, αρκετοί μαθητές έδωσαν λανθασμένη απάντηση διότι είτε άντλησαν λανθασμένα στοιχεία από τον πίνακα πειραματικών δεδομένων (3,1% και 4,5% των μαθητών αντίστοιχα), γεγονός που φανερώνει ελλιπή εννοιολογική κατανόηση, είτε άντλησαν τα σωστά στοιχεία, αλλά δεν εκτέλεσαν ή εκτέλεσαν λανθασμένα τις αριθμητικές πράξεις (10,5% και 9% των μαθητών αντίστοιχα), που φανερώνει έλλειψη μαθηματικών δεξιοτήτων ή αδυναμία μεταφοράς των μαθηματικών δεξιοτήτων στο πλαίσιο της χημικής κινητικής.



Εικόνα 2: Ερωτήσεις 6 και 7 για τον υπολογισμό (α) της ταχύτητας κατανάλωσης ενός αντιδρώντος και (β) της ταχύτητας αντίδρασης, από στοιχεία κινητικής μελέτης μιας αντίδρασης σε μορφή πίνακα

Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης $2 A(g) \longrightarrow B(g) + \Gamma(g)$, ελήφθησαν τα ακόλουθα στοιχεία

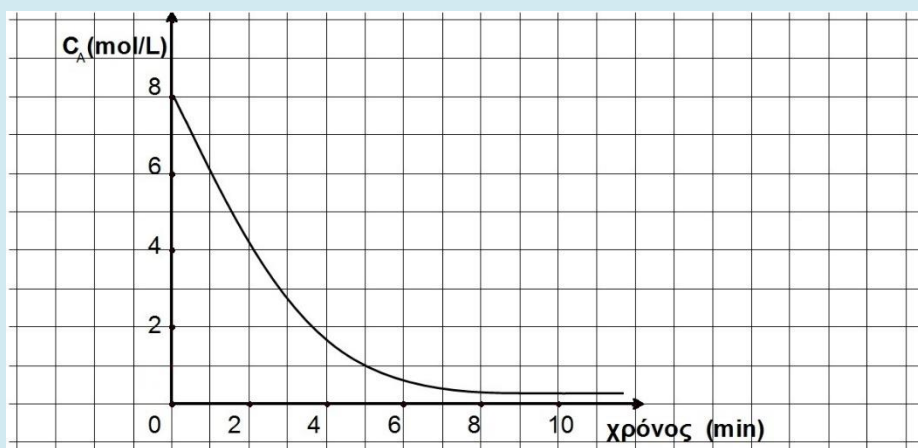
χρόνος (s)	0	20	40	60	80	100
συγκέντρωση του A (M)	5,6	4,6	3,7	3,0	2,4	2,0

6. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα κατανάλωσης του A για το χρονικό διάστημα μεταξύ του 20ου και του 60ου δευτερολέπτου (s) της αντίδρασης.
7. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα μεταξύ του 20ου και του 60ου δευτερολέπτου (s) της αντίδρασης.

Εικόνα 3: Ερώτηση 8 για τον υπολογισμό της ταχύτητας αντίδρασης από στοιχεία κινητικής μελέτης μιας αντίδρασης σε διάγραμμα

8. Σε κατάλληλες συνθήκες, το αέριο A μετατρέπεται σε αέριο B σύμφωνα με την αντίδραση
 $2 A(g) \longrightarrow B(g)$

Το διάγραμμα που ακολουθεί δείχνει τη μεταβολή της συγκέντρωσης του A κατά τη διάρκεια της αντίδρασης



Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης κατά την διάρκεια των πρώτων 5 λεπτών (min)



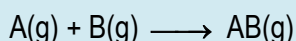
Στην ερώτηση 8 (Εικόνα 3) το 48,6 των μαθητών έδωσε λανθασμένη απάντηση. Κάποιοι από αυτούς γιατί συγχέουν την έννοια της ταχύτητας αντίδρασης με αυτή της ταχύτητας κατανάλωσης αντιδρώντος και χρησιμοποιούν λανθασμένη σχέση (15,2% των μαθητών), κάποιοι άλλοι γιατί αντλούν λανθασμένα στοιχεία από το διάγραμμα (13,1% των μαθητών) και ορισμένοι διότι δεν εκτελούν ή εκτελούν λανθασμένα τις αριθμητικές πράξεις (4,7% των μαθητών).

Θεματική ενότητα «Επίδραση θερμοκρασίας στην ταχύτητα αντίδρασης»

Στην ερώτηση 1 (Εικόνα 4) το 69,1% των μαθητών επέλεξε τη σωστή απάντηση (γ). Η πλειονότητα των μαθητών που δεν επιλέγει την ορθή απάντηση (το 19,1% του δείγματος), επιλέγει την απάντηση (β) δηλαδή θεωρεί ότι η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση *μόνο* του ρυθμού αποτελεσματικών συγκρούσεων μεταξύ των αντιδρώντων και *όχι* του ρυθμού των συνολικών συγκρούσεων, ιδέα η οποία μπορεί να προκύψει από την ταυτόχρονη έλλειψη από τους μαθητές προαπαιτούμενης γνώσης (κινητικής θεωρίας των αερίων) και την απουσία αναλυτικής περιγραφής του φαινομένου από το σχολικό βιβλίο. Επιπλέον, στην ιδέα αυτή πιθανόν συμβάλλει και μία ερώτηση πολλαπλής επιλογής στο τέλος του κεφαλαίου σύμφωνα με την οποία η πρόταση «*Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης επειδή η συχνότητα των συγκρούσεων των μορίων μεγαλώνει*» **δεν** είναι η ορθή επιλογή, με αποτέλεσμα ο μαθητής να μπορεί να οδηγηθεί στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της θερμοκρασίας *δεν* αυξάνει τη συχνότητα συγκρούσεων των αντιδρώντων μορίων.

Εικόνα 4: Ερώτηση 1 που εξετάζει την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας στο ρυθμό συγκρούσεων και στο ρυθμό αποτελεσματικών συγκρούσεων μεταξύ των αντιδρώντων σωματιδίων μιας στοιχειώδους αντίδρασης

1. Τα αέρια A και B αντιδρούν σύμφωνα με την απλή αντίδραση



Πώς επιδρά η αύξηση της θερμοκρασίας της αντίδρασης στα παρακάτω μεγέθη:

- i. ρυθμός συγκρούσεων μεταξύ των αντιδρώντων σωματιδίων
- ii. ρυθμός αποτελεσματικών συγκρούσεων μεταξύ των αντιδρώντων σωματιδίων

- α. αυξάνεται μόνο το μέγεθος i β. αυξάνεται μόνο το μέγεθος ii
γ. αυξάνονται και τα δύο μεγέθη δ. από τα δεδομένα στοιχεία δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

Στην ερώτηση 2 (Εικόνα 5) το 75,8% των μαθητών επέλεξε τη σωστή απάντηση (γ). Το 14,9% των μαθητών επέλεξε την απάντηση (α) ενώ το 6,3% των μαθητών επέλεξε την απάντηση (β). Συνολικά το 21,2% των μαθητών επιλέγει τις απαντήσεις (α) ή (β) οι οποίες συσχετίζουν την αύξηση της ταχύτητας μιας στοιχειώδους αντίδρασης με το πρόσημο της ενθαλπίας της αντίδρασης. Η συσχέτιση της μεταβολής της ταχύτητας μιας αντίδρασης με το πρόσημο της ενθαλπίας της αντίδρασης, αποτελεί μια καταγεγραμμένη στη βιβλιογραφία εναλλακτική ιδέα η οποία πιθανόν προέρχεται από αδυναμία διάκρισης των εννοιών «απόδοση αντίδρασης» και «ταχύτητα αντίδρασης» και συγκεκριμένα από την εφαρμογή της αρχής του Le Chatelier στην ταχύτητα αντίδρασης. Συγκεκριμένα η πρόταση που αναφέρεται στο σχολικό βιβλίο χημείας: «*η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τις ενδόθερμες*



αντιδράσεις» περιλαμβάνει τον όρο «ευνοεί» χωρίς άλλη διευκρίνιση, που πιθανόν ερμηνεύεται από τους μαθητές ότι «προκαλεί αύξηση της ταχύτητας» - αντί του ορθού ότι «προκαλεί αύξηση της απόδοσης». Μάλιστα η επιλογή της απάντησης (α) σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από την επιλογή της απάντησης (β) δικαιολογεί την παραπάνω ερμηνεία αφού η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την απόδοση των ενδόθερμων αντιδράσεων.

Εικόνα 5: Ερώτηση 2 που εξετάζει την σχέση της ταχύτητας στοιχειώδους αντίδρασης με τη θερμοκρασία.

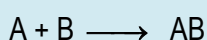
2. Οι ταχύτητες ποιων απλών αντιδράσεων αυξάνονται, όταν αυξηθεί η θερμοκρασία;
- α. των ενδόθερμων
β. των εξώθερμων
γ. και των ενδόθερμων και των εξώθερμων
δ. από τα δεδομένα στοιχεία δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

Θεματική ενότητα «Ενεργειακό διάγραμμα αντίδρασης»

Στην ερώτηση 9 (Εικόνα 6) το 35,1% των μαθητών απάντησε σωστά, δηλαδή σχεδίασε ενεργειακό διάγραμμα εξώθερμης αντίδρασης και ονόμασε σωστά τους δύο άξονες. Το 8,7% των μαθητών σχεδίασε διάγραμμα που αφορά ενδόθερμη αντίδραση ενώ το 13,1% των μαθητών σχεδίασε είτε καμπύλες χωρίς αρχική και τελική ενεργειακή στάθμη είτε τεθλασμένες γραμμές, δηλαδή διαγράμματα η μορφή των οποίων δεν αντιστοιχεί σε ενεργειακό διάγραμμα ενδόθερμης, εξώθερμης ή θερμοουδέτερης αντίδρασης.

Εικόνα 6: Ερωτήσεις 9, 10 και 11 που εξετάζουν την κατανόηση των εννοιών που αναφέρονται στο διάγραμμα δυναμικής ενέργειας μιας αντίδρασης και των πληροφοριών που αυτό μεταφέρει

Η απλή αντίδραση



έχει ενθαλπία αντίδρασης $\Delta H = -85 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ και ενέργεια ενεργοποίησης $E_a = 120 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

9. Να σχεδιάσετε το ενεργειακό διάγραμμα της παραπάνω αντίδρασης και να ονομάσετε τους άξονες.

10. Να αναγράψετε πάνω στο διάγραμμα την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης.

11. Να αναγράψετε πάνω στο διάγραμμα την ενθαλπία της αντίδρασης.

Στην ερώτηση 10 (Εικόνα 6) το 41,8% των μαθητών σημείωσε σωστά το μέγεθος ενέργεια ενεργοποίησης πάνω στο διάγραμμα εξώθερμης αντίδρασης, ενώ το 2,7% των μαθητών σημείωσε σωστά το μέγεθος ενέργεια ενεργοποίησης σε ενεργειακό διάγραμμα ενδόθερμης αντίδρασης που είχε σχεδιάσει ως απάντηση της ερώτησης 9. Στην ίδια ερώτηση το 7,6% των μαθητών σημείωσε στο ενεργειακό διάγραμμα αντί της ενέργειας ενεργοποίησης την ενέργεια του ενεργοποιημένου συμπλόκου, ενώ το



6,6% των μαθητών σημείωσε στο ενεργειακό διάγραμμα αντί της ενέργειας ενεργοποίησης της αντίδρασης, την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίθετης αντίδρασης.

Στην ερώτηση 11 (Εικόνα 6) το 43,3% των μαθητών σημείωσε σωστά το μέγεθος ενθαλπία αντίδρασης πάνω στο διάγραμμα εξώθερμης αντίδρασης. Επίσης το 4,2% των μαθητών σημείωσε σωστά το μέγεθος ενθαλπία αντίδρασης σε ενεργειακό διάγραμμα ενδόθερμης αντίδρασης που είχε σχεδιάσει ως απάντηση της ερώτησης 9.

Θεματική ενότητα «Κατάλυση»

Στην ερώτηση 3 (Εικόνα 7) το 59,5% των μαθητών επέλεξε τη σωστή απάντηση (β). Το 23,3% των μαθητών επιλέγει την απάντηση (γ), δηλαδή πιστεύει ότι ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης επειδή προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων σωματιδίων. Η εναλλακτική αυτή ιδέα για τον τρόπο λειτουργίας των καταλυτών πιθανόν προκύπτει από τον εξής αυθαίρετο συλλογισμό. Οι μαθητές γνωρίζουν ότι τόσο η αύξηση της θερμοκρασίας όσο και η παρουσία καταλύτη οδηγούν σε αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης, οπότε αυθαίρετα θεωρούν ότι η παρουσία καταλύτη -όπως και η αύξηση της θερμοκρασίας- προκαλεί αύξηση της ενέργειας του αντιδρώντος μίγματος, δηλαδή ότι ίδιο αποτέλεσμα (αύξηση ταχύτητας αντίδρασης) προκαλείται από την ίδια αιτία (αύξηση ενέργειας). Οι μαθητές αυτοί δηλαδή θεωρούν ότι «η ταχύτητα μιας αντίδρασης αυξάνεται αποκλειστικά όταν τα αντιδρώντα σωματίδια συγκρούονται διαθέτοντας περισσότερη ενέργεια» ιδέα διαισθητικά συμβατή με το, κυρίαρχο στο κεφάλαιο, μοντέλο συγκρούσεων. Το 14,5% των μαθητών επιλέγει την απάντηση (δ) που αναφέρει ότι ο καταλύτης λειτουργεί προκαλώντας αύξηση της ενέργειας ενεργοποίησης της αντίδρασης. Οι μαθητές αυτοί γνωρίζουν ότι ο καταλύτης σχετίζεται με την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης αλλά συσχετίζουν με λανθασμένο τρόπο τις έννοιες «καταλύτης» «ταχύτητα αντίδρασης» και «ενέργεια ενεργοποίησης» καθώς φαίνεται να μην έχουν κατανοήσει ότι η ενέργεια ενεργοποίησης αποτελεί ενεργειακό φράγμα για την αντίδραση, με αποτέλεσμα όσο πιο μεγάλη η τιμή της, τόσο πιο αργή είναι η αντίδραση.

Εικόνα 7: Ερώτηση 3 που εξετάζει τον τρόπο δράσης του καταλύτη

3. Ένας καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης προκαλώντας:

α. μείωση της ενθαλπίας της αντίδρασης

β. μεταβολή του μηχανισμού της αντίδρασης

γ. αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων σωματιδίων

δ. αύξηση της ενέργειας ενεργοποίησης της αντίδρασης

Στην ερώτηση 4 (Εικόνα 8) το 70,3% των μαθητών επέλεξε τη σωστή απάντηση (γ). Το 19,7% των μαθητών επέλεξε την απάντηση (β). Όπως αναφέρθηκε και στην ερώτηση 3 (Εικόνα 7) οι μαθητές αυτοί συσχετίζουν με λανθασμένο τρόπο τις έννοιες «καταλύτης» «ταχύτητα αντίδρασης» και «ενέργεια ενεργοποίησης» καθώς φαίνεται να μην έχουν κατανοήσει ότι η ενέργεια ενεργοποίησης αποτελεί ενεργειακό φράγμα για την αντίδραση, με αποτέλεσμα όσο πιο μεγάλη η τιμή της, τόσο πιο αργή είναι η αντίδραση.



Εικόνα 8: Ερώτηση 4 που συσχετίζει την ενέργεια ενεργοποίησης μιας αντίδρασης όταν πραγματοποιείται παρουσία και απουσία καταλύτη

4. Αν σε μια αντίδραση συμβολίσουμε:

E_a την ενέργεια ενεργοποίησης της όταν πραγματοποιείται απουσία καταλύτη και

$E_{a_{κατ}}$ την ενέργεια ενεργοποίησης της όταν πραγματοποιείται παρουσία καταλύτη,

για τις E_a και $E_{a_{κατ}}$ ισχύει:

α. $E_{a_{κατ}} = E_a$

β. $E_{a_{κατ}} > E_a$

γ. $E_{a_{κατ}} < E_a$

δ. ότι από τα δεδομένα στοιχεία δεν μπορούμε να γνωρίζουμε τη σχέση τους

4. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι αρκετοί μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες να:

- αναγνωρίσουν τις συμβάσεις των συμβολικών αναπαράστασεων, όπως για παράδειγμα το τι συμβολίζουν οι στοιχειομετρικοί συντελεστές
- αναγνωρίσουν ή/και να κατανοήσουν το πλήθος των πληροφοριών που μεταφέρουν τα διαγράμματα και τις αφαιρέσεις τους (χαρακτηριστικά που δεν αναδεικνύονται άμεσα από τα διαγράμματα). Για παράδειγμα στο ενεργειακό διάγραμμα του σχολικού βιβλίου παρουσία και απουσία καταλύτη αναδεικνύεται το χαρακτηριστικό ότι παρουσία καταλύτη η ενέργεια ενεργοποίησης είναι μικρότερη, ενώ αποσιωπούνται τα χαρακτηριστικά α. ότι ο μηχανισμός της αντίδρασης είναι διαφορετικός παρουσία και απουσία καταλύτη, β. ότι ο μηχανισμός παρουσία καταλύτη σίγουρα δεν είναι στοιχειώδης και γ. ότι καταλυόμενη και μη καταλυόμενη αντίδραση έχουν διαφορετικούς νόμους ταχύτητας
- διακρίνουν κινητικές και θερμοδυναμικές έννοιες, όπως για παράδειγμα «ταχύτητα» και «απόδοση» αντίδρασης
- εκτελέσουν τις μαθηματικές πράξεις που απαιτούνται

Οι συγκεκριμένες δυσκολίες μπορεί να σχετίζονται με προβλήματα παρουσίασης της χημικής κινητικής στα σχολικά εγχειρίδια (Gegios et al. 2017) αλλά και με τη διδακτική προσέγγιση που ακολουθούν οι εκπαιδευτικοί, τον τρόπο μελέτης των μαθητών, το κοινωνικό περιβάλλον κ.ά. Η χημική κινητική διδάσκεται στο μάθημα της Χημείας θετικού προσανατολισμού και οι μαθητές που παρακολουθούν το μάθημα είναι μεταξύ των «καλύτερων» στα σχολεία τους. Έχουν, συνεπώς, κίνητρα για να μάθουν Χημεία και να επιτύχουν υψηλές βαθμολογίες στις εισαγωγικές εξετάσεις για τα Πανεπιστήμια. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν ακόμη και αυτοί οι μαθητές στην κατανόηση βασικών εννοιών της χημικής κινητικής μπορούν να αποδοθούν εν μέρει στον αφηρημένο χαρακτήρα των εννοιών αυτών (π.χ. στατιστικές έννοιες που αφορούν την κατανομή ταχυτήτων και ενεργειών των μορίων ενός αερίου), αλλά και σε παράγοντες όπως ο τρόπος εισαγωγής των εννοιών, η έκταση και το βάθος της επεξεργασίας τους στην τάξη. Μια λεπτομερής μελέτη αυτών των παραγόντων με κατάλληλα σχεδιασμένες έρευνες και



μετέπειτα συζήτηση είναι απαραίτητη για να απαντηθεί το ερώτημα: Πρέπει το αναλυτικό πρόγραμμα Χημείας να περιλαμβάνει τόσο απαιτητικές πτυχές της χημικής κινητικής και αν ναι, σε ποιο βαθμό;

5. Βιβλιογραφία

Bain, K., & Towns, M. H. (2016). A review of research on the teaching and learning of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 246-262.

Garnett P. J., Garnett P. J. & Hackling M. W., (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69–95.

Gegios, T., Salta, K., & Koinis, S. (2017). Investigating high-school chemical kinetics: the Greek chemistry textbook and students' difficulties. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 151-168.

Justi R., (2002). Teaching and Learning Chemical Kinetics. In J. Gilbert, O. De Jong., R. Justi, D.F. Treagust & J. H. Van Driel (Eds.): *Chemical education: towards research-based practice* (pp. 293–315). Dordrecht: Kluwer.

Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(2), 123-158.

Tuckman, B. W., & Harper, B. E. (2012). *Conducting educational research*. Rowman & Littlefield Publishers.



Η επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση και ο επιστημονικός τρόπος σκέψης – Μια έρευνα

Ουρανία Γκικοπούλου
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Με ερευνητικό ερώτημα αν η επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση αναπτύσσει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης διενεργήθηκε έρευνα σε 5.654 φοιτητές (έτη 1998-2016) στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Οι 3.417 από αυτούς ασκήθηκαν σε εργαστηριακά πειράματα φυσικών μη ενταγμένα σε κάποια διδακτική μέθοδο, ενώ οι 2.237 ασκήθηκαν στα ίδια πειράματα ενταγμένα στα βήματα της μεθόδου. Η σύγκριση των καταγεγραμμένων απαντήσεων των δύο ομάδων φοιτητών στα φύλλα εργασίας τους έδειξε υπεροχή των φοιτητών της δεύτερης ομάδας όσον αφορά στην ακρίβεια και πληρότητα των συμπερασμάτων τους, στη διασύνδεση των συμπερασμάτων τους με τη θεωρία της θεματικής του κάθε πειράματος αλλά και στις εφαρμογές.

Λέξεις κλειδιά: επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση, εργαστήριο ΦΕ, επιστημονικός τρόπος σκέψης

The scientific / educational method with inquiry and the scientific way of thinking – An investigation

Ourania Gikopoulou
National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

In order to investigate whether the scientific/educational method by inquiry develops the scientific way of thinking a research was conducted on 5.654 students (years 1998-2016) at the University of Athens. 3.417 of these were exercised in laboratory experiments not incorporated into a teaching method, while 2.237 performed the same experiments incorporated into the steps of the method. The comparison of the recorded answers of the two groups showed the superiority of the students of the second group in terms of accuracy and completeness of their conclusions, interconnection of their conclusions with the theory and their applications.

Keywords: scientific/educational method by inquiry, science laboratory, scientific way of thinking



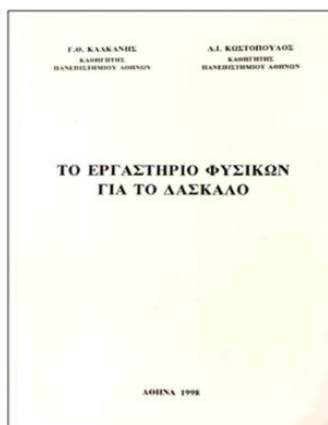
1. Εισαγωγή

Η «επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση» (Καλκάνης, 2007) είναι η γενικότερη εκδοχή του «ερευνητικά εξελισσόμενου εκπαιδευτικού προτύπου» που προτάθηκε και εφαρμόστηκε από τη συγγραφική ομάδα των εγχειριδίων της σειράς «Φυσικά–Ερευνώ κι Ανακαλύπτω» της Ε΄ και Στ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου (Αποστολάκης κά, 2001, 2006). Οι μέθοδοι με διερεύνηση που υιοθετούν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης ως εκπαιδευτική μέθοδο αναγνωρίζονται από τις αρχές του 2000 ως κυρίαρχες (Καριώτογλου, 2011) προτείνεται δε η εφαρμογή τους στα Προγράμματα Σπουδών και από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Science Education Now, 2007) όπου υποστηρίζεται ότι η εκπαίδευση στη φυσική –και γενικότερα στις φυσικές επιστήμες– βασισμένη στη διερεύνηση (Inquiry-based science education) έχει αποδείξει την αποτελεσματικότητά της τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όσον αφορά στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και τη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει τα κίνητρα των εκπαιδευτικών.

Στη χώρα μας η επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση, εκτός από την ύστερη πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Ε΄ και Στ΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου στο μάθημα των Φυσικών), εφαρμόστηκε επίσης στο εγχειρίδιο «Η Φυσική με Πειράματα» της Α΄ Γυμνασίου (Καλκάνης κά., 2013) και στον Εργαστηριακό Οδηγό του εγχειριδίου «Η Φυσική» (Αντωνίου κά., 2014) της Α΄ και Β΄ τάξης του Γυμνασίου, έχει δε προταθεί για όλες τις τάξεις του Λυκείου στο νέο Πρόγραμμα Σπουδών της Φυσικής του 2014 (ΦΕΚ 184/23-01-2015).

Η μέθοδος αυτή προτάθηκε αρχικά στα βιβλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Αθηνών (Καλκάνης, 2005, 2007) και εφαρμόστηκε επιτυχώς στην τρίτοβάθμια εκπαίδευση από το 2001 έως και το 2016. Τα υποχρεωτικά αυτά μαθήματα των Φυσικών Επιστημών σε δυο εξάμηνα (3^ο-4^ο) για τους φοιτητές του Τμήματος/μελλοντικούς δασκάλους συμπληρώνονταν με υποχρεωτικές, επίσης, εργαστηριακές ασκήσεις στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών για ένα δίωρο την εβδομάδα επί δύο εξάμηνα (5^ο-6^ο) που ακολουθούσαν τη θεωρητική διδασκαλία.

Εικόνα 1: Οι εργαστηριακοί οδηγοί της α΄ και β΄ περιόδου

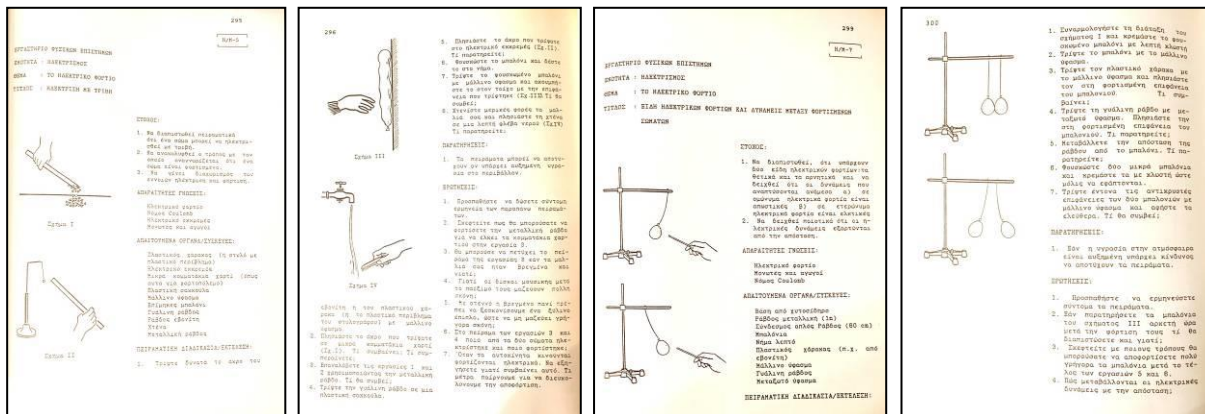


Κατά τα ακαδημαϊκά έτη 1998-1999 έως 2009-2010 (α΄ περίοδος), επί δύο εξάμηνα ανά έτος, οι φοιτητές εκτελούσαν εργαστηριακά πειράματα φυσικών επιστημών σύμφωνα με τον ισχύοντα τότε εργαστηριακό οδηγό (Καλκάνης, Κωστόπουλος, 1998), μη ενταγμένα στα βήματα κάποιας διδακτικής μεθοδολογίας.

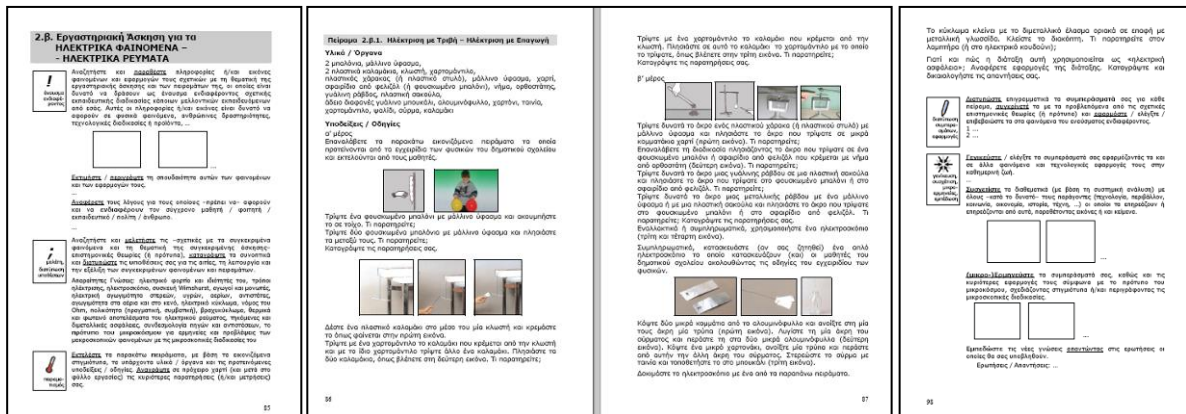


Απλά στα φύλλα εργασίας του εργαστηριακού οδηγού αναφερόταν ο στόχος του πειράματος, επιγραμματικά κάποιες απαραίτητες γνώσεις και τα απαιτούμενα υλικά και όργανα πειραματισμού, απεικονίζοντας σχηματικά η πειραματική διάταξη και παρατίθεντο οδηγίες εκτέλεσης του πειραματισμού και της λήψης μετρήσεων. Ακολουθούσαν ερωτήσεις για τα αποτελέσματα και την ερμηνεία τους ή τις εφαρμογές τους, που έπρεπε να απαντηθούν από τους φοιτητές.

Εικόνα 2: Φύλλα εργασίας του παλαιού εργαστηριακού οδηγού (α' περιόδου)



Εικόνα 3: Φύλλα εργασίας του νέου εργαστηριακού οδηγού (β' περιόδου)



Κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2010-2011 έως 2015-2016 (β' περίοδος), επί δύο εξάμηνα ανά έτος, οι φοιτητές εκτελούσαν στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών εργαστηριακά πειράματα φυσικών επιστημών ακολουθώντας τον νέο εργαστηριακό οδηγό (Καλκάνης, 2010). Αυτά τα πειράματα ήταν ενταγμένα στα βήματα της εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση. Τα φύλλα εργασίας του νέου εργαστηριακού οδηγού, σύμφωνα με τα μεθοδολογικά βήματα, ζητούσαν από τους φοιτητές:

α) να αναζητήσουν και να παραθέσουν πληροφορίες για τη θεματική της άσκησης ως ενδιάμεσα ενδιαφέροντος των μαθητών για τη μελέτη της,



- β) να προβληματιστούν για τη συμβολή των προηγούμενων γνώσεων στη μελέτη της συγκεκριμένης θεματικής και να διατυπώσουν υποθέσεις,
- γ) να εκτελέσουν πειράματα που προβλέπονταν από το φύλλο εργασίας ή και άλλα που πρότειναν, καταγράφοντας τις κυριότερες παρατηρήσεις και μετρήσεις τους,
- δ) να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους από κάθε πείραμα και να τα συσχετίσουν με τις σχετικές επιστημονικές θεωρίες και
- ε) να γενικεύσουν, να εφαρμόσουν και να ερμηνεύσουν με τον μικρόκοσμο τα συμπεράσματά τους, απαντώντας και σε ερωτήσεις που υποβάλλονταν.

2. Μεθοδολογία Έρευνας

Το ερευνητικό ερώτημα που προέκυψε μετά τη λήξη και των δύο περιόδων ήταν αν η εφαρμογή της επιστημονικής/εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση κατά την εργαστηριακή διαδικασία είχε αναπτύξει στους φοιτητές/μελλοντικούς δασκάλους τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, τον τρόπο σκέψης των ερευνητών των φυσικών επιστημών που παρατηρώντας και υποθέτοντας εκτελούν πειραματισμούς για την επιβεβαίωση/διάψευση κάποιων υποθέσεων και αναγορεύουν την υπόθεση που επιβεβαιώνεται σε επιστημονική θεωρία, με αποκλειστικό κριτήριο τα συμπεράσματα των πειραματισμών που τα εφαρμόζουν και τα γενικεύουν/ερμηνεύουν.

Αποδελτιώθηκαν τα φύλλα εργασίας 3.417 φοιτητών της α' περιόδου και 2.237 φοιτητών της β' περιόδου.

Πίνακες 1α, 1β: Αριθμός φοιτητών των δύο περιόδων ανά ακαδημαϊκό έτος

α' περίοδος	
Ακαδ. Έτος	Αρ. φοιτητών
1998-1999	236
1999-2000	258
2000-2001	223
2001-2002	278
2002-2003	285
2003-2004	204
2004-2005	278
2005-2006	311
2006-2007	290
2007-2008	298
2008-2009	367
2009-2010	389
Σύνολο φοιτητών	3.417

β' περίοδος	
Ακαδ. έτος	Αρ. φοιτητών
2010-2011	402
2011-2012	428
2012-2013	421
2013-2014	346
2014-2015	335
2015-2016	305
Σύνολο φοιτητών	2.237



Οι φοιτητές και στις δυο περιόδους ασκήθηκαν κατά το πλείστον στις ίδιες θεματικές και στα ίδια πειράματα (ηλεκτρικά φαινόμενα, μαγνητικά φαινόμενα, ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα, οπτικά φαινόμενα, θερμικά φαινόμενα, βαρυτικά φαινόμενα, μηχανικά φαινόμενα).

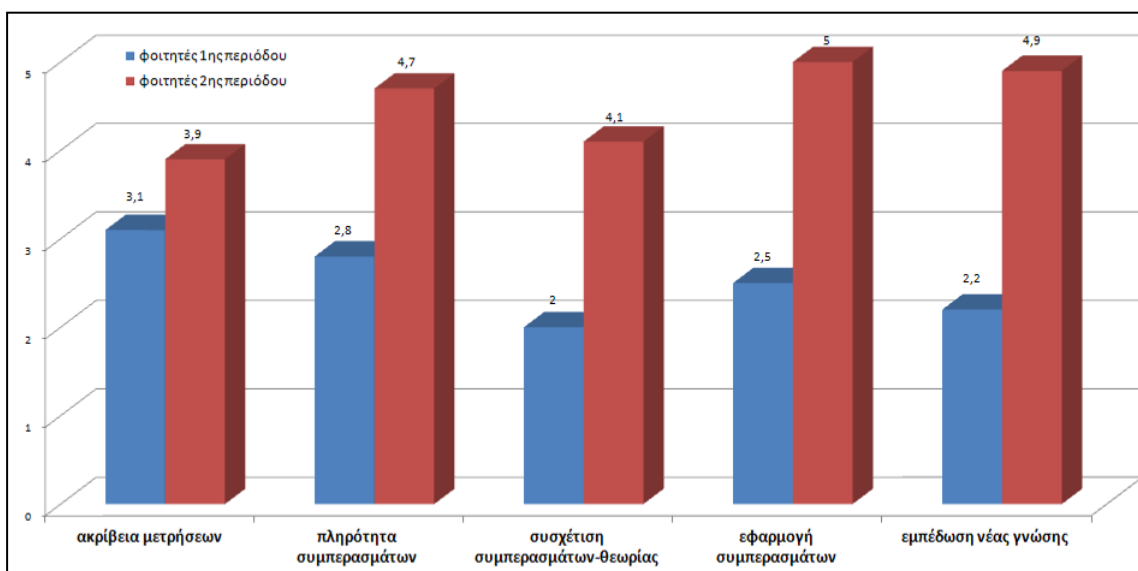
Οι απαντήσεις των φοιτητών και των δύο περιόδων αξιολογήθηκαν και βαθμολογήθηκαν (από τον ίδιο ερευνητή) από 0 έως 5 με βάση τα εξής κριτήρια:

- 1) ακρίβεια συμπερασμάτων,
- 2) πληρότητα συμπερασμάτων,
- 3) διασύνδεση συμπερασμάτων με τη θεωρία της θεματικής,
- 4) γενίκευση και εφαρμογή των συμπερασμάτων σε φυσικά φαινόμενα ή τεχνολογικά προϊόντα και
- 5) εμπέδωση της νέας γνώσης με βάση τις απαντήσεις στις ερωτήσεις που είχαν υποβληθεί στο τέλος της εκπαιδευτικής πειραματικής διαδικασίας

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι φοιτητές της δεύτερης περιόδου παρουσίασαν καλύτερη επίδοση σε όλα τα επιμέρους ερωτήματα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα με τους μέσους όρους των επιδόσεων των φοιτητών της κάθε ομάδας σε κάθε μελετώμενο κριτήριο.

Ραβδόγραμμα 1: Μέσοι όροι φοιτητών 1^{ης} και 2^{ης} περιόδου ανά κατηγορία απαντήσεων



Η σύγκριση των επιδόσεων των φοιτητών των δύο περιόδων μέσω του στατιστικού κριτηρίου Independent Samples T-Test έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ των φοιτητών της β' περιόδου σε όλα τα επιμέρους ερωτήματα, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.



Πίνακας 2: Σύγκριση της επίδοσης των φοιτητών των δύο περιόδων

	Independent Samples T Test	M.O. φοιτητών α' περιόδου	M.O. φοιτητών β' περιόδου
Ακρίβεια συμπερασμάτων	t = -101,520, p<0,001	3,10/5	3,91/5
Πληρότητα συμπερασμάτων	t = -158,713, p<0,001	2,82/5	4,70/5
Συσχέτιση συμπερασμάτων – θεωρίας	t = -399,917, p<0,001	2,00/5	4,11/5
Εφαρμογή συμπερασμάτων	t = -236,265, p<0,001	2,50/5	5,00/5
Γενίκευση - εμπέδωση	t = -273,440, p<0,001	2,20/5	4,90/5

Η υπεροχή των φοιτητών της δεύτερης περιόδου αποδίδεται στην προετοιμασία τους πριν τον πειραματισμό, αφού είχαν αυξημένο ενδιαφέρον για κάθε μελετώμενη θεματική (μεθοδολογικό βήμα 1) αλλά και τις υποθέσεις τους κατά τον προβληματισμό για τη μελέτη της θεματικής (μεθοδολογικό βήμα 2). Επίσης, αποδίδεται και στη διαμορφούμενη εντύπωση και πίστη των φοιτητών (μετά την εξοικείωσή τους με τη μέθοδο αυτή που είναι αντίστοιχη της επιστημονικής) ότι ο πειραματισμός (μεθοδολογικό βήμα 3) έχει καθοριστικό ρόλο στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, αφού αυτός καθορίζει τα συμπεράσματα μιας επιστημονικής θεωρίας κατά την επιστημονική έρευνα. Σε αυτή την αντίληψη των φοιτητών, αποδίδεται και η υπεροχή τους στην εφαρμογή των συμπερασμάτων τους αλλά και στην εμπέδωση της νέας γνώσης (μεθοδολογικά βήματα 4-5). Αυτή η διαμορφούμενη αντίληψη είναι ο επιστημονικός τρόπος σκέψης που θα βοηθήσει τους φοιτητές/πολίτες να μελετούν κάθε πρόβλημα και να αποφασίζουν ορθολογικά, χωρίς προκαταλήψεις σε όλη τη ζωή τους.

4. Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι οι φοιτητές που ασκήθηκαν σε εργαστηριακά πειράματα φυσικών ενταγμένα στην επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση είχαν καλύτερη επίδοση όσον αφορά στην ακρίβεια και πληρότητα των συμπερασμάτων τους, στη διασύνδεση των συμπερασμάτων τους με τη θεωρία αλλά και στις εφαρμογές, υποδηλώνοντας την ανάπτυξη ενός επιστημονικού τρόπου σκέψης. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αρκετά ενθαρρυντικά με προεκτάσεις και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση όπου εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία, καθώς υποδηλώνουν ότι μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη επιστημονικού τρόπου σκέψης και στους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία και με αποτελέσματα άλλων ερευνών (Koerber et al. 2015) που υποστηρίζουν ότι η κατανόηση της φύσης της επιστήμης και της αναγκαιότητας του ελέγχου των υποθέσεων και της αξιολόγησης των δεδομένων βοηθούν τους μαθητές να αντιμετωπίσουν τις αφελείς και μερικά σωστές αντιλήψεις τους προσεγγίζοντας περισσότερο τις επιστημονικές.



Επίσης, η Kuhn επισημαίνει (1999) ότι βασικός σκοπός της εκπαίδευσης είναι να μάθει στους μαθητές πώς να σκέφτονται, ώστε να μπορούν να αποκτούν νέες γνώσεις και δεξιότητες. Η διερευνητική μάθηση βοηθά στην επίτευξη αυτού του σκοπού δεδομένου ότι βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Η ίδια και οι συνεργάτες της (Kuhn et al. 2000) ορίζουν τη διερευνητική μάθηση ως μια εκπαιδευτική διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές μελετούν προσεκτικά τα φαινόμενα (πραγματικά ή εικονικά) και καταλήγουν σε συμπεράσματα για αυτά.

5. Βιβλιογραφία

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιμπα, Λ. (2014). «Φυσική – Εργαστηριακός Οδηγός», Β' Γυμνασίου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 2014

Αποστολάκης, Εμ., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Στ., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., & Καλκάνης Γ.Θ. (2006). "ΦΥΣΙΚΑ Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω", Βιβλίο Μαθητή, Τετράδιο Εργασιών, Βιβλίο Δασκάλου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 2006

Αποστολάκης, Εμ., Κορόζη, Β., Παναγοπούλου, Ε., Πετρέα, Κ., Σάββας, Στ., & Καλκάνης, Γ.Θ., (2001). "Ερευνώ και Ανακαλύπτω", εγχειρίδια Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού (βιβλίο για το μαθητή, βιβλίο για το δάσκαλο, ένθετο "με μια ματιά", φύλλα αξιολόγησης), Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2001

Καλκάνης, Γ.Θ. (2010). «Εκπαιδευτικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών – Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες: Ι. το Εργαστήριο», Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καλκάνης, Γ.Θ. (2007). "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ", Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα, Αθήνα, 2007

Καλκάνης, Γ.Θ. (2005). Εκπαιδευτική ΦΥΣΙΚΗ, Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. Τα Φαινόμενα, Αθήνα, 2005

Καλκάνης, Γ.Θ., Γκικοπούλου, Ο., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ., Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπασιμπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ.Ι., & Πολίτης, Σ. (2013). Βιβλίο "Η Φυσική με Πειράματα" Α' Γυμνασίου, Υπουργείο Παιδείας, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, ΙΤΥΕ Διόφαντος, Αθήνα 2013

Καλκάνης, Γ.Θ., Κωστόπουλος, Δ. (1998). «Το Εργαστήριο Φυσικών για τον Δάσκαλο», Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καριώτογλου, Π. (2011). «Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών», 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη, 15–17 Απριλίου 2011

Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Λυκείου (2014). ΦΕΚ 184/23-01-2015

Koerber, S., Mayer, D., Osterhaus, Ch., Schwippert, K., & Sodian, B. (2015). The Development of Scientific Thinking in Elementary School: A Comprehensive Inventory. *Child Development, January/February 2015*, Volume 86, Number 1, Pages 327–336

Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational Research*, vol. 28, no. 2, pp. 16–46, 1999.

Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognitive Instruction*, vol. 18, no. 4, pp. 495–523, 2000.



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

“Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe” (2007). Science Beyond 2000, Unesco Project 2000+, EUROPEAN COMMISSION, Directorate - General for Research Directorate L - Science, Economy and Society, Unit L4 - Scientific Culture and Gender, <http://ec.europa.eu/research/science-society>



Ενσωμάτωση σύγχρονων ηλεκτρονικών στοιχείων και τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών

Γεωργία Ελευθερίου, Ουρανία Γκικοπούλου, Ευστράτιος Καπότης, Γεώργιος Καλκάνης
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η εκπαιδευτική διαδικασία της Φυσικής στην ύστερη πρωτοβάθμια και στην πρώιμη δευτεροβάθμια εκπαίδευση παρουσιάζει έλλειμμα στην ένταξη σύγχρονων ηλεκτρονικών διατάξεων (LED, εκτυπώσιμα κυκλώματα κ.ά.). Η παρούσα εργασία μελέτησε το κατά πόσο είναι δυνατή η ενσωμάτωσή τους σε πειράματα για τους μαθητές κατά τη διδασκαλία της Φυσικής. Για τον σκοπό αυτό, δημιουργήθηκαν και αξιολογήθηκαν εκπαιδευτικά πρωτότυποι πειραματισμοί ενταγμένοι κατάλληλα σε φύλλα εργασίας, που ακολουθούσαν το μοντέλο της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση.

Λέξεις – κλειδιά: Ημιαγωγοί, Δίοδοι εκπομπής φωτός – LED, Εκπαίδευση, Φύλλα Εργασίας

Incorporation of modern electronic components and technologies into the educational process of Physics

Georgia Eleftheriou, Ourania Gikopoulou, Efstratios Kapotis, George Kalkanis
National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

The educational process of Physics in late primary and early secondary education is deficient in the inclusion of modern electronic components (LEDs, printable circuits, etc.). This study ascertained that it is possible to incorporate them into experiments for students in teaching. For this purpose, novel experiments were developed and evaluated, which were appropriately integrated into worksheets, following the model of the inquiry based learning.

Key – words: Semiconductors, LED, Education, Worksheets



1. Εισαγωγή

Πλέον οι συνηθισμένοι ως τις μέρες μας λαμπτήρες πυρακτώσεως, που χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε εκπαιδευτικά πειράματα φυσικών επιστημών, αντικαθίστανται από λαμπτήρες LED, τους οποίους συναντούν οι μαθητές αρκετά συχνά στην καθημερινή τους ζωή. Η χρήση τους, ωστόσο, δημιουργεί κάποιες φορές και προβλήματα, τα οποία πηγάζουν αφενός από την αρχή λειτουργίας τους και αφετέρου από το γεγονός ότι πολλοί εκπαιδευτικοί δεν είναι εξοικειωμένοι με τους ημιαγωγούς και τις χρήσεις τους.

Οι ηλεκτρονικές διατάξεις που χρησιμοποιούμε καθημερινά γίνονται όλο και μικρότερες σε κλίμακα, παρεμποδίζοντας τους μαθητές να καταλάβουν ότι σε αυτές ενσωματώνονται απλά βασικά στοιχεία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, τα οποία διδάσκονται στην πλειονότητά τους.

Είναι φανερό ότι η σύγχρονη τεχνολογία και τα επιτεύγματά της δεν έχουν ενσωματωθεί εξ ολοκλήρου στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μαθητές αλληλεπιδρούν με διάφορες πτυχές της στην καθημερινότητα εκτός σχολείου και όχι μέσα σε αυτό. Αυτό συμβαίνει διότι δεν έχει υπάρξει μέχρι τώρα καμία αξιολογημένη προσπάθεια εισαγωγής των λαμπτήρων LED στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί μεγάλος αριθμός ερευνητικών προσπαθειών για την εκπαίδευση και τη διδασκαλία που αφορά στα ηλεκτρικά κυκλώματα (Tsihouridis et al, 2015), μια αναλυτική αποδελτίωση φανερώνει την απουσία ενσωμάτωσης των προαναφερθέντων νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η ενσωμάτωση αυτή δεν είναι κάτι εύκολο, αφού η διδασκαλία ηλεκτρικών κυκλωμάτων και η κατανόηση της λειτουργίας τους σε ποιοτικό επίπεδο είναι μια δύσκολη παιδαγωγική πρόκληση (Hart, 2008; McDermott & Shaffer, 1992). Ειδικότερα, στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης απουσιάζει, παρά το γεγονός ότι μεμονωμένες εκπαιδευτικές προτάσεις χρησιμοποιούν (χωρίς να δίνουν κάποια βαρύτητα) νέες διατάξεις και ηλεκτρονικά στοιχεία. Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση υπάρχουν προσπάθειες, οι οποίες συντείνουν θετικά στην έναρξη της διδασκαλίας των βασικών εννοιών της φυσικής των ημιαγωγών, αλλά υπάρχει ανάγκη πολλών και εκτενέστερων ερευνών (García-Carmona & Criado, 2009).

Οι προσπάθειες αυτές δεν έχουν μόνο ερευνητικό ενδιαφέρον ή ακαδημαϊκή εκπαιδευτική αξία. Οι σύγχρονες ηλεκτρονικές διατάξεις και τεχνολογίες, με τη χρήση τους, είναι μέρος του σημερινού σύγχρονου κόσμου. Οι μαθητές και αυριανοί πολίτες είναι αναγκαίο να αποκτήσουν μια βασική, το ελάχιστο, εκπαίδευση στο πεδίο αυτό από μικρή ηλικία (Butterfield, 2004; Barak, 2002).

2. Μεθοδολογία

Με βάση το έλλειμμα που διαπιστώθηκε ότι υπάρχει, διατυπώθηκε το εξής ερευνητικό ερώτημα:

«Η ενσωμάτωση πρωτότυπων πειραματισμών σε φύλλα εργασίας, που αφορούν σύγχρονες ηλεκτρονικές διατάξεις και τις εφαρμογές τους, προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα σε μαθητές δημοτικού και γυμνασίου;»

Για τους σκοπούς της έρευνας και την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος, δημιουργήθηκαν πρωτότυποι πειραματισμοί και φύλλα εργασίας. Σε πρώτο στάδιο, οι πειραματισμοί ελέγχθηκαν για την επιστημονική τους ακρίβεια και για τη δυνατότητα υλοποίησής τους από ομάδα επιστημόνων σχετικών με την ηλεκτρονική. Ακολούθησε η ενσωμάτωσή τους στο στάδιο του πειραματισμού, με τα φύλλα



εργασίας να είναι και φύλλα αξιολόγησης (στάδιο γενίκευσης). Στην τελική τους μορφή, τα φύλλα εργασίας ξεκινούσαν με εναύσματα από την καθημερινή ζωή των μαθητών, όπως για παράδειγμα μία φωτογραφική μηχανή, αγωγούς και μονωτές κ.ά. Έπειτα, οι μαθητές κλήθηκαν να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους πάνω σε συγκεκριμένα ερωτήματα, τα οποία σχετίζονταν αφενός με τα εναύσματα, αφετέρου με τον πειραματισμό που ακολουθούσε. Πειραματίστηκαν, στη συνέχεια, βάζοντας LED σε απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, σχεδίασαν στο χαρτί μικρά κυκλώματα κ.ά. Τέλος, κατέληξαν σε συμπεράσματα και έκαναν γενικεύσεις.

Η εκπαιδευτική πρόταση εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε ως προς τα μαθησιακά της αποτελέσματα, σε 32 μαθητές Ε' Δημοτικού και 28 Α' Γυμνασίου. Ως αξιολογικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας (υποθέσεις, συμπεράσματα και γενικεύσεις). Οι απαντήσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν σε τριπλή κλίμακα, 1: λανθασμένη ή αναπάντητη, 2: μερικώς σωστή, 3: σωστή. Για την ανάλυση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο spss.

Ακολουθούν μερικές χαρακτηριστικές εικόνες από τμήματα των φύλλων εργασίας:

Εικόνα 1: Φύλλο Εργασίας 1 (Έναυσμα Ενδιαφέροντος, Διατύπωση Υποθέσεων)

Ποιο είναι το κοινό θέμα των παραπάνω εικόνων;

Τι ύαφορα παρατηρείς ότι έχουν οι παραπάνω φωτογραφίες σε σχέση με το κοινό τους θέμα;



Συζητά – Προβληματίζομαι – Αναρωτιέμαι – Υποθέτω

Με ποιον τρόπο μίκρναν οι φωτογραφικές μηχανές;

Γιατί νομίζεις ότι έγινε αυτό; Για ποους λόγους μπορεί να ήταν επιθυμητή μία τέτοια «μίκρυνση» των φωτογραφικών μηχανών;



Εικόνα 2: Φύλλο Εργασίας 1 (Γενικεύσεις)

Τώρα θα μπορούσες να εξηγήσεις για ποιο λόγο ήταν επιθυμητή η μίκρυνση των φωτογραφικών μηχανών;

Οι κλασικές εκτυπώσιμων κυκλωμάτων κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο που μίκρνες κι από τα κυκλώματά σου. Γιατί νομίζεις ότι είναι επιθυμητή μια τέτοια μίκρυνση;



Γιατί πιστεύεις ότι αρχικά σχεδιάζονταν σε μεγάλη κλίμακα τα κυκλώματα και ύστερα εκτυπώνονταν σε μίκρυνση;






Εικόνα 3: Φύλλο Εργασίας 2 (Γενικεύσεις)

Εφαρμοζώ – Εξηγώ – Γενικεύω


Εμιας λοιπόν και τους ημιαγωγούς! Πού νομίζεις ότι θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τέτοια υλικά;

Οι ημιαγωγοί χρησιμοποιούνται πολύ στις πλακέτες pcb. Συγκεκριμένα, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής λειτουργεί χάρη στους ημιαγωγούς! Η γλώσσα που «καταλαβαίνει» ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής στην πραγματικότητα είναι το αν περνάει ρεύμα ή αν δεν περνάει ρεύμα. Ο,τι μήνυμα γράφουμε εμείς στον υπολογιστή ή ό,τι μήνυμα εμφανίζει ο υπολογιστής στην οθόνη μας, κρύβει από πίσω ένα κύκλωμα με ημιαγωγούς!

Ας παίξουμε ένα παιχνίδι!!! Ας υποθέσουμε ότι έχει χαλάσει το πρόγραμμα «μετάφρασης» του υπολογιστή μας. Έτσι, ό,τι θέλουμε να γράφουμε στον υπολογιστή, πρέπει να το γράφουμε στη «γλώσσα» του, δηλαδή στο αν περνάει ή δεν περνάει ρεύμα. Για συντομία, θα συμβολίζουμε το «ΠΕΡΝΑΕΙ ΡΕΥΜΑ» με ένα αναμμένο φωτάκι LED και το «ΔΕΝ ΠΕΡΝΑΕΙ ΡΕΥΜΑ» με ένα σβηστό LED.



ΠΕΡΝΑΕΙ ΡΕΥΜΑ:



ΔΕΝ ΠΕΡΝΑΕΙ ΡΕΥΜΑ:

Ο παρακάτω πίνακας θα σε βοηθήσει στο παιχνίδι της «μετάφρασης»!!!

Εικόνα 4: Φύλλο Εργασίας 2 (Γενικεύσεις)

Λατινικά γράμματα	«Μετάφραση» στον Η/Υ
A	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
B	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
C	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
D	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
E	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
F	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
G	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
H	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
I	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
J	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
K	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
L	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
M	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
N	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
O	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
P	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Q	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
R	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
S	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
T	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
U	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
V	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
W	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
X	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Y	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Z	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Εικόνα 5: Φύλλο Εργασίας 3 (Πειραματισμός)

Ενεργώ – Παραμαρτυζομαι

Πείραμα

Όργανα / Υλικά:

- α. 1 μεγάλο ρολό από χαρτί κουζίνας
- α. 3 μπαταρίες 1,5V
- α. 3 λαμπτήρες LED, 1 κόκκινος, 1 πράσινος και 1 μπλε
- α. Ριζόχαρτο
- α. Ψαλίδι, Κόλλα
- α. 2 χαρτόνια, 1 μισρό και 1 όσπρο
- α. Σελότιπ
- α. Αλουμινόχαρτο
- α. Χαρτί Α4
- α. Μολύβι



Σχεδιάζουμε πάνω στο αλουμινόχαρτο ένα ορθογώνιο. Έξω από το ορθογώνιο, σχεδιάζουμε ένα μεγαλύτερο ορθογώνιο, ώστε να δημιουργηθεί μία καμά τραμιά. Προεκτείνουμε την πλευρά του κλάτους στα δεξιά προς τα κάτω, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Κόβουμε γύρω – γύρω το κλάισο όπως το έχουμε σχεδιάσει και κάνουμε ένα άνοιγμα στην πλευρά του μήκους κάτω και δεξιά, ίσο με την προέκταση που κάναμε στο κλάισο. Κόβουμε το ορθογώνιο και από τη μέσα πλευρά, έτσι που θα μείνει μόνο η τραμιά που έχουμε σχεδιάσει εξ' αρχής. Έπειτα, κόβουμε την πλευρά του μήκους πάνω, ακριβώς στη μέση. Κολλάμε τη τραμιά που φτιάξαμε πάνω στο Α4, με τον τρόπο που δείχνει το σχήμα. Αφήνουμε ένα μικρό περιθώριο πάνω και κάτω από το αλουμινόχαρτο και κόβουμε το υπόλοιπο χαρτί Α4 που περισσεύει.

Στο άνοιγμα που βρίσκεται στο επάνω μέρος της γραμμής μας, τοποθετούμε το κόκκινο λαμπάκι LED, με το κοντό στήριμα στα αριστερά και το μακρό στα δεξιά. Το κολλάμε με ένα κομμάτι σελότιπ, ώστε να μη μετακινήθει. Στη συνέχεια, βάζουμε μία σταγόνα κόλλα στο μισρό σημειωμένο σημείο που φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Έπειτα, κολλάμε σ' αυτό το σημείο την μπαταρία, με τον αρνητικό πόλο προς τα κάτω.



Εικόνα 6: Φύλλο Εργασίας 3 (Συμπεράσματα, Γενικεύσεις)

Συμπεραίνω – Καταγράφω

Μπορείς να συμπληρώσεις ποια κυκλώματα πρέπει να είναι κλειστά, ώστε να δημιουργηθούν τα χρώματα που βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα;

	LED		LED		LED	
	Ανοιχτό	Κλειστό	Ανοιχτό	Κλειστό	Ανοιχτό	Κλειστό

Εφαρμοζώ – Εξηγώ – Γενικεύω

Μπορείς να εξηγήσεις πώς λειτουργεί ένα φωτάκι νυκτός που αλλάζει συνεχώς χρώματα;

Μπορείς να σκεφτείς διάφορες συσκευές ή αντικείμενα ή μέρη που έχεις δει να χρησιμοποιούνται λαμπτήρες LED;



3. Αποτελέσματα

Η αποδελτίωση των αποτελεσμάτων φανερώνει ότι το ερευνητικό ερώτημα απαντάται. Δημιουργήθηκαν κατάλληλοι πρωτότυποι πειραματισμοί, οι οποίοι απαιτούν τη χρησιμοποίηση απλών, χαμηλής αξίας και καινοτόμων υλικών, και φύλλα εργασίας, τα οποία βασίζονται στην εκπαιδευτική μεθοδολογία που χρησιμοποιείται και στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά και με ενδιαφέρον. Κατασκεύαζαν χωρίς κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα τις προτεινόμενες πειραματικές διατάξεις σε χρόνους που δεν ήταν απαγορευτικοί στο πλαίσιο του σχολικού προγράμματος. Ακόμη, μπορούν πλέον να εξηγούν με επιστημονικά ορθό τρόπο την αρχή λειτουργίας αρκετών σύγχρονων τεχνολογικών εφαρμογών, αλλά και να κάνουν τις σχετικές γενικεύσεις. Για να αποτιμήσουμε ποσοτικά τα αποτελέσματα της παρέμβασής μας, διενεργήθηκε έλεγχος χ^2 , συγκρίνοντας τις απαντήσεις των μαθητών στις υποθέσεις σε σχέση με τις απαντήσεις τους στα συμπεράσματα και στις γενικεύσεις. Ο έλεγχος έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις ερωτήσεις, αφού $\text{Sig.} < 0,05$.

Επίσης, παρόλο που οι μαθητές γνώριζαν ότι οι λαμπτήρες LED είναι σύγχρονοι, κανένας δεν ήξερε τον τρόπο λειτουργίας τους. Ένα μικρό ποσοστό μόνο ανέφερε ότι είναι πιο οικονομικοί σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Η πληροφορία της ύπαρξης ημιαγωγών εντυπωσίασε όλους τους μαθητές, ενώ ένα ποσοστό 20% ανέφερε ότι αν και είχε ξανακούσει τον όρο «ημιαγωγός», δε γνώριζε τη σημασία του. Μέσω των πειραματικών διατάξεων, έγινε από όλους αντιληπτό το γεγονός ότι από έναν λαμπτήρα LED ενίοτε περνάει ρεύμα και ενίοτε όχι, καθώς και σε ποιες περιπτώσεις συμβαίνει αυτό (αλλαγή πολικότητας LED ή μπαταρίας). Σε ένα τμήμα γυμνασίου, ο καθηγητής προχώρησε με τους μαθητές και στην έννοια της διόδου, δηλαδή του ηλεκτρονικού στοιχείου από το οποίο περνά ή δεν περνά ρεύμα χωρίς εκπομπή φωτός, πέρα από τα φύλλα εργασίας της έρευνας.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι ορισμένοι εκπαιδευτικοί, ιδιαίτερα του γυμνασίου που ήταν φυσικοί και γνώριζαν ακριβώς τη λειτουργία των ημιαγωγών, θορυβήθηκαν από τη θεματική και θεωρούσαν ότι δεν ήταν δυνατή η υλοποίηση των φύλλων εργασίας. Μόνοι τους έπειτα, επειδή κλήθηκαν οι ίδιοι να το υλοποιήσουν στους μαθητές, διαπίστωσαν ότι τα φύλλα εργασίας και οι προτεινόμενες πειραματικές διατάξεις όχι μόνο πραγματοποιήθηκαν στη σχολική τάξη, αλλά και ότι παρήγαγαν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

4. Συμπεράσματα

Οδηγούμενοι από την ανάγκη ενσωμάτωσης των καθημερινών σύγχρονων ηλεκτρονικών και τεχνολογικών στοιχείων στην εκπαιδευτική διαδικασία, πραγματοποιήσαμε αρχικά βιβλιογραφική ανασκόπηση, που κατέδειξε απουσία σχετικών ερευνών (García-Carmona & Criado, 2009). Προχωρήσαμε σε μια πρώτη εκπαιδευτική πρόταση, η οποία προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και αλλαγή στάσης των εκπαιδευτικών. Πρέπει να τονίσουμε, όμως, ότι δεν είναι παρά μόνο η αρχή για μια γενικότερη προσπάθεια ενσωμάτωσής τους στην εκπαίδευση, τόσο στο δημοτικό και στο γυμνάσιο, όσο και στο λύκειο. Ειδικότερα, στη Β' Λυκείου, οι διδασκόμενες θεματικές όχι μόνο είναι κατάλληλες για μια τέτοια εφαρμογή, αλλά ο εμπλουτισμός τους με τις σύγχρονες τεχνολογίες και τις εφαρμογές τους είναι απαραίτητος.

Γενικότερα, για να φτάσουν οι μαθητές όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων να απαντούν σε ερωτήματα, όπως: «Ποιος είναι ο τρόπος και οι φυσικές αρχές λειτουργίας των διατάξεων αυτών;», «Γιατί αντικαθιστούν τις παλιότερες;», «Ποια τα πλεονεκτήματά τους;» και να μπορούν να κάνουν ερμηνείες, θα χρειαστεί να υπάρξει ερμηνεία με τον μικρόκοσμο και να πραγματοποιηθούν εκτενέστερες έρευνες.



Προτείνεται, επομένως, η προσθήκη τέτοιων απλών διατάξεων στη διδακτέα ύλη, αλλά και η δημιουργία φύλλων εργασίας, που θα ενσωματώνουν περισσότερες αντίστοιχες τεχνολογίες και διατάξεις (πυκνωτές, φωτοκύτταρα, φωτοδιόδους κ.ά.).

5. Βιβλιογραφία

Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Αθ., Καλκάνης Γ. Θ. (2006). "ΦΥΣΙΚΑ Ε' και ΣΤ' Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω", Βιβλίο Μαθητή, Τετράδιο Εργασιών, Βιβλίο Δασκάλου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα

Καλκάνης, Γ., Γκικοπούλου, Ο., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Παρινόπουλος, Μ., Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπασίμπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ., Πολίτης, Σ., και τα μέλη των συγγραφικών ομάδων των βιβλίων "Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' και ΣΤ' τάξης του δημοτικού σχολείου. (2013). *Η Φυσική με Πειράματα, Α Γυμνασίου. ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ*.

Barak, M. (2002). Learning good electronics or coping with challenging tasks: The priorities of excellent students. *Journal of Technology Education*, 14 (1), 20–34.

Butterfield, M. (2004). *Electronics: Present knowledge, future trends*. North Mankato, Minnesota: Smart Apple Media.

García – Carmona, A., & Criado, A. M. (2009). Introduction to semiconductor physics in secondary education: evaluation of a teaching sequence. *International Journal of Science Education*, 31 (16), 2205–2245.

Hart, C. (2008). Models in physics, models for physics learning, and why the distinction may matter in the case of electric circuits. *Research in Science Education*, 38 (5), 529–544.

McDermott, L. C., & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American journal of physics*, 60, 994–994.

Tsihouridis, C., Vavougiou, D., Ioannidis, G. S., Alexias, A., Argyropoulos, C. & Poullos, S. (2015, September). The effect of teaching electric circuits switching from real to virtual lab or vice versa – A case study with junior high-school learners. In *Interactive Collaborative Learning (ICL), 2015 International Conference on* (pp. 643–649). IEEE.



Ερμηνείες φαινομένων από μαθητές Λυκείου στα πλαίσια συγκεκριμένων ατομικών μοντέλων

Νικόλαος Ζαρκάδης¹, Γεώργιος Παπαγεωργίου¹, Δημήτριος Σταμοβλάσης²

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της συνέπειας 225 μαθητών Α' και Β' Λυκείου ως προς τη χρήση συγκεκριμένων νοητικών μοντέλων της ατομικής δομής, όταν αυτά εφαρμόζονται στην εξήγηση συγκεκριμένων φαινομένων. Τα δεδομένα συλλέχτηκαν με χρήση ερωτηματολογίου όπου οι μαθητές επέλεξαν ένα ατομικό μοντέλο και με βάση αυτό εργαζόταν για την ερμηνεία ενός έργου. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τη θεωρία της «κατακερματισμένης γνώσης» καθώς σε όλα τα έργα, πέρα από την ασυνέπεια «ανάμεσα» στα μοντέλα που επέλεξαν, εμφανίζεται ασυνέπεια και «εντός» του κάθε μοντέλου, δηλαδή, οι ερμηνείες των μαθητών δεν είναι συνεπείς με τα χαρακτηριστικά του ίδιου του μοντέλου που επιλέγουν.

Λέξεις-κλειδιά: Ατομικά μοντέλα, κατακερματισμένη γνώση, φαινόμενα

Secondary school students' explanations of phenomena using particular atomic models

Nikolaos Zarkadis¹, George Papageorgiou¹, Dimitrios Stamovlasis²

¹Democritus University of Thrace, Department of Primary Education, ²Aristotle University of Thessaloniki, School of Philosophy and Education

Abstract

The study investigates the consistency/inconsistency of students' mental models for the atomic structure when explaining specific phenomena. Participants were 225 students of secondary education (10th and 11th grades). Data were collected using an appropriately structured research tool, where students can choose a specific atomic model and explain the situation or phenomenon on its basis. Results support the theory of 'fragmented knowledge', since there is inconsistency 'between' models in all tasks with the 'task context' affecting students' responses, as well as, there is inconsistency 'within' the models, since pupils' descriptions are not consistent with the model they choose.

Keywords: Atomic models, pieces of knowledge, phenomena



1. Εισαγωγή

Η διαμόρφωση ενός νοητικού μοντέλου για τη δομή του ατόμου από κάθε μαθητή είναι ουσιαστική για την κατανόηση πολυπλοκότερων διεργασιών στο μικροσκοπικό και υπο-μικροσκοπικό επίπεδο. Οι δυσκολίες των μαθητών φαίνεται να αφορούν τόσο στα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του ατόμου (π.χ. Adbo & Taber 2009, Cokelez 2012, Derman et al. 2019, Papageorgiou et al. 2016b, Ünlü 2010) όσο και στην αναπαράσταση της δομής του (π.χ. Cokelez 2012, Derman et al. 2019, Kiray 2016, Papageorgiou et al. 2016a, Park & Light 2009). Σχετικές έρευνες αναδεικνύουν ότι οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές στη κατανόηση της ατομικής δομής μπορούν να συνδέονται με διάφορους παράγοντες όπως, την ηλικία, συγκεκριμένους γνωσιακούς παράγοντες, αλλά και τη διδασκαλία του μοντέλου Bohr, το οποίο κυριαρχεί σε μαθητές ίδιου ή και διαφορετικού ηλικιακού επιπέδου δευτεροβάθμιας ή ακόμη και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (π.χ. Derman et al. 2019, Kiray 2016, Papageorgiou et al. 2016a, Park & Light 2009, Tsaparlis & Papaphotis 2009). Ωστόσο, μετά την εισαγωγή στο σύγχρονο κβαντικό μοντέλο, η μετάβαση από το μοντέλο του Bohr στη σύγχρονη κβαντική περιγραφή του ατόμου δεν είναι εύκολη για τους μαθητές. Έτσι, εμφανίζονται μοντέλα, όπου συνυπάρχουν χαρακτηριστικά και των δύο μοντέλων (π.χ. Kiray 2016, Muniz et al. 2018, Park & Light 2009, Tsaparlis & Papaphotis 2009, Zarkadis et al. 2017). Στις περιπτώσεις αυτές, η εξάρτηση από το πλαίσιο του έργου φαίνεται να επηρεάζει τον τρόπο μετάβασης από το μοντέλο Bohr στο κβαντικό μοντέλο (π.χ. Papageorgiou et al. 2016a, Tsaparlis & Papaphotis 2009, Zarkadis et al. 2017).

Αυτή η εξάρτηση από το πλαίσιο του έργου ή της ερώτηση όσον αφορά στην κατανόηση και χρήση των νοητικών μοντέλων των μαθητών μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αυτά μπορεί να μην είναι συνεπή μεταξύ τους. Αυτή η ασυνέπεια συνδέεται με τη θεωρία της «κατακερματισμένης γνώσης» (π.χ. diSessa et al. 2004, Harrison et al. 1999) κατά την οποία, η γνώση των μαθητών αποτελείται από μικρότερες πρωταρχικές βασικές δομές γνώσης ή κομμάτια γνώσης, όπως τα 'p-prims' ή 'phenomenological primitives' (diSessa 1993), που ενεργοποιούνται κατά περίπτωση, είναι ευαίσθητα ως προς τη κατάσταση-πλαίσιο του κάθε προβλήματος και ενεργοποιούνται ανάλογα με αυτό. Αυτά τα κομμάτια γνώσης αποτελούν ευέλικτες δομές που μπορούν να εξελιχθούν και να τροποποιηθούν καθώς επίσης, ορισμένα από αυτά τα κομμάτια θα μπορούσαν να συντονιστούν μεταξύ τους δημιουργώντας μεγαλύτερες (γνωστικές) δομές και ενδεχομένως, τη διαμόρφωση μιας αντίληψης για μια συγκεκριμένη κατάσταση ή ένα συγκεκριμένο φαινόμενο (diSessa 1988, Taber & Garcia Franco 2010). Ωστόσο, πέρα από τα σταθερά και συνεπή νοητικά μοντέλα των μαθητών, ο *in situ* συνδυασμός τέτοιων κομματιών γνώσης οδηγεί στη διαμόρφωση ενός διαφορετικού μοντέλου κάθε φορά παράγοντας με αυτό το τρόπο ασυνεπείς απαντήσεις και λιγότερο σταθερή συλλογιστική (diSessa 1993, 2002) που δεν συνδέεται με τη διαμόρφωση και εφαρμογή σταθερών και συνεπών ατομικών μοντέλων αλλά με το κατακερματισμό της γνώσης.

Στη βάση αυτή, παρουσιάζει ενδιαφέρον η περαιτέρω διερεύνηση της συλλογιστικής των μαθητών (Α' και Β' Λυκείου) όταν καλούνται να εξηγήσουν σχετικές καθημερινές καταστάσεις μέσα από την αναγνώριση της συνοχής ή μη των νοητικών τους μοντέλων και της συνέπειας στην εφαρμογή τους, αλλά και τον προσδιορισμό των αντίστοιχων κομματιών γνώσης που ενεργοποιούν και σχετίζονται με τα συγκεκριμένα μοντέλα.



2. Μεθοδολογία

Με βάση τα παραπάνω, φαίνεται να χρήζει περαιτέρω διερεύνησης η συλλογιστική των μαθητών όταν εξηγούν καθημερινά φαινόμενα, η συνοχή ή μη των νοητικών τους μοντέλων αλλά και ο προσδιορισμός των αντίστοιχων κομματιών γνώσης που ενεργοποιούν και σχετίζονται με τα συγκεκριμένα μοντέλα. Στο γενικότερο αυτό πλαίσιο, 225 συνολικά μαθητές, από τους οποίους, 117 ήταν 15 ετών (Α' Λυκείου) και 108 ήταν 16 ετών (Β' Λυκείου), συμμετείχαν σε μια έρευνα, όπου μελετήθηκαν οι ερμηνείες τους για καθημερινά φαινόμενα στη βάση συγκεκριμένων ατομικών μοντέλων, ώστε να προσδιοριστούν τα αντίστοιχα κομμάτια γνώσης που ενεργοποιούν και σχετίζονται με τα συγκεκριμένα μοντέλα.

Πίνακας 1: Το περιεχόμενο των έξι (6) έργων του ερευνητικού εργαλείου.

Έργο	Περιεχόμενο ανά έργο
1	Σε πολλά ρολόγια ή ξυπνητήρια οι δείκτες είναι επικαλυμμένοι με άτομα ουσιών που τους κάνει ορατούς στο σκοτάδι καθώς φεγγοβολούν (συνήθως λέμε ότι έχουν φωσφορίζοντες δείκτες).
2	Στο ζωικό βασίλειο υπάρχουν αρκετοί ζωντανό οργανισμοί (π.χ. τροπικά ψάρια) που φέγγουν στο σκοτάδι παρόμοια με τους δείκτες των ορολογιών.
3	Όταν πέφτει φως σε μια καθαρή επιφάνεια μετάλλου (π.χ. σ' ένα καινούργιο μεταλλικό κέρμα, σ' ένα χρυσό ή ασημένιο κόσμημα, κ.λ.π.) παρατηρούμε ότι αυτό λάμπει.
4	Αν πιάσουμε έναν μεταλλικό αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα λέμε ότι μας «χτυπάει το ρεύμα».
5	Ορισμένα υλικά που αποκαλούνται μαγνητικά, έχουν τη δυνατότητα να έλκουν και να σηκώνουν μεταλλικά αντικείμενα.
6	Τα μέταλλα είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας. Αν πιάσουμε την άκρη μιας μεταλλικής βέργας που η άλλη της άκρη θερμαίνεται πάνω από φλόγα, τότε αισθανόμαστε τη ζέστη στο χέρι μας.

Το ερευνητικό εργαλείο αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται εν συντομία πέντε (5) συγκεκριμένα μοντέλα περιγραφής της δομής του ατόμου που κυριαρχούν στη σχετική βιβλιογραφία. Αυτά είναι: Α «Τα άτομα είναι ζωντανό οργανισμοί», Β «Τα άτομα είναι σωματίδια της ύλης (μικρά κομμάτια της ύλης, συνήθως σφαιρικά)», Γ «Τα άτομα είναι ένα σύνολο ηλεκτρονίων που περιβάλλουν έναν πυρήνα που έχει πρωτόνια και νετρόνια», Δ «Τα άτομα αποτελούνται από ηλεκτρόνια που κινούνται μόνο σε συγκεκριμένες τροχιές γύρω από τον πυρήνα» και Ε «Στα άτομα υπάρχουν ηλεκτρονικά νέφη γύρω από τον πυρήνα». Στο δεύτερο μέρος περιγράφονται τα έξι (6) έργα που περιγράφουν αντίστοιχα καθημερινά φαινόμενα (Πίνακας 1), στα οποία οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν για κάθε έργο αυτό που θεωρούν ότι μπορεί να εξηγήσει καλύτερα το φαινόμενο (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής) και στη συνέχεια να το εφαρμόσουν στην ερμηνεία κάθε φαινομένου (ερωτήσεις ανοικτού τύπου). Ο σχεδιασμός του ερευνητικού εργαλείου αυτής της μορφής, όπου η επιλογή μιας απάντησης ακολουθείται από μια αιτιολόγηση ή εξήγηση και κάθε επιλογή συνδέεται με ένα από τα πέντε (5) συγκεκριμένα μοντέλα περιγραφής της δομής του ατόμου, είναι δείκτης ελέγχου της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας του. Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας του πρώτου μέρους του εργαλείου αξιολογήθηκε με τον δείκτη α του Cronbach που βρέθηκε 0,53, ενώ όσον αφορά στην ερμηνεία κάθε φαινομένου η εγκυρότητα και η αξιοπιστία συνδέονται με τη διαδικασία που ακολουθείται για την



ποιοτική ανάλυση και το αντίστοιχο σχήμα κωδικοποίησης. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγινε από τους μαθητές τουλάχιστον δύο μήνες μετά από τη σχετική διδασκαλία στο σχολείο, στη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας και σε όμοιες, κατά το δυνατό, συνθήκες για κάθε τάξη.

3. Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών σε κάθε τάξη κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο, τόσο το μοντέλο που επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν (από τα πέντε που Πίνακα 1) για να ερμηνεύσουν το φαινόμενο, όσο και τα χαρακτηριστικά, την ορθότητα και την πληρότητα της ερμηνείας του φαινομένου που έκαναν.

Σε σχέση με το πρώτο, οι συχνότητες και τα ποσοστά των μαθητών ανά τάξη και ανά μοντέλο της δομής του ατόμου που επέλεξαν στα έξι (6) υπό διερεύνηση έργα, δείχνουν ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ μαθητών ίδιας ηλικίας, αλλά και ανά ηλικιακή ομάδα, αφού τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε έργου επηρεάζουν το μοντέλο που επιλέγει ο μαθητής (Πίνακας 2). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει μια ασυνέπεια «ανάμεσα» στα μοντέλα και συνηγορεί υπέρ της θεωρίας κατακερματισμένης γνώσης.

Πίνακας 2: Μοντέλα ατομικής δομής των μαθητών της Α' Λυκείου για την ΑΔΥ ανά Έργο
(συχνότητες και ποσοστά).

Τάξη	Έργο	Μοντέλα Κατηγορίες Αναπαράστασης Ατομικής Δομής											
		«Α»		«Β»		«C»		«D»		«E»		E/A	
		n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%
Α' Λυκείου	«Έργο 1»	8	6,8	22	18,8	25	21,4	44	37,6	18	15,4	0	0,0
	«Έργο 2»	39	33,3	10	8,5	19	16,2	30	25,6	18	15,4	1	0,9
	«Έργο 3»	5	4,3	42	35,9	21	17,9	30	25,6	17	14,5	2	1,7
	«Έργο 4»	7	6,0	5	4,3	43	36,8	51	43,6	8	6,8	3	2,6
	«Έργο 5»	3	2,6	5	4,3	54	46,2	35	29,9	17	14,5	3	2,6
	«Έργο 6»	15	12,8	20	17,1	31	26,5	38	32,5	7	6,0	6	5,1
Β' Λυκείου	«Έργο 1»	9	8,3	28	25,9	13	12,0	39	36,1	17	15,7	2	1,9
	«Έργο 2»	39	36,1	14	13,0	12	11,1	32	29,6	10	9,3	1	0,9
	«Έργο 3»	1	0,9	40	37,0	20	18,5	25	23,1	19	17,6	3	2,8
	«Έργο 4»	3	2,8	8	7,4	48	44,4	36	33,3	9	8,3	4	3,7
	«Έργο 5»	1	0,9	8	7,4	62	57,4	25	23,1	7	6,5	5	4,6
	«Έργο 6»	3	2,8	29	26,9	33	30,6	25	23,1	11	10,2	7	6,5

A: «Σύγχυση Ατόμου-κυττάρου», B: «Σωματιδιακό», C: «Πυρηνικό», D: «μοντέλο Bohr», E: «Κβαντικό»

E/A = Ελλείπουσες τιμές, ασαφείς ή λάθος απαντήσεις

Πιο συγκεκριμένα, σε σχέση με τους μαθητές της Α' Λυκείου: στο Έργο 1 εμφανίζεται κυρίως το «μοντέλο του Bohr» (D) (44 μαθητές, 37,6%), στο Έργο 2 εμφανίζεται κυρίως το μοντέλο «Σύγχυση Ατόμου-κυττάρου» (A) και το «μοντέλο Bohr» (D), με το μοντέλο «Σύγχυση Ατόμου-κυττάρου» να εμφανίζεται σε μεγαλύτερα ποσοστά (39 μαθητές, 33,3%), στο Έργο 3 εμφανίζεται κυρίως το «Σωματιδιακό» (B)



μοντέλο και το «μοντέλο Bohr» (D), με το «Σωματιδιακό» να εμφανίζεται σε μεγαλύτερα ποσοστά (42 μαθητές, 35,9%), ενώ στα Έργα 4, 5 και 6 οι μαθητές της Α' Λυκείου εφαρμόζουν κυρίως τα μοντέλα «Πυρηνικό» (C) και «μοντέλο Bohr» (D), με το «Πυρηνικό» να εμφανίζεται σε μεγαλύτερα ποσοστά στο Έργο 5 (54 μαθητές, 46,2%) και το «μοντέλο Bohr» να εμφανίζεται περισσότερο στα Έργα 4 και 6 (51 μαθητές, 43,6% και 38 μαθητές, 32,5% αντίστοιχα). Σε σχέση με τους μαθητές της Β' Λυκείου: στο Έργο 1 εμφανίζεται κυρίως το «Σωματιδιακό» (B) μοντέλο και το «μοντέλο του Bohr» (D), με το «μοντέλο Bohr» να εμφανίζεται σε μεγαλύτερα ποσοστά (39 μαθητές, 36,1%), στο Έργο 2 εμφανίζεται κυρίως το μοντέλο «Σύγχυση Ατόμου-κυττάρου» (A) και το «μοντέλο Bohr» (D), με το μοντέλο «Σύγχυση Ατόμου-κυττάρου» να εμφανίζεται σε μεγαλύτερα ποσοστά (39 μαθητές, 36,1%), στο Έργο 3 εμφανίζεται κυρίως το «Σωματιδιακό» (B) μοντέλο (40 μαθητές, 37,0%), ενώ στα Έργα 4, 5 και 6 οι μαθητές της Β' Λυκείου εφαρμόζουν κυρίως το «Πυρηνικό» (C) μοντέλο και «μοντέλο Bohr» (D), με το «Πυρηνικό» να εμφανίζεται σε μεγαλύτερα ποσοστά (48 μαθητές, 44,4%, 62 μαθητές, 5,4% και 33 μαθητές, 30,6% αντίστοιχα).

Πίνακας 3: Τα «ασυνεπή κομμάτια γνώσης».

BA	Το άτομο είναι ζωντανό σωματίδιο
BC ₁	Τα ηλεκτρόνια των ατόμων μπορούν να κινούνται
BC ₂	Τα άτομα περιέχουν φορτία/ηλεκτρόνια
BC ₃	Τα άτομα μπορούν να λάβουν ή να χάσουν φορτία/ηλεκτρόνια
BC ₄	Τα φορτισμένα άτομα μπορούν να κινούνται
CB	Το άτομο είναι σωματίδιο με συγκεκριμένες ιδιότητες (μπορεί να έλκει ή να απωθεί, μπορεί να καεί, κ.α.)
CD _{1a}	Τα ηλεκτρόνια μπορούν να κινούνται ελεύθερα/ υπάρχουν 'ελεύθερα ηλεκτρόνια'
CD _{1b}	Τα ηλεκτρόνια μπορούν να διεγερθούν
CD ₂	Υπάρχουν ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα
DB	Το άτομο ως σωματίδιο έχει συγκεκριμένες ιδιότητες (μπορεί να εκπέμπει φως, μπορεί να μεταδίδει τη θερμότητα κ.α.)
DC ₁	Τα ηλεκτρόνια μπορούν να κινούνται (χωρίς αναφορά σε τροχιές ή στιβάδες)
DC ₂	Υπάρχουν δυνάμεις ανάμεσα στα ηλεκτρόνια και των πυρήνα του ίδιου ή διαφορετικών ατόμων (χωρίς αναφορά σε τροχιές ή στιβάδες)
DE	Υπάρχουν ηλεκτρονικά νέφη στις εξωτερικές στιβάδες
EC _{1a}	Τα ηλεκτρονικά νέφη περιέχουν ηλεκτρόνια/φορτία
EC _{1b}	Τα ηλεκτρονικά νέφη μπορούν να λάβουν ή να χάσουν ηλεκτρόνια/φορτία
EC ₂	Τα ηλεκτρόνια των ηλεκτρονιακών νεφών μπορούν να κινούνται (γρήγορα)
EC ₃	Τα ηλεκτρόνια των ηλεκτρονιακών νεφών μπορούν να εκπέμπουν φως (εξαιτίας της κίνησης, συγκρούσεων κ.α.)
ED ₁	Τα ηλεκτρόνια των ηλεκτρονιακών νεφών μπορούν να κινούνται ελεύθερα/υπάρχουν 'ελεύθερα ηλεκτρόνια'
ED ₂	Τα ηλεκτρονικά νέφη μπορούν να κινούνται σε στιβάδες

Σε σχέση με τα χαρακτηριστικά, την ορθότητα και την πληρότητα της ερμηνείας του φαινομένου που οι μαθητές έκαναν, πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων ανοικτού τύπου για κάθε έργο. Η ανάλυση αυτή ανέδειξε την ύπαρξη κάποιων «κομματιών γνώσης» που συμφωνούν με το νοητικό μοντέλο της δομής του ατόμου που επέλεξε ο μαθητής στο συγκεκριμένο έργο (στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής), αλλά και κάποιων διαφορετικών που δεν ήταν συνεπή με τα αντίστοιχα μοντέλα της δομής



του ατόμου που επιλέχτηκαν. Αυτά τα «ασυνεπή κομμάτια γνώσης» που εντοπίστηκαν «εντός» των μοντέλων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 και συμβολίζονται με τη χρήση δύο γραμμάτων, το πρώτο από τα οποία αντιστοιχεί στο μοντέλο που επιλέχθηκε στην ερώτηση πολλαπλών επιλογών και το δεύτερο αντιστοιχεί στο μοντέλο που είναι συμβατό με αυτή τη γνώση (Zarkadis et al. 2017).

Επομένως, παρατηρείται η επιλογή ενός μοντέλου (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής) που έχει χαρακτηριστικά άλλου μοντέλου (ερωτήσεις ανοικτού τύπου) και λόγω της επιλογής του μοντέλου εμφανίζεται συχνά συνύπαρξη ανάμεσα στα «ασυνεπή κομμάτια γνώσης» και τα αναμενόμενα κομμάτια γνώσης. Για παράδειγμα, τα «ασυνεπή κομμάτια γνώσης» (DC) δηλώνουν ότι οι μαθητές έχουν επιλέξει το «μοντέλο Bohr» (D) και στις εξηγήσεις τους εμπεριέχονται χαρακτηριστικά του «Πυρηνικού μοντέλου» (C). Τα «ασυνεπή κομμάτια γνώσης» φαίνεται να ποικίλλουν ανάμεσα στα έργα (όταν εμφανίζονται) συμβάλλοντας στην ύπαρξη ασυνέπειας μέσα σε ένα μοντέλο όπως φαίνεται στον Πίνακα 4. Επομένως, αυτά τα κομμάτια γνώσης εξαρτώνται από το πλαίσιο του έργου καθώς η ενεργοποίησή τους ή μη εξαρτάται από αυτό διότι μπορεί να εμφανίζονται στις απαντήσεις των μαθητών σχετικά με συγκεκριμένα έργα, ενώ μπορεί να μην εμφανίζονται σε άλλες απαντήσεις.

Πίνακας 4: Τα 'ασυνεπή κομμάτια γνώσης' των μαθητών ανά έργο.

Ασυνεπή κομμάτια γνώσης	Έργο 1	Έργο 2	Έργο 3	Έργο 4	Έργο 5	Έργο 6
BA	-	-	-	-	✓	-
BC ₁	✓	-	-	-	-	-
BC ₂	-	✓	✓	-	✓	-
BC ₃	-	✓	✓	-	✓	-
BC ₄	-	-	-	✓	-	-
CB	-	-	✓	-	✓	✓
CD _{1a}	✓	-	-	✓	-	-
CD _{1b}	-	✓	✓	-	-	-
CD ₂	-	-	-	-	✓	✓
DB	✓	✓	✓	-	✓	✓
DC ₁	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DC ₂	-	✓	-	-	✓	-
DE	-	-	-	-	✓	-
EC _{1a}	✓	✓	-	✓	✓	-
EC _{1b}	✓	✓	-	-	✓	-
EC ₂	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EC ₃	✓	✓	-	✓	-	-
ED ₁	✓	-	-	✓	-	-
ED ₂	-	-	-	✓	-	-

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν ότι οι μαθητές δεν έχουν διαμορφώσει ένα συμπαγές νοητικό μοντέλο που να χρησιμοποιείται με συνέπεια στις απαντήσεις τους στα έργα που περιγράφουν καθημερινά φαινόμενα παρόλο που έχουν διδαχθεί την δομή του ατόμου στα πλαίσια του



μοντέλου Bohr. Το «πλαίσιο του έργου» (Papageorgiou et al. 2016a) φαίνεται να είναι ένας καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά, τόσο το μοντέλο που επιλέγει ο μαθητής, όσο και τα σχετικά στοιχεία της γνώσης που ενεργοποιεί για να φτάσει σε μια εξήγηση, με τους μαθητές να παρουσιάζουν διάφορα νοητικά μοντέλα στις εξηγήσεις τους χωρίς συνέπεια, τόσο «ανάμεσα», όσο και «εντός» των μοντέλων. Οι μαθητές φαίνεται να χρησιμοποιούν κάθε φορά στις εξηγήσεις τους οποιοδήποτε χαρακτηριστικό ενός μοντέλου που θεωρούν ότι είναι κατάλληλο για το στόχο τους. Σε πολλές όμως περιπτώσεις φαίνεται ότι τα χαρακτηριστικά αυτά αποκλίνουν από το αρχικό μοντέλο που έχουν επιλέξει για το συγκεκριμένο έργο και ενεργοποιούν για την εξήγησή τους, πέρα από τα κομμάτια γνώσης που είναι συμβατά με το νοητικό αυτό μοντέλο που επέλεξαν, και «ασυνεπή κομμάτια γνώσης» τα οποία ανήκουν σε άλλα μοντέλα, υποδηλώνοντας μια ασυνέπεια «εντός» των μοντέλων (Zarkadis et al. 2017).

Τα συμπεράσματα αυτά έχουν άμεσες επιπτώσεις στην εκπαιδευτική πράξη, αφού, κατά τον διδακτικό σχεδιασμό εστιάζουν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (δηλαδή το πλαίσιο) του φαινομένου ή της κατάστασης που κάθε φορά ο εκπαιδευτικός πραγματεύεται μέσα στην τάξη. Στη βάση αυτή, ο διδακτικός σχεδιασμός, θα πρέπει να έχει προσανατολισμό που να βοηθά τους μαθητές στην αναγνώριση και διασαφήνιση των 'κομματιών γνώσης' που κατέχουν, τόσο για το συγκεκριμένο πλαίσιο της καθημερινής κατάστασης, όσο και για την δομή του ατόμου, στη διαμόρφωση νέων κομματιών γνώσης σχετικών με το υπό εξέταση πλαίσιο και στην οργάνωση όλων αυτών προς την επιδιωκόμενη νοητική δομή (Zarkadis et al. 2017).

5. Βιβλιογραφία

- Adbo, K., & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
- Cokelez, A. (2012). Junior high school students' ideas about the shape and size of the atom. *Research in Science Education*, 42(4), 673-686.
- Derman, A., Koçak, N., & Eilks, I. (2019). Insights into Components of Prospective Science Teachers' Mental Models and Their Preferred Visual Representations of Atoms. *Education Sciences*, 9(2), 154.
- diSessa, A. A. (2002). Why "conceptual ecology" is a good idea. In *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 28-60). Springer, Dordrecht.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and instruction*, 10(2-3), 105-225.
- diSessa A. A., (1988), Knowledge in pieces, in Forman G. and Pufall P. B. (ed.), *Constructivism in the computer age*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, pp. 49–70.
- diSessa, A. A., Gillespie, N. M., & Esterly, J. B. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive science*, 28(6), 843-900.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(1), 55-87.
- Kiray, S. A. (2016). The pre-service science teachers' mental models for concept of atoms and learning difficulties. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 4(2), 147-162.
- Muniz, M. N., Crickmore, C., Kirsch, J., & Beck, J. P. (2018). Upper-division chemistry students' navigation and use of quantum chemical models. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 767-782.



- Papageorgiou, G., Markos, A., & Zarkadis, N. (2016a). Students' representations of the atomic structure – the effect of some individual differences in particular task contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(1), 209-219.
- Papageorgiou, G., Markos, A., & Zarkadis, N. (2016b). Understanding the Atom and Relevant Misconceptions: Students' Profiles in Relation to Three Cognitive Variables. *Science Education International*, 27(4), 464-488.
- Park, E.J. & Light, G. (2009). Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student mental models and troublesomeness. *International Journal of Science Education*, 31(2), 233-258.
- Taber, K. S., & García-Franco, A. (2010). Learning processes in chemistry: Drawing upon cognitive resources to learn about the particulate structure of matter. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 99-142.
- Tsaparlis, G., & Papaphotis, G. (2009). High-school Students' Conceptual Difficulties and Attempts at Conceptual Change: The case of basic quantum chemical concepts. *International Journal of Science Education*, 31(7), 895-930.
- Ünlü, P. (2010). Pre-service physics teachers' ideas on size, visibility and structure of the atom. *European Journal of Physics*, 31(4), 881.
- Zarkadis, N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2017). Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 893-902.



Ερμηνεία και Αξιοποίηση της Γραπτής Ανατροφοδότησης από τους Μαθητές Δημοτικού

Ευαγγελία Ηρακλέους, Κωνσταντίνος Κωνσταντίνου

Πανεπιστήμιο Κύπρου

Περίληψη

Η συγκεκριμένη έρευνα επικεντρώνεται στη διερεύνηση πτυχών που αφορούν στην αξιοποίηση της γραπτής ανατροφοδότησης από μαθητές. Το δείγμα της έρευνας ήταν 11 μαθητές Ε' τάξης δημοτικού σχολείου. Τα μέσα συλλογής δεδομένων ήταν οι αποκωδικοποιήσεις της γραπτής ανατροφοδότησης από τους μαθητές, οι οπτικογραφημένες συζητήσεις τους καθώς αποκωδικοποιούσαν τα σχόλια του εκπαιδευτικού και οι ημιδομημένες συνεντεύξεις. Τα δεδομένα αναλύθηκαν ποιοτικά και ποσοτικά. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να αποκωδικοποιήσουν ορθά αρκετά σχόλια του εκπαιδευτικού.

Λέξεις-Κλειδιά: Γραπτή ανατροφοδότηση, Αξιοποίηση ανατροφοδότησης

Interpretation and utilization of written feedback by elementary students

Evangelia Irakleous, Costas Constantinou

University of Cyprus

Abstract

The purpose of the present study lies in investigating the use of written feedback comments by students. The participants were 11 elementary students. The data were the students' decoding of written feedback, video recordings of students' discussions while decoding and interpreting teacher's feedback and individual semi-structured interviews with students. The data were analysed qualitatively and quantitatively. The analysis of the data revealed that students had difficulties in decoding and interpreting teacher's feedback comments. Many of teacher's comments were decoded in a wrong way.

Keywords: Written feedback, Use of feedback



1. Εισαγωγή

Η διαμορφωτική αξιολόγηση συνιστά μια πυρηνική διδακτική πρακτική για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Kloser 2014). Περιλαμβάνει τη συλλογή πληροφορήσης για την πρόοδο των μαθητών και τη δράση με βάση αυτή την πληροφορήση ώστε να προσαρμοστεί κατάλληλα η διδασκαλία για να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των μαθητών. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι διαμορφωτικής αξιολόγησης (Black & William 2009). Η εν λόγω έρευνα επικεντρώθηκε στη μέθοδο της γραπτής ανατροφοδότησης από τον εκπαιδευτικό.

Μια από τις πολλές δράσεις που μπορεί να εμφανιστεί στο πλαίσιο της διαμορφωτικής αξιολόγησης είναι η παροχή ανατροφοδότησης στους μαθητές (Brookhart 2008). Η διαδικασία της ανατροφοδότησης είναι αποτελεσματική όταν πληρούνται δύο προϋποθέσεις: α) δίνεται ποιοτική ανατροφοδότηση που μπορεί να αξιοποιηθεί από τους μαθητές, ώστε να κατακτήσουν τους μαθησιακούς στόχους (Nicol 2010) και β) αποκωδικοποιείται/ερμηνεύεται ορθά και αξιοποιείται από τους μαθητές (Jonsson 2013).

Υπάρχει πληθώρα ερευνών αναφορικά με την πρώτη προϋπόθεση αποτελεσματικής ανατροφοδότησης αλλά περιορισμένες έρευνες σχετικά με τη δεύτερη προϋπόθεση. Οι έρευνες που διεξήχθησαν για τη δεύτερη προϋπόθεση μελετούν τις απόψεις των μαθητών για την αξιοποίηση της ανατροφοδότησης κυρίως μέσα από συνεντεύξεις και όχι την πραγματική αξιοποίησή της με τη χρήση αυθεντικών δεδομένων δηλαδή με πειραματική, ψευδοπειραματική ή ψυχομετρική μέθοδο. Ταυτόχρονα, επικεντρώνονται κυρίως στην τρίτοβάθμια εκπαίδευση (Evans 2013). Παράλληλα, υπάρχει ελλιπής γνώση στην επιστημονική κοινότητα για την ερμηνεία της ανατροφοδότησης από τους μαθητές (Jonsson 2013).

Σκοπός της έρευνας είναι να επικεντρωθεί στην αξιοποίηση της ανατροφοδότησης του εκπαιδευτικού από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με τη χρήση αυθεντικών δεδομένων και να εστιάσει στη μελέτη της ικανότητας των μαθητών να αποκωδικοποιούν και να ερμηνεύουν την ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού, εντοπίζοντας τις απορρέουσες συνέπειες για επόμενα βήματα στην προσπάθεια επίτευξης του στόχου. Το ερευνητικό ερώτημα που επιδιώκει να απαντήσει η συγκεκριμένη εργασία είναι το εξής:

Σε ποιο βαθμό οι μαθητές δημοτικού μπορούν να αποκωδικοποιήσουν τη γραπτή ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού;

Ποιες δυσκολίες αντιμετωπίζουν όταν αποκωδικοποιούν τη γραπτή ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού;

Η συνεισφορά της έρευνας αναλύεται σε δύο συνιστώσες. Σε θεωρητικό επίπεδο, η έρευνα αυτή συνεισφέρει στον εμπλουτισμό της διαθέσιμης τεχνογνωσίας αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να αποκωδικοποιήσουν και να αξιοποιήσουν τη γραπτή ανατροφοδότηση. Από πρακτική σκοπιά, τα ευρήματα της εργασίας έχουν χρήσιμες προεκτάσεις που άπτονται της προετοιμασίας των εκπαιδευτικών σε σχέση με την αποτελεσματική ενσωμάτωση της διαμορφωτικής αξιολόγησης στη διδασκαλία τους.

2. Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 11 μαθητές Ε΄ τάξης δημοτικού σχολείου της Κύπρου στην επαρχία



Λευκωσίας. Η δειγματοληψία σε επίπεδο σχολείου έγινε με βολική δειγματοληψία. Η δειγματοληψία σε επίπεδο εκπαιδευτικού έγινε με κριτηριακή δειγματοληψία και το κριτήριο επιλογής του εκπαιδευτικού ήταν να διδάσκει σε μεγάλες τάξεις για να μπορούν οι μαθητές να μελετούν τη γραπτή ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού.

Διδακτικό υλικό

Οι μαθητές ασχολούνταν με το διδακτικό υλικό του μαθήματός τους όπως παρέχεται από το Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, με μικρές διαφοροποιήσεις ώστε να ανταποκρίνεται περισσότερο στις ανάγκες της εν λόγω έρευνας. Ασχολήθηκαν με συγκεκριμένα έργα τα οποία στόχευαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδιασμού και διεξαγωγής διερευνήσεων και συγκεκριμένα, των δεξιοτήτων του σχεδιασμού έγκυρων πειραμάτων και του εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών εξαιτίας του ότι και οι δύο αφορούν τη συλλογιστική στρατηγική ελέγχου μεταβλητών. Τα έργα που αξιοποιήθηκαν αφορούσαν στην αξιολόγηση συγκεκριμένων δεξιοτήτων και όχι στο βαθμό κατανόησης επιστημονικών εννοιών, λόγω του ότι τα περισσότερα ερευνητικά δεδομένα που υπάρχουν μέχρι στιγμής, εστιάζονται στην αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης (Black & Harrison 2004). Επίσης, τα έργα αφορούσαν τις ενότητες Θερμότητα-Θερμοκρασία και Τριβή. Έγινε η επιλογή των συγκεκριμένων εννοιών γιατί προσφέρονται για να σχεδιάζουν και να διεξάγουν διερευνήσεις οι μαθητές.

Ερευνητικός σχεδιασμός

Η παρέμβαση έγινε στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών από τον εκπαιδευτικό της τάξης. Οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες των 3-4 ατόμων. Οι μαθητές συμμετείχαν σε κύκλους ανατροφοδότησης. Δίνονταν κάποια έργα στους μαθητές που αφορούσαν τη διερεύνηση. Ο κύκλος ανατροφοδότησης περιλάμβανε τα εξής στάδια: α) ομαδική παραγωγή μαθησιακού προϊόντος, β) παροχή γραπτής ανατροφοδότησης από τον εκπαιδευτικό για την αρχική τους απάντηση στο έργο, γ) ερμηνεία και αξιοποίηση της ανατροφοδότησης που τους δόθηκε μετά από συζήτηση στην ομάδα, δ) αναθεώρηση αρχικής απάντησης στο έργο γραπτά και ε) διεξαγωγή ατομικών συνεντεύξεων. Πιο κάτω επεξηγούνται πιο αναλυτικά τα στάδια.

Οι μαθητές στην ομάδα τους συζητούσαν τα έργα που τους δίνονταν και κατέγραφαν την απάντησή τους. Ο εκπαιδευτικός παρείχε γραπτή ανατροφοδότηση στις απαντήσεις των μαθητών μετά από επιμόρφωση από την ερευνήτρια για τα χαρακτηριστικά αποτελεσματικής ανατροφοδότησης με βάση τη βιβλιογραφία. Στο επόμενο μάθημα έδινε στους μαθητές τις αρχικές τους απαντήσεις, τα γραπτά σχόλια και κάποιο scaffolding (υποστήριξη) για να αποκωδικοποιήσουν τα σχόλια ώστε να υποστηριχτεί η μαθησιακή διαδικασία. Το scaffolding ήταν να αποκωδικοποιήσουν τα σχόλια ως προς τη λειτουργία που θεωρούν ότι επιτελούν υπογραμμίζοντάς τα με διαφορετικά χρώματα. Συγκεκριμένα, τους ζητήθηκε να εντοπίσουν και να υποδείξουν τμήματα των ανατροφοδοτικών σχολίων που: α) δείχνουν τι έκαναν σωστά, β) τι δεν έκαναν εντελώς σωστά και γ) πώς να προχωρήσουν. Υπογράμμιζαν τα τρία στοιχεία με διαφορετικό χρώμα. Ταυτόχρονα, έπρεπε να υπογραμμίσουν με άλλο χρώμα αν θεωρούν ότι το σχόλιο δεν τους δίνει χρήσιμη πληροφόρηση για το πώς να βελτιώσουν την απάντησή τους. Τους δόθηκαν γραπτές οδηγίες για το πώς να αποκωδικοποιήσουν τα σχόλια. Εντόπιζαν τα συγκεκριμένα στοιχεία λόγω του ότι όπως προαναφέρθηκε στη βιβλιογραφική επισκόπηση αποτελούν βασικά στοιχεία της αποτελεσματικής ανατροφοδότησης. Η συζήτηση των μαθητών για το πώς αποκωδικοποιούσαν τα σχόλια οπτικογραφούνταν. Στη συνέχεια, συζητούσαν πώς θα αξιοποιήσουν τα σχόλια και αναθεωρούσαν την αρχική τους απάντηση (οπτικογραφημένη συζήτηση). Μετά το τέλος των μαθημάτων



λήφθηκαν κάποιες ημιδομημένες ατομικές συνεντεύξεις από μαθητές. Αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές για διαφορετικά μαθησιακά έργα.

Μέσα συλλογής δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων έγινε από τις ακόλουθες πηγές: α) αποκωδικοποιήσεις της γραπτής ανατροφοδότησης από τους μαθητές ως προς τη λειτουργία των σχολίων, β) οπτικογραφημένες συζητήσεις των ομάδων των μαθητών καθώς αποκωδικοποιούν τα σχόλια και γ) ημιδομημένες ατομικές συνεντεύξεις από μαθητές.

Η αποκωδικοποίηση των σχολίων από τους μαθητές αποτέλεσε ένα βασικό μέσο συλλογής δεδομένων μιας και χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί κατά πόσο οι μαθητές είναι ικανοί να ερμηνεύσουν την ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού. Ταυτόχρονα, διαφαίνονται κάποιες δυσκολίες των μαθητών σχετικές με την αποκωδικοποίηση των σχολίων. Όσο αφορά τις οπτικογραφημένες συζητήσεις των ομάδων βοήθησαν στην εξωτερίκευση της ερμηνείας της ανατροφοδότησης από τους μαθητές και στον εντοπισμό πιθανών δυσκολιών. Τέλος, οι ημιδομημένες ατομικές συνεντεύξεις συνέβαλαν στην συλλογή πληροφορήσης για την ερμηνεία και αξιοποίηση της ανατροφοδότησης από μέρους των μαθητών και στην τριγωνοποίηση των δυσκολιών. Διεξήχθησαν 8 συνεντεύξεις στο χώρο του σχολείου με την παρουσία του εκπαιδευτικού και είχαν διάρκεια 5-10 λεπτά.

Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων

Οι αποκωδικοποιήσεις των μαθητών για τη γραπτή ανατροφοδότηση συγκρίθηκαν με την κωδικοποίηση της ερευνητριας. Έγινε ποσοτική ανάλυση με τη χρήση της περιγραφικής στατιστικής αφού υπολογίστηκε ο αριθμός των σχολίων που συμφωνούσε η αποκωδικοποίηση των μαθητών με την κωδικοποίηση της ερευνητριας. Όσο αφορά τις οπτικογραφημένες συζητήσεις, αναλύθηκαν ποιοτικά με τη μέθοδο της συνεχούς σύγκρισης. Η μέθοδος αυτή είναι μια συστηματική και επαγωγική διαδικασία σύμπτυξης των δεδομένων μέσω συνεχούς επανακωδικοποίησης (Cohen, Manion, & Morrison 2011). Αρχικά, η μονάδα ανάλυσης ήταν ολόκληρη η συζήτηση των μαθητών ώστε να εντοπιστούν επεισόδια που συζητούσαν το κάθε διαφορετικό σχόλιο. Μετά, η ανάλυση εστιάστηκε εντός του επεισοδίου ώστε να εντοπιστούν οι δυσκολίες τους καθώς αποκωδικοποιούν και ερμηνεύουν την ανατροφοδότηση. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό transana που επιτρέπει την κωδικοποίηση και επεξεργασία των δεδομένων. Ακολούθως, υπολογίστηκε η συχνότητα εμφάνισης του κάθε κωδικού (περιγραφική στατιστική). Οι συνεντεύξεις αναλύθηκαν και αυτές με τη μέθοδο της συνεχούς σύγκρισης και υπολογίστηκε η συχνότητα εμφάνισης του κάθε κωδικού.

3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των αποκωδικοποιήσεων των σχολίων φάνηκε ότι οι μαθητές αποκωδικοποίησαν με λανθασμένο τρόπο αρκετά σχόλια (27/70). Ακολουθεί ένα παράδειγμα σχολίου που το αποκωδικοποίησαν με λανθασμένο τρόπο: «Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που πρέπει να μείνουν σταθεροί και δεν έχουν σχέση με τη σανίδα;» Το σχόλιο αυτό το κωδικοποίησαν ως σχόλιο που τους δείχνει τι δεν είναι εντελώς σωστό ενώ η ερευνητρια ως σχόλιο που δείχνει πώς να προχωρήσουν γιατί τους παρέχει κατεύθυνση για το πώς να βελτιώσουν την απάντησή τους.

Από τις οπτικογραφημένες συζητήσεις και τις αποκωδικοποιήσεις προέκυψαν κάποιες δυσκολίες που αντιμετώπιζαν οι μαθητές καθώς αποκωδικοποιούσαν τα σχόλια οι οποίες αφορούσαν τα σχόλια και την αποκωδικοποίηση. Οι δυσκολίες αυτές τριγωνοποιήθηκαν από τις ημιδομημένες συνεντεύξεις που έγιναν στους μαθητές. Σχετικά με τα σχόλια, απέρριπταν τη χρησιμότητα των σχολίων και δεν κατανοούσαν το πλαίσιο της αρχικής δραστηριότητας και της ανατροφοδότησης που δόθηκε και ως εκ τούτου το ανατροφοδοτικό σχόλιο. Οι δυσκολίες που σχετίζονταν με την αποκωδικοποίηση διακρίνονταν σε τεχνικές και ουσιαστικές. Αναφορικά με τις τεχνικές δυσκολίες, οι μαθητές δυσκολεύονταν να



αξιοποιήσουν τα χρώματα. Ειδικότερα, παρερμήνευαν τα χρώματα αποκωδικοποίησης, ξεχνούσαν τι αντιπροσώπευε το κάθε χρώμα και δεν κατανοούσαν ότι το διαφορετικό χρώμα υποδήλωνε διαφορετική λειτουργία σχολίου. Σχετικά με τις ουσιαστικές δυσκολίες, οι μαθητές δυσκολεύονταν να διακρίνουν τα σχόλια που αφορούσαν σε λάθη ή παραλείψεις και αυτά που αφορούσαν σε εισήγηση του πώς να προχωρήσουν για να βελτιώσουν την απάντησή τους (σε 5/14 έγινε λανθασμένη αποκωδικοποίηση σχολίων που τους δείχνουν κάτι που δεν είναι εντελώς ορθό και σε 22/38 έγινε λανθασμένη αποκωδικοποίηση σχολίων που τους δείχνουν πώς να προχωρήσουν). Επιπλέον, προσπερνούσαν ουσιαστικά στοιχεία του περιεχομένου της ανατροφοδότησης εστιάζοντας σε μεμονωμένα επιφανειακά στοιχεία (π.χ. επικεντρώνονταν σε λέξεις, σύνταξη, μοτίβο που δημιουργείται από τα χρώματα). Ακολουθεί ένα παράδειγμα συζήτησης που τεκμηριώνει την εν λόγω δυσκολία:

«M1: Ναι ως δαμέ. Επειδή εν η ερώτηση τζέινη νομίζω.

M2: Επειδή εκάμαμε το ότι εθέλαμε ναι.

M1: Κυρία δαμέ πρέπει να υπογραμμίσουμε κάτι;

E: Σε όλα πρέπει να υπογραμμίσετε κάτι με χρώμα

M1: α το λοιπόν εντάξει εν ερώτηση τούτη

M3: Τις ερωτήσεις τι χρώμα τις κάμνουμε;

M2: Νομίζω εν έχει χρώμα για τις ερωτήσεις

M1: Περίμενε» [B5, γρ. 54-61]

4. Συμπεράσματα

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της ικανότητας των μαθητών δημοτικού να αποκωδικοποιούν και να ερμηνεύουν τα σχόλια του εκπαιδευτικού. Από την ανάλυση των δεδομένων φάνηκε ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να αποκωδικοποιήσουν και να ερμηνεύσουν την ανατροφοδότηση και αντιμετωπίζουν ποικίλες δυσκολίες. Οι δυσκολίες των μαθητών αφορούν την ανατροφοδότηση και τη διαδικασία αποκωδικοποίησης των σχολίων. Η διαδικασία αποκωδικοποίησης των σχολίων είναι μια σύνθετη και μη οικεία διαδικασία για τους μαθητές. Το scaffolding (υποστήριξη) που δόθηκε από τη μια δυσκόλεψε τους μαθητές αλλά από την άλλη δόμησε τη διαδικασία αποκωδικοποίησης των σχολίων. Μια εισήγηση είναι αρχικά να δίνεται περισσότερη υποστήριξη και σταδιακά να μειώνεται. Θα μπορούσε λοιπόν την πρώτη φορά που δόθηκε ανατροφοδότηση να απουσίαζε το κομμάτι που καλούνταν να εκφράσουν άποψη για το αν το σχόλιο είναι χρήσιμο ή όχι και οι μαθητές να επικεντρώνονταν στην αποκωδικοποίηση της λειτουργίας των σχολίων. Ταυτόχρονα, ο τρόπος διατύπωσης των οδηγιών θα μπορούσε να ήταν πιο απλός γιατί πιθανό να τους δυσκόλεψε και για αυτό τον λόγο να εμφανίστηκαν οι τεχνικές δυσκολίες. Συνεπώς, οι μαθητές δημοτικού χρειάζονται στήριξη για να αποκωδικοποιήσουν και να αξιοποιήσουν την ανατροφοδότηση. Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να υποστηρίξει με διάφορους τρόπους τη διαδικασία αποκωδικοποίησης και αξιοποίησης της ανατροφοδότησης (Sadler 1998).

5. Βιβλιογραφία

Black, P., & Harrison, C. (2004). *Science inside the Black Box*. London: GL Assessment.

Black, P., & William, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31.

Brookhart, S. M. (2008). *How to give effective feedback to your students*. ASCD.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education*. Routledge.

Evans, C. (2013). Making Sense of Assessment Feedback in Higher Education. *Review of Educational Research*, 83(1), 70–120.



Jonsson, A. (2013). Facilitating productive use of feedback in higher education. *Active Learning in Higher Education*, 14(1), 63–76.

Kloser, M. (2014). Identifying a core set of science teaching practices: A Delphi expert panel approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1185–1217.

Nicol, D. (2010). From monologue to dialogue: Improving written feedback processes in mass higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 35(5), 501–517

Sadler, D. R. (1998). Formative Assessment: revisiting the territory. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 77–84. <https://doi.org/10.1080/0969595980050104>



Ελλείμματα της Εκπαίδευσης στη Φυσική «από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο» – Μια Έρευνα και Προτάσεις

Γεώργιος Καλκάνης, Γεώργιος Τόμπρας

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Τα Προγράμματα Σπουδών (και) της Φυσικής για τη λυκειακή εκπαίδευση σχεδιάζονται στη χώρα μας χωρίς, κατά κανόνα, να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις των Πανεπιστημίων ούτε οι ανάγκες των μαθητών όταν γίνουν πλέον φοιτητές, δημιουργώντας τους ελλείμματα Φυσικής και μη ομαλή απρόσκοπτη συνέχιση των σπουδών τους. Με στόχο –και ερευνητικά ερωτήματα– τον εντοπισμό ελλειμμάτων (αν πράγματι υπάρχουν και ποιων) στα διδασκόμενα στο λύκειο γνωστικά αντικείμενα και στον πειραματισμό, αλλά και με σκοπό τη διατύπωση προτάσεων, πραγματοποιήθηκε έρευνα σε 728 φοιτητές. Τα συμπεράσματα της έρευνας εκπλήσσουν όχι γιατί αναδεικνύουν ως πρώτο έλλειμμα τον πειραματισμό, αλλά για το πολύ υψηλό (96%) ποσοστό του.

Λέξεις Κλειδιά: Προγράμματα Σπουδών Φυσικής για το Λύκειο, Φυσική και Πειραματισμός στο Λύκειο

Deficits in Physics Education "from Lyceum to University" – A Research and Suggestions

George Kalkanis, George Tombras

National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

Greek Physics-curricula for upper-secondary education are designed taking into consideration neither the needs of the university nor of those who are to become university students, thus leading to knowledge deficits and depriving university students from unobtrusive progress in their studies. We conducted a study on 728 students. Our research questions were the clarification of such deficits (if they are indeed any) in the material theoretically and experimentally taught in Greek lyceum and the formulation of proposals to remedy the situation. Our findings not only affirm as the main deficit the lack of experimentation, but also highlight its extremely high percentage (96%).

Keywords: Upper secondary education physics curricula, teaching physics and experimentation in lyceum

1. Εισαγωγή



Οι εμπειρίες και διαπιστώσεις όλων σχεδόν των καθηγητών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης που έχουν ερωτηθεί και διδάσκουν φυσική ή ασκούν στην πειραματική φυσική πρωτοετείς φοιτητές συγκλίνουν σε καταφατική απάντηση στο ερώτημα «υπάρχουν ελλείμματα από τις σπουδές τους στο λύκειο σε προαπαιτούμενες γνώσεις ή δεξιότητες των πρωτοετών φοιτητών θετικών επιστημών σε πανεπιστήμια ή τεχνολογικά ιδρύματα;». Στο προφανές επόμενο ερώτημα «ποια είναι τα κυριότερα ελλείμματα;», οι καθηγητές / εκπαιδευτικοί εντοπίζουν ελλείμματα σε διάφορα μαθήματα που αφορούν επί μέρους γνωστικά αντικείμενα της Φυσικής ή και τα Μαθηματικά, κυρίως όμως εντοπίζουν ελλείμματα στον πειραματισμό που διενεργείται (;) στο Λύκειο. Αυτές οι διαπιστώσεις ασυνέχειας (ή και χάσματος) «από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο» ενισχύονται και από ερευνητές (Καραμπάρμπουνης, 2017), αλλά και αποφοίτους του Τμήματος Φυσικής ή/και των Πολυτεχνικών Τμημάτων σε κατ' ιδίαν συζητήσεις μαζί τους. Αυτοί όχι μόνο διαπιστώνουν ελλείμματα, αλλά και προτείνουν επίσης προσθήκες γνωστικών αντικειμένων και εργαστηριακών ωρών. Όσον αφορά στα ελλείμματα γνωστικών αντικειμένων και στον πειραματισμό ενδεικτικό είναι και το syllabus των Διεθνών Ολυμπιάδων Φυσικής (Syllabus IPhO, 2015). Οπωσδήποτε ο πειραματισμός και τα γνωστικά αυτά αντικείμενα πρέπει να είναι προσαρμοσμένα γνωστικά, γνωστικά και παιδαγωγικά για τους μαθητές Λυκείου.

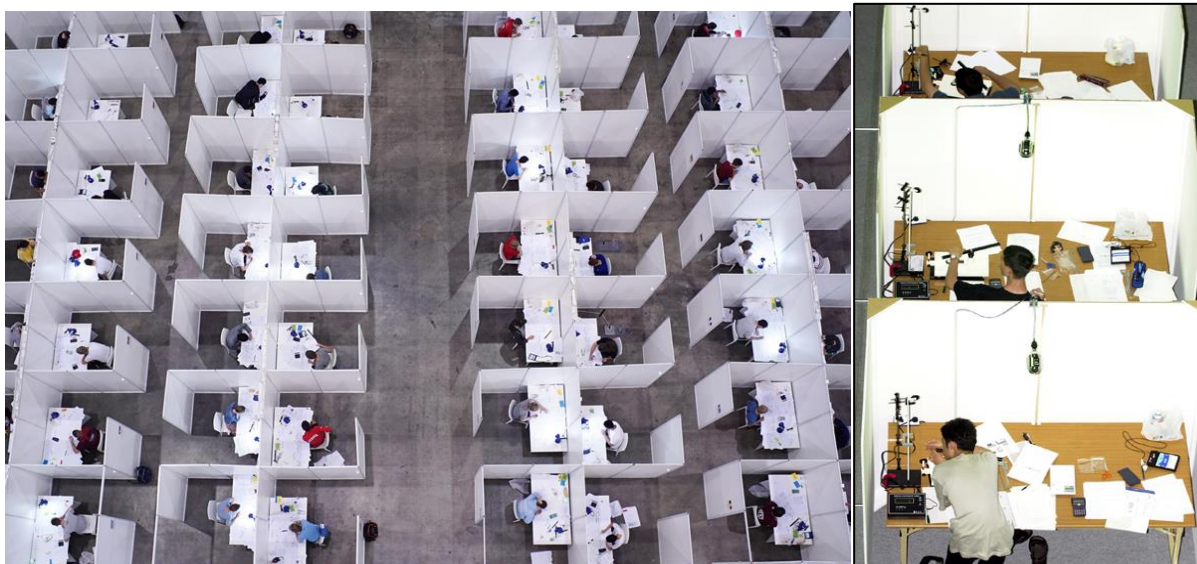
Η ασυνέχεια αποδίδεται καταρχήν στα εφαρμοζόμενα Προγράμματα Σπουδών του Λυκείου που κατά κανόνα σχεδιάστηκαν και δημιουργήθηκαν χωρίς απαραίτητα να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις των Πανεπιστημίων ή/και –κυρίως– οι ανάγκες των μαθητών, όταν πλέον γίνουν φοιτητές σε σχολές / τμήματα θετικών επιστημών. Αυτό δυσκολεύει ή εμποδίζει την ομαλή και απρόσκοπτη συνέχιση των σπουδών τους «από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο». Αλλά και όταν εκπονήθηκε, εγκρίθηκε και δημοσιεύτηκε σε ΦΕΚ ένα τέτοιο Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής για το Λύκειο το 2014 (Πρόγραμμα Σπουδών, 2014) δεν εφαρμόστηκε έως τώρα. Η ασυνέχεια αποδίδεται και στην απροθυμία εκπαιδευτικών, μαθητών και γονέων να διεξάγονται οι όποιοι πειραματισμοί στο λύκειο, ακόμη και όταν προβλέπονται / επιβάλλονται από τα Προγράμματα Σπουδών, αφού δεν εξετάζονται και δεν λαμβάνονται υπόψη στις εισαγωγικές εξετάσεις για την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Το μέτρο άρχισε να εφαρμόζεται στην Κύπρο (Πρόγραμμα Σπουδών Κύπρου, 2018) με διαφαινόμενα θετικά αποτελέσματα.

Πειραματικά θέματα δοκιμάζονται επίσης στους Πανελλήνιους Διαγωνισμούς Φυσικής «Αριστοτέλης» (Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί «Αριστοτέλης», 2018) και βέβαια εφαρμόζονται, με μεγάλο συντελεστή βαρύτητας στις Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής. Εκεί απαιτείται πραγματικός πειραματισμός από τους διαγωνιζόμενους, με σύνθεση της πειραματικής διάταξης από όργανα που δίνονται χωρίς να είναι προφανής ο τρόπος αξιοποίησής τους. Ακόμη, απαιτείται η λήψη πειραματικών τιμών από μετρήσεις και η σχεδίαση διαγραμμάτων από τα οποία οι διαγωνιζόμενοι πρέπει να υπολογίσουν τιμές και να συναγάγουν συμπεράσματα.

Τα συμπεράσματα που έχουν συναχθεί τόσο για τα εξεταζόμενα θεωρητικά όσο και τα πειραματικά θέματα από τη συμμετοχή μας σε Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής επί σειρά ετών (από 1994 έως και 2019) εκ μέρους του Πανεπιστημίου Αθηνών που είχε όλα αυτά τα χρόνια την ευθύνη της επιλογής, της προετοιμασίας και της υποστήριξης in situ των Ελλήνων μαθητών που συμμετείχαν στις Ολυμπιάδες, έχουν συμπεριληφθεί –μαζί με τις προτάσεις μας– στους λεπτομερείς απολογισμούς που έχουμε υποβάλλει κάθε χρόνο στο Υπουργείο Παιδείας (Απολογισμοί και Προτάσεις Διαγωνισμών και Ολυμπιάδων, 2018).



Εικόνες 1α, β: Διαγωνιζόμενοι μαθητές σε Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής



Με βάση την παραπάνω εμπειρία από τους Πανελληνίους Διαγωνισμούς Φυσικής και τις διαπιστώσεις από τις Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής, έχουμε προτείνει, σχεδόν πανομοιότυπα, τα εξής:

- α) Εφαρμογή ενός εκσυγχρονισμένου και εξορθολογισμένου αναλυτικού προγράμματος σπουδών φυσικής για το λύκειο το οποίο να εξυπηρετεί την αναγκαία πληρότητα, να προβάλλει τη συνεκτικότητα της ύλης και την ανάδειξη ενιαίων θεωρητικών προτύπων / πρακτικών για τη μελέτη φαινομενικά ετερόκλητων θεματικών εννοιών, αλλά και να προβλέπει την υποχρεωτική εφαρμογή εργαστηριακών / πειραματικών ασκήσεων με λήψη και επεξεργασία μετρήσεων, μέσω συμβατικών οργάνων ή και αισθητήρων / απτήρων (που ήδη διαθέτουν όλα τα λύκεια της χώρας).
- β) Καθιέρωση (και) πειραματικής άσκησης στα εξεταζόμενα θεωρητικά θέματα φυσικής (με επεξεργασία –καταρχήν– δεδομένων) κατά τις Εξετάσεις Εισαγωγής στα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα. Το μέτρο αυτό (χωρίς οικονομικό ή άλλο κόστος) θα εξασφαλίσει άμεσα την υποχρεωτικότητα της εφαρμογής εργαστηριακών / πειραματικών ασκήσεων φυσικής σε όλα τα λύκεια της χώρας. Ήδη έχει μελετηθεί η εφικτότητα και αποτελεσματικότητα τέτοιων πειραματικών ασκήσεων στους Πανελληνίους Διαγωνισμούς Φυσικής.

Οι προτάσεις αυτές είναι άμεσα υλοποιήσιμες αφού απαιτούν ελάχιστη οικονομική επιβάρυνση για την Πολιτεία και προβλέπουν την αξιοποίηση τόσο του υπάρχοντος ανθρώπινου δυναμικού / εκπαιδευτικών όσο και της υπάρχουσας υλικοτεχνικής υποδομής.

2. Μεθοδολογία

Με στόχο μια ακόμη –επικαιροποιημένη– απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα και σκοπό τη διατύπωση προτάσεων για την εξομάλυνση ή εξάλειψη της ασυνέχειας (αν υπάρχει), πραγματοποιήθηκε έρευνα σε 728 Έλληνες φοιτητές του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (στο Τμήμα Φυσικής) και του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (σε διάφορα Τμήματα). Όλοι αυτοί οι φοιτητές διδάσκονται τώρα ή διδάχτηκαν πρόσφατα Φυσική. Σε αυτούς περιλαμβάνονται και φοιτητές ή



απόφοιτοι ελληνικών και ξένων ανώτατων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων οι οποίοι ως μαθητές διακρίθηκαν στους Πανελληνίους Διαγωνισμούς Φυσικής «Αριστοτέλης» ή έλαβαν μέρος –ή και διακρίθηκαν– σε Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής.

Οι φοιτητές αυτοί είναι εγγύτερα στη σημερινή πραγματικότητα και για αυτό, πέραν των διαπιστώσεων εκπαιδευτικών και ερευνητών, δικαιούνται και νομιμοποιούνται κατά κύριο λόγο να διαπιστώνουν και να προτείνουν, όταν μάλιστα πολλοί από αυτούς είχαν επιδείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον με τη συμμετοχή τους σε Διαγωνισμούς και Ολυμπιάδες Φυσικής. Εξάλλου, τα παραπάνω αρχικά ερωτήματα πρέπει να διερευνώνται διαρκώς και να επικαιροποιούνται οι διαπιστώσεις και προτάσεις τους με στόχο διορθώσεις ή προσθήκες στα Προγράμματα Σπουδών, αλλά και στις εκπαιδευτικές πολιτικές όπως αυτές που συναρτώνται με τις εισαγωγικές εξετάσεις στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

Σύμφωνα με την ερευνητική μεθοδολογία που εφαρμόστηκε, οι φοιτητές του ΕΚΠΑ και του ΕΜΠ παρέλαβαν τυχαία στα αμφιθέατρα ή και τα εργαστήρια το παρακάτω ερωτηματολόγιο και απάντησαν ο καθένας ξεχωριστά και ιδιόχειρα (αλλά ανώνυμα) στα ερωτήματα: α. «Θεωρείς ότι υπάρχουν ελλείμματα στις θεωρίες της Φυσικής ή/και στον πειραματισμό στη Φυσική που διδάχθηκες ή ασκήθηκες στο Λύκειο σε σχέση με τα προ-απαιτούμενα των πανεπιστημιακών σπουδών σου στη Φυσική;» και β. «Ποια θεωρείς ως σημαντικότερα ελλείμματα των προγραμμάτων σπουδών του Λυκείου στα θεωρητικά αντικείμενα (/τις θεωρίες) ή στον πειραματισμό;» με στόχο τη διατύπωση προτάσεων. (Επισημαίνεται ότι δεν δόθηκαν στους ερωτώμενους ενδεικτικές απαντήσεις / προτάσεις για να επιλέξουν, ώστε να μην παραμείνουν εγκλωβισμένοι σε στερεότυπα αλλά να αναφέρουν αβίαστα τις όποιες απόψεις τους. Οι απαντήσεις έπρεπε να είναι έως τρεις).

3. Αποτελέσματα

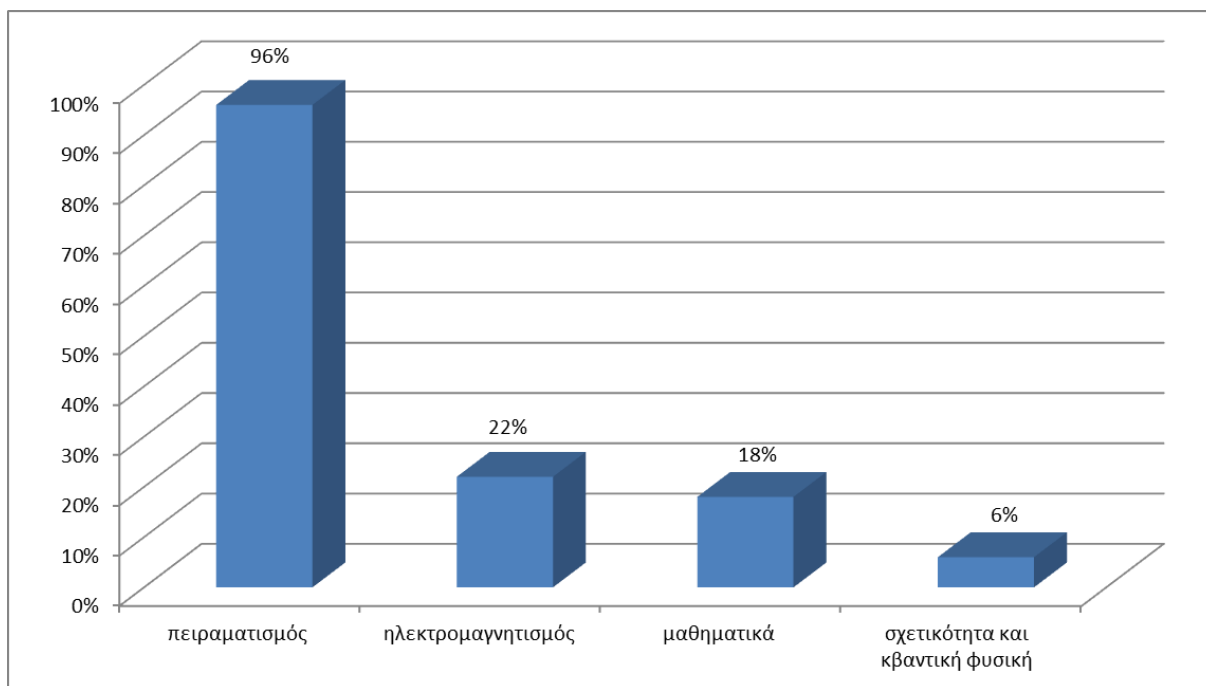
Τα αποτελέσματα της έρευνας που προέκυψαν από τις απαντήσεις στο πρώτο ερώτημα ήταν –για πολλούς– αναμενόμενα, αφού οι απαντήσεις ήταν καταφατικές (ΝΑΙ) σε ποσοστό 98 % των φοιτητών, ενώ οι αρνητικές (ΟΧΙ) ήταν περίπου 1% και χωρίς απάντηση οι υπόλοιπες. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις απαντήσεις στο δεύτερο ερώτημα ήταν –επίσης– αναμενόμενα, αφού ο πειραματισμός αναδεικνύεται ως το συνηθέστερο και σημαντικότερο έλλειμμα. Εκπλήσσει όμως –ως μη αναμενόμενο– το εξαιρετικά υψηλό ποσοστό (96%) των απαντήσεων των φοιτητών για τον πειραματισμό. Τα ελλείμματα που διακρίνουν και αναφέρουν οι φοιτητές συμπληρώνονται με ελλείμματα –σε έκταση και βάθος– στον ΗλεκτροΜαγνητισμό (με ποσοστό φοιτητών 22%), στα Μαθηματικά (με ποσοστό 18%), στη Μετακλασική –Σχετικιστική και Κβαντική– Φυσική (με ποσοστό 6%) και άλλα με μικρότερα ποσοστά. Επισημαίνεται και πάλι ότι οι φοιτητές έκαναν έως και τρεις προτάσεις, ενώ δεν εμφανίζεται αξιοσημείωτη διαφοροποίηση μεταξύ των φοιτητών του ΕΚΠΑ (/Τμήμα Φυσικής) και των φοιτητών του ΕΜΠ.

Ενδιαφέρουσα είναι η απάντηση και χαρακτηριστικός ο σχολιασμός φοιτήτριας του Πανεπιστημίου MIT (Διγαλάκη, 2017) που είχε συμμετάσχει ως μαθήτρια της Γ' Λυκείου και είχε διακριθεί στη Διεθνή Ολυμπιάδα Φυσικής 2017. Συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων, διαπιστώνει τις εξής ελλείψεις: Μη επαρκής εξοικείωση με το «πρακτικό» κομμάτι του αντικειμένου, δηλαδή την πειραματική διαδικασία, τις τάξεις μεγέθους των διαφόρων φυσικών μεγεθών που συναντώνται στον πραγματικό κόσμο και την διαχείριση των σημαντικών ψηφίων και ελάχιστη επαφή με τον Ηλεκτρομαγνητισμό (ιδιαίτερα τον Μαγνητισμό) στο πλαίσιο του Λυκείου. Οι λύσεις που προτείνει είναι οι εξής: Ένταξη της ουσιαστικής πειραματικής διαδικασίας στο Λύκειο, η οποία θα πρέπει να προβλέπεται στο αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος και να γίνεται τακτικά - Διακοπή της συνήθειας των θεματοδοτών να «μαγειρεύουν» τις αριθμητικές τιμές των διαφόρων ποσοτήτων προκειμένου να προκύπτουν στις λύσεις των προβλημάτων πάντοτε ακέραιοι



αριθμοί (στα προβλήματα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αριθμητικές τιμές που να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα) - Επανεπίταξη του Ηλεκτρομαγνητισμού στο αναλυτικό πρόγραμμα και στην εξεταστέα ύλη της Γ' Λυκείου και όχι πλήρους υποβάθμισή του προς χάριν της Μηχανικής.

Ραβδόγραμμα 1: Ποσοστά απαντήσεων για τα Ελλείμματα του Προγράμματος Σπουδών στη Φυσική



4. Συμπεράσματα – Προτάσεις

Τα συμπεράσματα και οι προτάσεις είναι προφανή. Πρέπει να ενδυναμωθούν (σε εύρος και σε βάθος αλλά και σε ώρες διδασκαλίας) τα γνωστικά αντικείμενα που προτείνονται από τους φοιτητές που πήραν μέρος στην έρευνα. Κυρίως όμως πρέπει να καθιερωθεί –και να λειτουργήσει υποχρεωτικά– ο πραγματικός πειραματισμός στο Λύκειο, όπως σε όλες τις χώρες του κόσμου, σύμφωνα με προηγούμενη έρευνά μας που έχει διεξαχθεί μεταξύ εκπροσώπων από 85 χώρες σε Διεθνή Ολυμπιάδα Φυσικής (Γκικοπούλου κά. 2017). Με την έρευνα επιβεβαιώθηκε ότι η συντριπτική πλειοψηφία των Ελλήνων μαθητών λυκείου που συμμετείχαν δεν έχουν εκτελέσει συστηματικό πραγματικό πειραματισμό, κατά τις διδασκόμενες θεματικές της κάθε τάξης σύμφωνα με τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών. Αντίθετα, διαπιστώθηκε ότι στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι μαθητές των λυκείων των άλλων χωρών που συμμετέχουν στις Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής, εκτελούν συστηματικά κάποιου είδους πραγματικό πειραματισμό στη φυσική. Χαρακτηριστική ήταν η δήλωση όλων σχεδόν των μαθητών της Γ' Λυκείου που επιλέχθηκαν και εκπροσώπησαν τη χώρα μας σε όλες σχεδόν τις τελευταίες Διεθνείς Ολυμπιάδες Φυσικής ότι δεν είχαν ποτέ εκτελέσει συστηματικά στο σχολείο τους πειράματα ή είχαν συμμετοχή αποσπασματικά στην εκτέλεση ή παρακολούθηση μερικών μόνο πειραμάτων.

Ο πειραματισμός προτείνεται να ενταχθεί στην επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση (Γκικοπούλου, 2019). Σύμφωνα με αυτήν ο εκπαιδευτικός προκαλεί με κάποιο έναυσμα στους



εκπαιδευόμενους το ενδιαφέρον τους για το προς μελέτη θέμα, τους ενθαρρύνει να διατυπώσουν υποθέσεις, μετά δε από αποδεικτικό / επιβεβαιωτικό πειραματισμό τους οδηγεί να επιλέξουν τη σωστή υπόθεση και να διατυπώσουν συμπεράσματα (όπως, κατά την επιστημονική έρευνα, θα αναγόρευαν τη σωστή υπόθεση σε θεωρία). Στη συνέχεια εφαρμόζουν τα συμπεράσματα / τα γενικεύουν (όπως, κατά την επιστημονική έρευνα επιβάλλεται ο συνεχής έλεγχος με πειραματισμό ή με περαιτέρω εφαρμογές) αλλά και τα ερμηνεύουν με το πρότυπο του μικροκόσμου. Αυτή η εκπαιδευτική μεθοδολογία εφαρμόζεται ήδη στην ύστερη πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Ε΄ και Στ΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου στο μάθημα των Φυσικών από το 2001, Αποστολάκης κá 2001, 2006) και στην πρώιμη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Α΄ Γυμνασίου στο μάθημα Η Φυσική με Πειράματα από το 2013, Καλκάνης κá 2013, και Β΄ Γυμνασίου στο μάθημα της Φυσικής από το 2014, Αντωνίου κá 2014), ενώ εφαρμόστηκε επιτυχώς και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (στα Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δ. Ε. του Πανεπιστημίου Αθηνών από το 2001 έως και το 2016, Καλκάνης 2010). Εξάλλου, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (<http://ec.europa.eu/research/science-society> => "Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe"), η εκπαίδευση στη φυσική –και γενικότερα στις φυσικές επιστήμες– βασισμένη στη διερεύνηση (Inquiry-based science education) έχει αποδείξει την αποτελεσματικότητά της τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όσον αφορά στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και τη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει τα κίνητρα των εκπαιδευτικών.

Η μεθοδολογία είναι αποτελεσματική για όλους τους μαθητές από τους πιο αδύναμους έως τους πιο ικανούς και είναι πλήρως συμβατή με τη φιλοδοξία της αριστείας. Προτείνεται επίσης για κάθε εκπαιδευτικό πειραματισμό, οποιασδήποτε θεματικής, να έχει προβλεφθεί, να έχει σχεδιαστεί και να αξιοποιείται ένα φύλλο εργασίας διαρθρωμένο στα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση. Το φύλλο εργασίας συμπληρώνεται από τους μαθητές, οι οποίοι καταγράφουν επίσης τις τιμές των μετρήσεων και τις επεξεργάζονται. Αυτό το φύλλο εργασίας είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό επίσης και ως αξιολογικό εργαλείο.

Προτείνεται, τέλος, ο πειραματισμός να περιληφθεί και στη διαδικασία των Πανελλήνιων Εισαγωγικών Εξετάσεων για τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα.

5. Βιβλιογραφία

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιμπα, Λ. (2014). «Φυσική – Εργαστηριακός Οδηγός», Β' Γυμνασίου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 2014

Απολογισμοί και Προτάσεις Διαγωνισμών και Ολυμπιάδων (2018). <http://micro-kosmos.uoa.gr>

Αποστολάκης, Εμ., Παναγοπούλου, Ελ., Σάββας, Στ., Μακρή, Βεατρ., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, ΑΘ., & Καλκάνης, Γ.Θ. (2006). "ΦΥΣΙΚΑ Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω", Βιβλίο Μαθητή, Τετράδιο Εργασιών, Βιβλίο Δασκάλου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 2006

Αποστολάκης, Εμ., Κορόζη, Β., Παναγοπούλου, Ελ., Πετρέα, Κ., Σάββας, Στ., & Καλκάνης, Γ.Θ. (2001). "Ερευνώ και Ανακαλύπτω", εγχειρίδια Ε΄ και Στ' Δημοτικού (βιβλίο για το μαθητή, βιβλίο για το δάσκαλο, ένθετο "με μια ματιά", φύλλα αξιολόγησης), Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2001

Γκικοπούλου, Ο. (2019), «Η επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση και ο επιστημονικός τρόπος σκέψης – Μια έρευνα», 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση «Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της



Τεχνολογίας στον 21ο αι.», Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Φλώρινα, 19-21 Απριλίου 2019

Γκικοπούλου, Ο., Τσάκωνας, Π., Καλκάνης, Γ., & Τόμπρας, Γ. (2017, Απρίλιος). «Ο Λυκειακός Πειραματισμός (;) στη Φυσική – Διαπιστώσεις και Προτάσεις», 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Πανεπιστημιούπολη Γάλλου, Ρέθυμνο, 7-9 Απριλίου 2017

Διγαλάκη, Κ., (2017). «Ελλείμματα Φυσικής μεταξύ γ' Λυκείου και Πανεπιστημίων – Πειραματική Διαδικασία και Ηλεκτρομαγνητισμός – Λύσεις, Προτάσεις», <http://physicsmentor.gr/wp-content/uploads/2019/02/Digalaki.pdf>

Καλκάνης, Γ.Θ., Γκικοπούλου, Ο., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ., Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπασιμίπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ.Ι., & Πολίτης Σ. (2013). Βιβλίο "Η Φυσική με Πειράματα" Α' Γυμνασίου, Υπουργείο Παιδείας, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, ΙΤΥΕ Διόφαντος, Αθήνα 2013

Καραμπαρμπούνης, Α. (2017). «Η ... 4η Λυκείου (ή με τι εφόδια και νοοτροπίες μας έρχονται οι Πρωτοετείς μας στο Πανεπιστήμιο και τι μπορεί να γίνει)», http://physicsmentor.gr/wp-content/uploads/2019/02/H_4h_Lykeiou_A_Karabarounis.pdf

Πανελλήνιοι Διαγωνισμοί «Αριστοτέλης» (2018). <http://physicsmentor.gr/?p=721>

Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Κύπρου (2018). http://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/programmata_spoudon.html

Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Λυκείου (2014). ΦΕΚ 184/23-01-2015

"Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe" (2007). EUROPEAN COMMISSION 2007, Directorate - General for Research Directorate L - Science, Economy and Society, Unit L4 - Scientific Culture and Gender, <http://ec.europa.eu/research/science-society>

Syllabus IPhO (2015). International Physics Olympiads. <http://ipho.org/syllabus.html>



Γνωστικό στυλ, δημιουργία κινήτρων και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες: Η περίπτωση της δομημένης διερεύνησης στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία

Μαρία Καλλέρη¹, Άγγελος Σοφινίδης¹, Πόπη Πατηνιώτη², Καλλιόπη Τσιάλμα³, Χριστίνα Κατσιάνα²

¹ Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ, ² Προσχολική Εκπαίδευση, ³ Α'βάθμια Εκπαίδευση

Περίληψη

Οι διαφορές κινήτρων των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να εξηγηθούν μέσω της θεωρίας “συστημικών”-“ενσυναισθησιακών” εγκεφάλων. Οι ερευνητές ισχυρίζονται ότι άνθρωποι με “συστημικό” εγκέφαλο εμφανίζουν περισσότερα κίνητρα. Στόχος της εργασίας αυτής είναι να διερευνήσει πώς τα παιδιά της προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας αντιδρούν ανάλογα με το γνωστικό τους στυλ σε δραστηριότητες δομημένης διερεύνησης με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλά επίπεδα εμπλοκής/συμμετοχής και μεγάλα ποσοστά επιτυχίας στις αξιολογήσεις παιδιών με όλους τους τύπους γνωστικού στυλ. Τα ευρήματα καταδεικνύουν ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες μπορούν να είναι οι κατάλληλες για την ενεργοποίηση των κινήτρων των παιδιών με όλους τους τύπους εγκεφάλου.

Λέξεις-κλειδιά: Γνωστικό στυλ, Δομημένη διερεύνηση, Κίνητρα στις Φυσικές Επιστήμες

Cognitive Style and Motivation in Science: The Case of Structured Inquiry in Early-Years Education

Maria Kallery¹, Angelos Sofianidis¹, Popi Pationioti², Kaliopi Tsiagma³, Xristina Katsiana²

¹Aristotle University of Thessaloniki, ²Pre-primary Education, Greece, ³Primary Education, Greece

Abstract

Differences in children's motivation in science can be explained by the theory of "systemizers" and "empathizers". Researchers claim that people with "systemizing" cognitive style have a higher motivation for science. They propose a suitable formulation of didactic approaches to motivate children with an "empathizing" brain. The aim of this work is to investigate how pre-school and early-primary children respond to structured inquiry activities with specific characteristics according to their cognitive style. The results showed high percentages of the highest level of engagement/involvement and high success rates in assessment for all types of children's brain. The findings suggest that such activities may be appropriate for triggering the motivation of young children with all types of brain.

Keywords: Cognitive style, Structured inquiry, Motivation in science



1. Εισαγωγή

Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι διαφορές που υπάρχουν στα κίνητρα των παιδιών για τις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να εξηγηθούν μέσω της θεωρίας των “συστημικών” (Systemizing) εγκεφάλων (έχουν την τάση για ανάλυση, διερεύνηση και κατασκευή ενός συστήματος) και “ενσυναισθησιακών” (Empathizing) εγκεφάλων (έχουν την τάση να εντοπίζουν τα συναισθήματα και τις σκέψεις ενός άλλου ατόμου και να ανταποκρίνονται σε αυτά με ένα κατάλληλο συναίσθημα) (Baron-Cohen, 2009). Οι “συστημικοί” (Systemizing) εγκεφαλοί έχουν την τάση για ανάλυση, διερεύνηση και κατασκευή ενός συστήματος ενώ οι “ενσυναισθησιακοί” (Empathizing) έχουν την τάση να εντοπίζουν τα συναισθήματα και τις σκέψεις ενός άλλου ατόμου και να ανταποκρίνονται σε αυτά με ένα κατάλληλο συναίσθημα. Οι ερευνητές ισχυρίζονται ότι οι άνθρωποι με “συστημικό” γνωστικό στυλ εμφανίζουν περισσότερα κίνητρα ενασχόλησης και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις ΦΕ από αυτούς που έχουν “ενσυναισθησιακό” και προτείνουν ότι για να δημιουργήσουμε κίνητρα για τις ΦΕ σε παιδιά με “ενσυναισθησιακό” γνωστικό στυλ θα πρέπει να γίνει κατάλληλη διαμόρφωση θεμάτων και διδακτικών προσεγγίσεων (Zeyer et al., 2012).

Στην Ελλάδα, σε περιβάλλον δομημένης διερεύνησης σε δραστηριότητες με θέματα από τη φυσική και την αστρονομία, μελέτες κατέγραψαν μεγάλο ενδιαφέρον και πολύ καλά μαθησιακά αποτελέσματα σε αγόρια και κορίτσια της προσχολικής ηλικίας (Kallery 2011, Kallery 2015). Η προσέγγιση των δραστηριοτήτων είχε ως βασικά χαρακτηριστικά την καθοδηγούμενη με στοχευμένες ερωτήσεις από τον εκπαιδευτικό οικοδόμηση της γνώσης μέσω παρατήρησης, διατύπωσης προβλέψεων, δοκιμής ιδεών, επίλυσης καταστάσεων προβληματισμού, διαμόρφωσης συνεκτικών επιχειρημάτων, διατύπωσης συμπερασμάτων και αναστοχασμού. Σε αυτό το πλαίσιο, τα παιδιά είχαν επίσης την ελευθερία να δοκιμάσουν τις δικές τους ιδέες που προέκυψαν αυθόρμητα. Μέσω αυτών, ανακάλυψαν και συνειδητοποίησαν πρόσθετες σχέσεις μεταξύ των διαφόρων μεταβλητών που εμπλέκονταν στη δραστηριότητα. Οι εργασίες στην τάξη περιλάμβαναν τη συνεργασία σε μικρές ομάδες μικτών ηλικιών (Kallery & Loupidou, 2016) καθώς και συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης.

Στην παρούσα εργασία διερευνούμε αν δραστηριότητες με τα χαρακτηριστικά που περιγράφονται παραπάνω επηρεάζουν διαφορετικά τη μάθηση και τα κίνητρα των παιδιών που έχουν διαφορετικό γνωστικό στυλ. Τα κίνητρα όμως δεν μπορούν να παρατηρηθούν άμεσα. Υπάρχουν ωστόσο ενδείξεις που σημαίνουν την ύπαρξη κινήτρων και μπορούν να παρατηρηθούν και να καταγραφούν. Τέτοιες είναι το ενδιαφέρον, η εμπλοκή/συμμετοχή (το ενδιαφέρον δημιουργεί κίνητρα και εγγυάται την εμπλοκή/συμμετοχή του ατόμου σε δραστηριότητες με συγκεκριμένο περιεχόμενο), η επιμονή και η ικανοποίηση (O’Keefe, Horberg & Plante, 2017). Στην εργασία αυτή, μελετούμε τον παράγοντα εμπλοκή/συμμετοχή των παιδιών στις δραστηριότητες. Η μελέτη μας δίνει τη δυνατότητα να διαγνώσουμε αν τα παιδιά με “ενσυναισθησιακό” γνωστικό στυλ παρουσιάζουν μικρότερο βαθμό εμπλοκής/συμμετοχής σε δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών σε σχέση με αυτά με “συστημικό” γνωστικό στυλ (όπως υποστηρίζεται στη βιβλιογραφία) αλλά και διαφορετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Γι’ αυτό υλοποιήσαμε μια εννοιολογικά συνεκτική σειρά αρθρωτών δραστηριοτήτων επιστημονικής διερεύνησης με τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας. Περισσότερες λεπτομέρειες για είδος και τον μαθησιακό σκοπό των δραστηριοτήτων θα παρουσιαστούν στην προφορική μας παρουσίαση.

Η μελέτη μας περιλαμβάνει: α) Τον προσδιορισμό του *ενσυναισθησιακού και συστημικού* δείκτη κάθε παιδιού, β) τη διερεύνηση του επιπέδου εμπλοκής/συμμετοχής κάθε παιδιού στις δραστηριότητες και τα μαθησιακά του αποτελέσματα.



2. Μεθοδολογία

Προσδιορισμός ενσυναισθησιακού και συστημικού δείκτη: Ερωτηματολόγιο

Ο προσδιορισμός ενσυναισθησιακού και συστημικού δείκτη (empathizing and systemizing quotients) έγινε με ανάλυση δεδομένων που συλλέχθηκαν με ειδικά διαμορφωμένο και εγκυροποιημένο από τους Auyeung et al. (2009) ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τους γονείς των παιδιών. Το ερωτηματολόγιο προσαρμόστηκε στο πλαίσιο της μελέτης από την ομάδα μας. Η εγκυρότητά του και η αξιοπιστία του ελέγχθηκαν δίνοντας υψηλό συντελεστή Cronbach alpha (για E=0.83 και για S=0.81). Στη μελέτη συμμετείχαν 47 παιδιά ηλικίας 4-7 ετών. Η στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων εντόπισε 5 τύπους εγκεφάλων: “ακράιους ενσυναισθησιακούς” (Extreme Empathizers- EE), “ενσυναισθησιακούς” (Empathizers-E), “ισορροπημένους” (Balanced-B), “συστημικούς” (Systemizers-S) και “ακράιους συστημικούς” (Extreme Systemizers- ES).

Επίπεδο εμπλοκής/συμμετοχής και γνωστικά επιτεύγματα: Παρατηρήσεις και καταγραφές από τη σχολική τάξη

Η συλλογή των δεδομένων από τη σχολική τάξη έγινε με συστηματική παρατήρηση και καταγραφή των αντιδράσεων των παιδιών από τους εκπαιδευτικούς βάσει συγκεκριμένου εργαλείου παρατήρησης και οδηγιών χρήσης. Οι εκπαιδευτικοί κατέγραψαν σε ειδικά φύλλα παρατήρησης το επίπεδο εμπλοκής/συμμετοχής των παιδιών σε πενταβάθμια κλίμακα (κλίμακα Lewven) και τις ενδείξεις που αιτιολογούσαν τις εκτιμήσεις τους. Στην κλίμακα αυτή το υψηλότερο επίπεδο βαθμολογήθηκε με 5. Οι καταγραφές βάσει του εργαλείου αυτού μας έδωσαν τη δυνατότητα ποσοτικοποίησης των δεδομένων με σκοπό τη στατιστική τους ανάλυση και τη δυνατότητα συσχετίσεων του τύπου εγκεφάλου κάθε παιδιού με τις ενδείξεις εμπλοκής/συμμετοχής του. Συγχρόνως κατεγράφησαν τα μαθησιακά αποτελέσματα όλων των παιδιών με την προγραμματισμένη συστηματική αξιολόγηση κάθε δραστηριότητας σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωσή τους (για την αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκαν κυρίως καρτούν εννοιών με τεκμηρίωση των παιδιών για τις απαντήσεις τους). Οι εκπαιδευτικοί που υλοποίησαν τις δραστηριότητες της μελέτης είχαν πολυετή εμπειρία στην εφαρμογή δραστηριοτήτων διερεύνησης καθώς και πολυετή εμπειρία παρατηρήσεων και καταγραφών από τη σχολική τάξη.

Ανάλυση καταγραφών

Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης κάθε τύπος εγκεφάλου αντιστοιχίστηκε με αριθμό πενταβάθμιας κλίμακας τύπου Likert. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία οι μαθητές με συστημικό εγκέφαλο έχουν μεγαλύτερη τάση εμπλοκής/συμμετοχής σε δραστηριότητες σε σχέση με τους ενσυναισθησιακούς. Γι'αυτό ο χαρακτηρισμός ES αντιστοιχίστηκε στον αριθμό 5, ο S στο 4, ο B στο 3, ο E στο 2 και ο EE στο 1. Στις απαντήσεις των παιδιών δόθηκαν οι τιμές 1 για αυτές που αξιολογήθηκαν σωστές, και 0 για τις μη αποδεκτές.

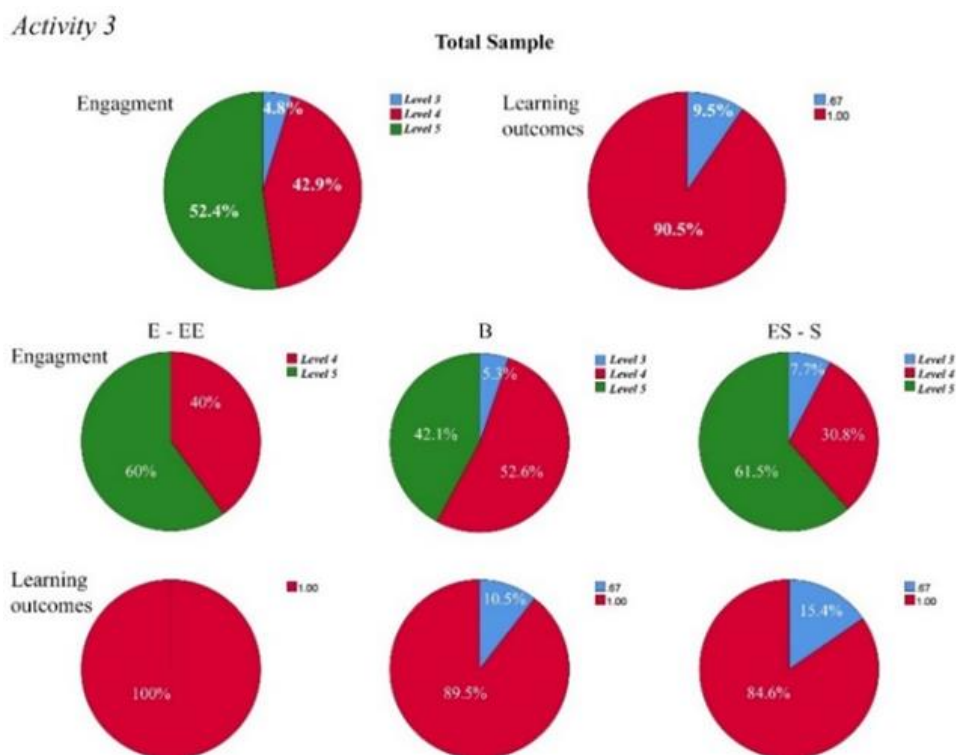
3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης (εύρος τιμών από 0 έως 1) μας έδωσαν τη δυνατότητα να δούμε τη σχέση μαθησιακών αποτελεσμάτων ανά τύπο εγκεφάλου αλλά και στο σύνολο του δείγματος.



Η στατιστική ανάλυση των καταγραφών των εκπαιδευτικών έδειξε μεγάλα ποσοστά του υψηλότερου επιπέδου εμπλοκής/συμμετοχής και μεγάλα ποσοστά επιτυχίας στις αξιολογήσεις των δραστηριοτήτων για όλους τους τύπους εγκεφάλου των παιδιών. Ένα δείγμα των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Ο υπολογισμός του συντελεστή Pearson rho για να εξετασθεί τυχόν συσχέτιση του τύπου εγκεφάλου με το επίπεδο εμπλοκής των παιδιών και τα μαθησιακά αποτελέσματα έδειξε ότι δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική συσχέτιση.

Εικόνα 1. Ποσοστά για κάθε επίπεδο εμπλοκής (εύρος τιμών από 1 έως 5) και για τα μαθησιακά αποτελέσματα (εύρος τιμών από 0 έως 1) στο σύνολο του δείγματος και ανά τύπο εγκεφάλου



4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν προκύπτει συσχέτιση του τύπου εγκεφάλου και του επιπέδου εμπλοκής/συμμετοχής και μαθησιακών αποτελεσμάτων μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι δραστηριότητες διερεύνησης της μελέτη μας με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά μπορούν να οδηγήσουν σε υψηλά επίπεδα εμπλοκής/συμμετοχής και παρόμοια μαθησιακά αποτελέσματα όλους τους τύπους των εγκεφάλων των μαθητών. Τα ευρήματα αυτά δεν συνάδουν με την υπόθεση ότι τα παιδιά με ενσυναισθησιακό γνωστικό στυλ θα έπρεπε να έχουν μικρότερο βαθμό εμπλοκής/συμμετοχής από ότι τα παιδιά με συστημικό γνωστικό στυλ και δημιουργούν προοπτικές ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες μπορούν να είναι κατάλληλες για τη δημιουργία κινήτρων σε παιδιά με όλους τους τύπους εγκεφάλου.



Βιβλιογραφία

- Auyeung, B.; Wheelwright, S.; Allison, C.; Atkinson, M.; Samarawickrema, N. & Baron-Cohen, S. (2009). The Children's Empathy Quotient and Systemizing Quotient: Sex Differences in Typical Development and in Autism Spectrum Conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorder*, Vol. 39, p. 11.
- Baron-Cohen, S. (2009). Autism: The Empathizing-Systemizing (E-S) Theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1156, p. 68–80.
- Kallery, M. (2011). Astronomical Concepts and Events Awareness for Young Children. *International Journal of Science Education*, 33(3), 341–369.
- Kallery, M. (2015). Science in Early -Years Education: Introducing Floating and Sinking as a Property of Matter. *International Journal of Early Years Education*, Vol. 23, No. 1, 31–5
- Kallery, M. & Loupidou, T. (2016). Learning science in small multiage groups: the role of age composition, *International Journal of Science Education*, 38:9, 1570-1590, DOI: 10.1080/09500693.2016.1201871
- O'Keefe, P., Horberg, E., and Plante, I. (2017). The Multifaceted Role of Interest in Motivation and Engagement, In P.A. O'Keefe, J.M. Harackiewicz (eds.), *The Science of Interest*, p. 49-67.
- Zeyer, A.; Bölsterli, K.; Brovelli, D. & Odermatt, F. (2012). Brain Type or Sex Differences? A Structural Equation Model of the Relation Between Brain Type, Sex and Motivation to Learn Science. *International Journal of Science Education*, Vol. 34 (5), p. 779–802.



Μια εκπαιδευτική πρόταση για την εισαγωγή της Αρχής Ελάχιστης Δράσης με ισοΨείς–ισοδυναμικές γραμμές

Ευστράτιος Καπότης, Αθανάσιος Καπόγιαννης, Γεώργιος Θεοφ. Καλκάνης

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια προσπάθεια εκπαιδευτικής εισαγωγής της Αρχής της Ελάχιστης Δράσης σε φοιτητές τμημάτων με κύριο αντικείμενο σπουδών τη Φυσική. Κύριο τμήμα της πρότασης είναι η συσχέτιση της Αρχής της Ελάχιστης Δράσης με τη χρήση των ισοΨών γραμμών που χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση του γεωγραφικού ανάγλυφου σε δισδιάστατους χάρτες, επισημαίνοντας όμως τις διαφοροποιήσεις που υπάρχουν. Ειδικότερα, η πρόταση εφαρμόζεται στην ισοταχή κίνηση και την κατακόρυφη κίνηση με αρχική ταχύτητα από το έδαφος. Για την προσπάθεια αυτή δημιουργήθηκαν επίσης, εκπαιδευτικά φύλλα εργασίας που ακολουθούσαν την επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση.

Λέξεις-κλειδιά: αρχή ελάχιστης δράσης, ισοδυναμικές γραμμές, ισοδυναμικές επιφάνειες, εκπαιδευτική πρόταση, εκπαιδευτική έρευνα

An educational proposal for the introduction of the Least Action Principle with lines of equal height–potential

Efstratios Kapotis, Athanasios Kapoyannis, George Kalkanis

National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

In this paper we present an attempt to introduce educationally the Least Action Principle to students of departments with a main subject of Physics studies. The main part of the proposal is the association of the Least Action Principle with the use of lines of equal height used to depict the geographical relief in two-dimensional maps, stretching, however, the existed differences. In particular, the proposal is applied to the motion of constant velocity and the vertical motion from the ground with initial speed. For this effort, educational worksheets that followed the scientific/educational method with investigation were also created.

Keywords: least action principle, equipotential surfaces, equipotential lines, educational proposal, education research



1. Εισαγωγή

Η Αρχή της Ελάχιστης Δράσης (ΑΕΔ) είναι μια θεμελιώδης αρχή της φυσικής η οποία επεκτείνεται και πέραν της κλασικής μηχανικής. Με βάση αυτή μπορούν να κατανοηθούν, αλλά και να «γεφυρωθούν», φαινομενικά ασύνδετα πεδία μελέτης της φυσικής, όπως η κβαντική θεωρία, η σχετικότητα και η φυσική των πεδίων (Ogborn et al. 2006). Η εισαγωγή της ΑΕΔ γίνεται συνήθως στο πανεπιστήμιο, στο πλαίσιο προηγμένων μαθημάτων μηχανικής, αλλά όχι πάντα ως κάποια υποχρεωτική θεματική για όλα τα πανεπιστημιακά ιδρύματα. Σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές, η βιβλιογραφική ανασκόπηση φανερώνει ένα μεγάλο έλλειμμα. Το έλλειμμα αυτό είναι το ίδιο έντονο τόσο στην ελληνική όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία. Το μόνο που μπορεί να εντοπίσει κάποιος είναι ελάχιστες προσπάθειες, οι οποίες περιορίζονται σε προτάσεις διδασκαλίας της ΑΕΔ και εφαρμογές της σε προβλήματα φυσικής ή μαθηματικών. Μελετώντας τις προαναφερθείσες δημοσιευμένες προσπάθειες διαπιστώνεται η ύπαρξη αρκετών δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευόμενοι και καταγράφονται μερικές προτάσεις που μπορούν να συνεισφέρουν στην άρση τους ή την καλύτερη παρουσίαση της ΑΕΔ (οπτικοποιήσεις, διαδραστικές προσομοιώσεις, ακολουθούμενη διδακτική πορεία) στους φοιτητές (Hanc & Safarik 2006, Bouzounieraki 2017).

2. Μεθοδολογία

Εκπαιδευτική και Επιστημονική Προσέγγιση και Εφαρμογή

Στην παρούσα ερευνά θα συσχετίσουμε τη διδακτική εφαρμογή της Αρχής Ελάχιστης Δράσης με τη χρήση των ισοϋψών γραμμών που χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση γεωγραφικού ανάγλυφου σε δισδιάστατους χάρτες. Ανάλογη διαδικασία παρουσιάζεται και στην απεικόνιση του ηλεκτρικού πεδίου με τις ισοδυναμικές επιφάνειες, οι οποίες στις δισδιάστατες τομές μετασχηματίζονται σε γραμμές. Για να γίνει αυτή η αντιστοιχία περιοριζόμαστε κατ' αρχήν σε μονοδιάστατες κινήσεις. Τότε σε κάθε «κοσμική» γραμμή που απεικονίζεται σε δύο διαστάσεις, θέσης-χρόνου ($x-t$) θα αντιστοιχίσουμε την τιμή της δράσης, S . Με αντίστοιχο τρόπο αντιστοιχίζεται μία τιμή ύψους σε κάθε ισοϋψή γραμμή ή μία τιμή δυναμικού σε κάθε γραμμή στο δισδιάστατο χώρο ($x-y$) του ηλεκτρικού πεδίου. Όμως, πρέπει να δοθεί σημασία σε σημαντικές διαφορές που διαφοροποιούν τις κοσμικές γραμμές από τις ισοϋψείς ή τις ισοδυναμικές γραμμές:

- 1) Στις κοσμικές γραμμές η μία διάσταση είναι ο χρόνος ενώ στις άλλες γραμμές και οι δύο διαστάσεις είναι χωρικές.
- 2) Σε κάθε σημείο μίας ισοϋψούς ή ισοδυναμικής γραμμής (αφού ορίσουμε αυθαίρετα μία τιμή του δυναμικού σε ένα σημείο) αντιστοιχεί μία και μοναδική τιμή ύψους ή δυναμικού, αντίστοιχα.

Για τον λόγο αυτό οι γραμμές αυτές δεν μπορούν να τέμνονται (εξαιρούμε τις ακραίες περιπτώσεις ενός βουνού με απόλυτα κατακόρυφη πλαγιά ή ενός βραχώδους όγκου που εξέχει προς τα έξω). Αντίθετα σε κάθε σημείο στο χώρο ($x-t$) δεν μπορούμε να αντιστοιχίσουμε μία τιμή δράσης. Αυτό που κάνουμε είναι ότι χαράζουμε μία ολόκληρη κοσμική γραμμή και στη συνέχεια υπολογίζουμε τη δράση που αντιστοιχεί σε αυτήν τη γραμμή. Έπειτα αντιστοιχίζουμε την τιμή της δράσης σε όλα τα σημεία της κοσμικής γραμμής. Αλλά, από ένα σημείο ($x-t$) μπορούν να διέλθουν άπειρες κοσμικές γραμμές και επομένως μπορούμε να αντιστοιχίσουμε άπειρες τιμές δράσης.



Για να αντιμετωπίσουμε το παραπάνω πρόβλημα θα εργαστούμε χαράζοντας εκτός από τη μοναδική κοσμική γραμμή που ακολουθεί το φυσικό σύστημα, σειρά κοσμικών γραμμών που δεν τέμνονται. Επομένως, προβαίνουμε κατά περίπτωση σε επιλογή *ορισμένων* κοσμικών γραμμών. Επίσης, είναι πολύ χρήσιμο να χρησιμοποιήσουμε μία μόνο, κατά περίπτωση, παράμετρο που περιγράφει το σύνολο των γραμμών που θα απεικονίσουμε. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιάσουμε δύο περιπτώσεις συστημάτων: α. την ισοταχή κίνηση και β. την κατακόρυφη κίνηση με αρχική ταχύτητα από το έδαφος. Επίσης, σε αναλογία με τις ισοϋψείς θα χαράξουμε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους κατά μία σταθερή τιμή. Θα χρησιμοποιήσουμε, ακόμα, διαφορετικό χρώμα για την κάθε γραμμή.

- Ισοταχής κίνηση

Θεωρούμε σώμα που κινείται μονοδιάστατα σε απουσία εξωτερικού πεδίου. Το κινητό θεωρούμε ότι ξεκινά από τη θέση $x_1=0$ m τη χρονική στιγμή $t_1=0$ s και καταλήγει στη θέση $x_2=10$ m τη χρονική στιγμή $t_2=1$ s.

Το σώμα έχει μάζα $m=1$ Kg. Προφανώς η σταθερή ταχύτητα του σώματος είναι

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ και η «φυσική» γραμμή είναι } x = vt.$$

Θεωρούμε κοσμικές γραμμές που στη θέση $t = 0,5$ s απέχουν από τη φυσική κατά μία παράμετρο α , ενώ είναι ευθύγραμμα τμήματα πριν και μετά. Αυτές οι γραμμές παραμετροποιούνται ως εξής:

$$x = (v + 2\alpha)t, \quad 0 \leq t \leq 0.5 \text{ s} \quad \text{και} \quad x = (v - 2\alpha)t + 2\alpha, \quad 0.5 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (1)$$

Η ταχύτητα προκύπτει από την παράγωγο των σχέσεων (1):

$$v = v + 2\alpha, \quad 0 \leq t \leq 0.5 \text{ s} \quad \text{και} \quad v = v - 2\alpha, \quad 0.5 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (2), \text{ οπότε η κινητική ενέργεια θα είναι:}$$

$$T = \frac{1}{2}(v + 2\alpha)^2, \quad 0 \leq t \leq 0.5 \text{ s} \quad \text{και} \quad T = \frac{1}{2}(v - 2\alpha)^2, \quad 0.5 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (3).$$

Έτσι η δράση υπολογίζεται:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} T dt = \int_0^{0.5} \frac{1}{2}(v + 2\alpha)^2 dt + \int_{0.5}^1 \frac{1}{2}(v - 2\alpha)^2 dt = \frac{1}{4}[(v + 2\alpha)^2 + (v - 2\alpha)^2] = \frac{1}{2}v^2 + 2\alpha^2 \quad (4).$$

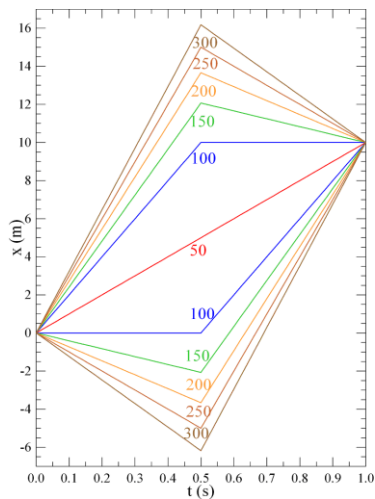
Η αρχή της ελάχιστης δράσης δίνει, τότε:

$$\frac{dS}{d\alpha} = 0 \Rightarrow 4\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0 \quad (5), \text{ ενώ η φυσική γραμμή θα είναι: } x = vt, \quad 0 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (6).$$

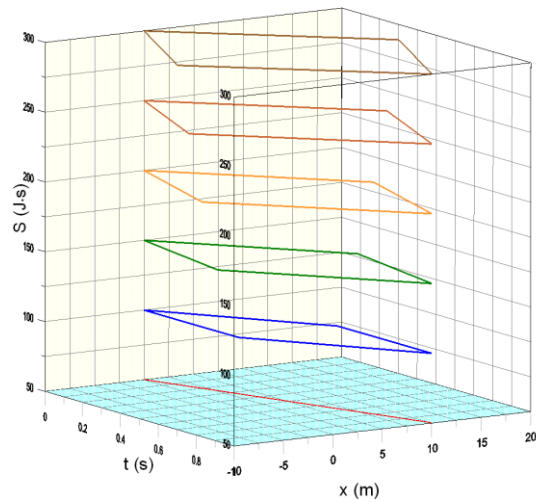
Στην (Εικόνα 1) έχουμε απεικονίσει σε δισδιάστατη προβολή τις κοσμικές γραμμές που περιλαμβάνουν τη φυσική, καθώς και 5 γραμμές που αντιστοιχούν σε θετικό α και άλλες 5 που αντιστοιχούν σε αρνητικές τιμές. Η επιλογή έχει γίνει ώστε να ανεβαίνουμε στις τιμές της δράσης με σταθερό βήμα. Στην (Εικόνα 2) το ίδιο σχήμα απεικονίζεται σε 3 διαστάσεις.



Εικόνα 1 Κοσμικές γραμμές, με την τιμή της δράσης S που αντιστοιχεί στην καθεμία, για σωματίο που κινείται σε χώρο χωρίς πεδίο δυνάμεων.



Εικόνα 2 Οι κοσμικές γραμμές της εικόνας 1 σε 3 διαστάσεις. Η κατακόρυφη μεταβλητή είναι η τιμή της δράσης, S .



- Κατακόρυφη βολή

Θεωρούμε σώμα που βάλλεται κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα. Το σώμα βρίσκεται μέσα σε βαρυτικό πεδίο σταθερής έντασης g . Το κινητό θεωρούμε ότι ξεκινά από τη θέση $x_1=0$ m τη χρονική στιγμή $t_1=0$ s και καταλήγει στη θέση $x_2=0$ m τη χρονική στιγμή $t_2=1$ s. Το σώμα έχει μάζα $m=1$ Kg. Με δεδομένο ότι η φυσική γραμμή είναι παραβολή στο χώρο x - t , θεωρούμε κοσμικές γραμμές που είναι παραβολές: $x(t) = \beta t^2 + \alpha t + \gamma$.

Επιβάλλοντας τις συνοριακές συνθήκες παίρνουμε:

$$x(0) = 0 \Rightarrow \gamma = 0 \text{ και } x(1) = 0 \Rightarrow \beta + \alpha = 0 \Rightarrow \beta = -\alpha.$$

Έτσι οι κοσμικές γραμμές παραμετροποιούνται:

$$x = -\alpha t^2 + \alpha t = \alpha t(1-t), \quad 0 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (7)$$

Η ταχύτητα προκύπτει από την παράγωγο της σχέσης (7):

$$v = -2\alpha t + \alpha, \quad 0 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (8), \text{ οπότε η κινητική και η δυναμική ενέργεια θα είναι, αντίστοιχα:}$$



$$T = \frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{2}(-2\alpha t + \alpha)^2 = \frac{1}{2}\alpha^2(1-2t)^2 \text{ και } U = gx = g\alpha t(1-t), \quad 0 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (9).$$

$$\text{Έτσι η δράση υπολογίζεται: } S = \int_{t_1}^{t_2} (T - U) dt = \int_0^1 \left[\frac{1}{2}(4\alpha^2 t^2 + \alpha^2 - 4\alpha^2 t) - g(-\alpha t^2 + \alpha t) \right] dt =$$

$$\int_0^1 \left[(2\alpha^2 + g\alpha)t^2 + (-2\alpha^2 - g\alpha)t + \frac{1}{2}\alpha^2 \right] dt = (2\alpha^2 + g\alpha)\frac{1}{3} + (-2\alpha^2 - g\alpha)\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\alpha^2 =$$

$$\alpha^2 \left(\frac{2}{3} - 1 + \frac{1}{2} \right) + g\alpha \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) = \frac{4-6+3}{6}\alpha^2 - \frac{3-2}{6}g\alpha = \frac{1}{6}(\alpha^2 - g\alpha) \quad (10).$$

$$\text{Η αρχή της ελάχιστης δράσης δίνει, τότε: } \frac{dS}{d\alpha} = 0 \Rightarrow 2\alpha - g = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{g}{2} \quad (11),$$

ενώ η φυσική γραμμή και η αντίστοιχη ταχύτητα θα είναι:

$$x = \frac{g}{2}t - \frac{1}{2}gt^2, \quad v = \frac{g}{2} - gt, \quad 0 \leq t \leq 1 \text{ s} \quad (6),$$

πράγμα που υπονοεί ότι η αρχική ταχύτητα είναι $g/2$ (μια και προσδιορίζεται και αυτή από τις συνοριακές συνθήκες).

Στην (Εικόνα 3) έχουμε απεικονίσει σε δισδιάστατη προβολή τις κοσμικές γραμμές που περιλαμβάνουν τη φυσική, καθώς και 5 γραμμές που αντιστοιχούν σε α που οδηγεί σε μεγαλύτερα ύψη από τη φυσική γραμμή και άλλες 5 που αντιστοιχούν σε χαμηλότερες τιμές ύψους από τη φυσική. Η επιλογή έχει γίνει ώστε να ανεβαίνουμε στις τιμές της δράσης με σταθερό βήμα. Στην (Εικόνα 4) το ίδιο σχήμα απεικονίζεται σε 3 διαστάσεις.

Το Φύλλο Εργασίας το Δείγμα της Έρευνας και η Εφαρμογή

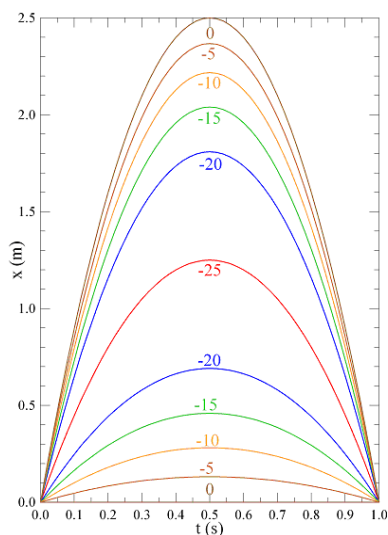
Το δείγμα της έρευνας μας αποτέλεσαν 66 φοιτητές πρώτου έτους, με βασικό αντικείμενο σπουδών τους τη φυσική. Οι φοιτητές είχαν διδαχθεί όλες τις απαραίτητες φυσικές έννοιες και το μαθηματικό λογισμό που απαιτεί η προσέγγισή μας. Για την υλοποίηση της εκπαιδευτικής πρότασης δημιουργήθηκε φύλλο εργασίας, δομημένο στα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση. Για την αξιολόγηση της πρότασής δημιουργήθηκε αξιολογικό ερωτηματολόγιο με σχετικές ερωτήσεις που αποτυπώνουν, όσο το δυνατόν περισσότερο, το επίπεδο κατανόησης των εξεταζόμενων εννοιών. Τέλος υπήρξε αξιολόγηση της προσέγγισής από τους ίδιους τους φοιτητές μετά από ένα έτος και αφού είχαν διδαχθεί αρκετά γνωστικά αντικείμενα στη φυσική. Για την αξιολόγηση αυτή διεξήχθησαν συνεντεύξεις στο 30% του δείγματός μας.

Το δείγμα της έρευνας χωρίστηκε σε δυο ομάδες (πειραματισμού $N=30$ και ελέγχου $N=30$) με τρόπο ώστε να επιτευχθεί ισοδυναμία ως προς τις επιδόσεις των φοιτητών. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε αρχικά η χρήση της έως τη στιγμή της έρευνας βαθμολογίας των φοιτητών στα μαθήματα της φυσικής και των μαθηματικών. Στις δύο ομάδες, πριν τη διδασκαλία, διανεμήθηκε το αξιολογικό ερωτηματολόγιο (pre-test) που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό. Μετά τη διδασκαλία διανεμήθηκε ξανά το ίδιο ερωτηματολόγιο (post-test) σε όλους του φοιτητές. Στην ομάδα ελέγχου εφαρμόστηκε παραδοσιακή

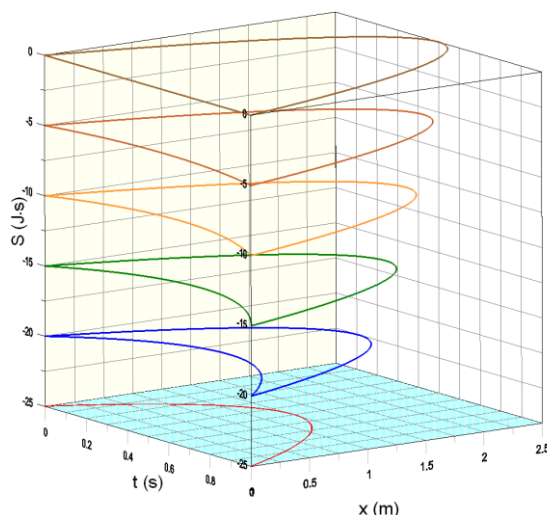


διδασκαλία με χρήση της προσέγγισης που υπάρχει σε όλα τα σχετικά πανεπιστημιακά εγχειρίδια και συγγράμματα. Στην ομάδα πειραματισμού εφαρμόστηκε η προσέγγισή μας.

Εικόνα 3 Κοσμικές γραμμές, με την τιμή της δράσης S που αντιστοιχεί στην καθεμία, για σωματίο που κινείται σε χώρο με σταθερό βαρυτικό πεδίο.



Εικόνα 4 Οι κοσμικές γραμμές της εικόνας 3 σε 3 διαστάσεις. Η κατακόρυφη μεταβλητή είναι η τιμή της δράσης, S .



Για τη στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε χρήση του λογισμικού SPSS Statistics 24 της εταιρίας IBM. Ειδικότερα εφαρμόστηκε έλεγχος χ^2 , αφού οι μεταβλητές της έρευνας μας μετρούνται σε τακτική κλίμακα και περιλαμβάνουν δύο ονομαστικές ανεξάρτητες ομάδες.

3. Αποτελέσματα

Η στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των φοιτητών του δείγματος έδειξε το ισοδύναμο των δύο ομάδων (ελέγχου και πειραματισμού) πριν τη διδακτική παρέμβαση (Sig.>0,05). Αντίθετα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στα post-tests (Sig.<0,05) με την ομάδα πειραματισμού να επιτυγχάνει μεγαλύτερους μέσους όρους από την ομάδα ελέγχου. Από την πορεία της εφαρμογής, και ιδιαίτερα από τις συνεντεύξεις που διενεργήθηκαν, προκύπτουν ακόμη μερικά ενδιαφέροντα ευρήματα. Μόνο το 3% των φοιτητών γνώριζαν την αρχή της Αρχής της Ελάχιστης Δράσης, αυτοί ήταν φοιτητές που είχαν συμμετάσχει στους πανελλήνιους διαγωνισμούς φυσικής. Τέλος οι φοιτητές δήλωσαν ότι η παρέμβαση είχε θετική επίδραση στην κατανόηση εννοιών που συνάντησαν στα μαθηματικά, τη μηχανική και τη σχετικότητα, πως τους βοήθησε στην καλύτερη κατανόηση διαγραμμάτων (ιδιαίτερα στη μηχανική και τη σχετικότητα) και πως ήταν ευκολότερη η εξαγωγή συσχετίσεων και η εύρεση κοινών φυσικών αρχών σε αντικείμενα και θεματικές που μελετούσαν.



4. Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα προσπαθεί να προσεγγίσει εκπαιδευτικά μια θεμελιώδη αρχή της φυσικής, μέσω της οποίας οι φοιτητές μπορούν να κατανοήσουν ένα πλήθος φυσικών φαινομένων και μεταβολών, τα οποία πολλές φορές μοιάζουν ασύνδετα μεταξύ τους. Ο πυρήνας της πρότασης είναι η εκπαιδευτική προσέγγιση για την εισαγωγή της Αρχής της Ελάχιστης Δράσης με τη χρήση ισοϋψών γραμμών, όπως αυτές των δισδιάστατων χαρτών και η ένταξή της σε μια εκπαιδευτική μεθοδολογία. Μετά και την αποτίμηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, θεωρούμε ότι αυτή προάγει το συνεκτικό χαρακτήρα της φυσικής και πως έχουν προστεθεί στη βιβλιογραφία μερικά ακόμη ευρήματα.

Οι φοιτητές φτάνουν στα συμπεράσματα: α. πως στις μη φυσικές διαδρομές αντιστοιχούν δράσεις με μεγαλύτερη τιμή από εκείνη που αντιστοιχεί στη φυσική και β. πως οι μη φυσικές διαδρομές συνδέονται με μη σωστή δύναμη και άρα με όχι σωστές εξισώσεις κίνησης. Η μικρή αυτή έρευνα φαίνεται να κατορθώνει να επιτυγχάνει τους στόχους της και να προάγει τις συσχετίσεις και την συνεκτικότητα των φυσικών νόμων. Οι φοιτητές φτάνουν στο συμπέρασμα πως η ΑΕΔ είναι ισοδύναμη με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα όσον αφορά στα μηχανικά συστήματα και όχι μόνο. Αντιλαμβάνονται ότι, για παράδειγμα, η κατανομή των ρευμάτων στους διάφορους κλάδους ενός ηλεκτρικού κυκλώματος είναι η οικονομικότερη από πλευράς "κατανάλωσης" θερμότητας και πως έχουμε τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε αντίστοιχες συναρτήσεις δράσης για τον ηλεκτρομαγνητισμό και τη σχετικότητα.

5. Βιβλιογραφία

- Giancoli, D., (2011). Φυσική για Επιστήμονες & Μηχανικούς 4^η Έκδοση. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J., (2011). Φυσική : Μηχανική, Κυματική, Θερμοδυναμική. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
- Καλκάνης, Γ., Γκικοπούλου, Ο. Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Παρινόπουλος, Μ., Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπασίμπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ., Πολίτης Σ. (2013). Η Φυσική με Πειράματα Α' Γυμνασίου Βιβλίο Μαθητή. Υπουργείο Παιδείας, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, ΙΤΥΕ Διόφαντος, Αθήνα.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B. & Sands, M. (1963). The Feynman lectures on physics. Vol. 1. Addison-Wesley.
- Ogborn, J., Hanc, J., & Taylor, E. F. (2006). Action on stage: Historical introduction. *The Girep conference*.
- Hanc J., & Safarik, P. (2006). What is the action model? Introducing and modeling principles of least action. *The Girep conference*.
- Bouzounieraki, D., (2017). The Principle of Least Action: An Explorative Investigation of Learning Difficulties and Teaching Strategies. (*Master's Thesis*). University of Copenhagen, Copenhagen. Denmark.



Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος: τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί

Κωνσταντίνος Καράμπελας¹, Μιχαήλ Σκουμιός²

¹ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ²ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η εργασία μελετά τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις και της Μελέτης Περιβάλλοντος στις Γ΄ και Δ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου. Πραγματοποιήθηκε παρατήρηση διδασκαλιών για 320 διδακτικές ώρες και καταγραφή των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί ανά πεντάλεπτο. Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διδασκαλία κυριαρχεί η χρήση ορισμένων ειδών εκπαιδευτικού υλικού (όπως είναι το σχολικό εγχειρίδιο), ενώ είναι περιορισμένη η χρήση άλλων ειδών (όπως είναι το εκπαιδευτικό λογισμικό). Επίσης, εντοπίστηκαν διαφοροποιήσεις στη χρήση των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού ανάμεσα στη διδασκαλία των δύο μαθημάτων.

Λέξεις-κλειδιά: εκπαιδευτικό υλικό, δημοτικό σχολείο, Φυσικές Επιστήμες, Μελέτη Περιβάλλοντος

Teaching Science and “Environmental Studies”: the types of instructional material used by teachers

Konstantinos Karampelas¹, Michael Skoumios²

¹Department of Primary Education, University of the Aegean, ²Department of Primary Education, University of the Aegean

Abstract

This study investigates the types of instructional materials that elementary teachers use in science in the 5th and 6th grade and in “environmental studies” in the 3rd and 4th grade. A total of 320 teaching sessions have been observed and the types of instructional materials used in every five-minute interval. It was concluded that in both science and “environmental studies” conventional types such as the textbook are used more frequently, whereas technological such as software are used less. Moreover, differentiations were noticed in the instructional material used between science and “environmental studies”.

Keywords: instructional material, primary school, science, environmental studies



1. Εισαγωγή

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο ευρύτερο σώμα των ερευνών που μελετούν τη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διδασκαλία. Ειδικότερα, επικεντρώνεται στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών και της Μελέτης Περιβάλλοντος στο δημοτικό σχολείο.

Ως εκπαιδευτικό υλικό ορίζεται κάθε μέσο που αξιοποιείται από τον εκπαιδευτικό και τους μαθητές, στη διάρκεια της διδασκαλίας ώστε να επιτευχθούν οι διδακτικοί στόχοι (Stein et al. 2007). Υπάρχουν διάφορα είδη εκπαιδευτικού υλικού, καθώς επίσης και διάφορες κατηγορίες στις οποίες μπορεί να ταξινομηθεί το εκπαιδευτικό υλικό (Gorder 2008). Σε κάθε μαθησιακή δραστηριότητα, ανάλογα με τη στοχοθεσία και το πλαίσιο της, είναι απαραίτητο να επιλεγεί η κατάλληλη ομάδα ειδών εκπαιδευτικού υλικού καθώς και επίσης είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες των μαθητών (Davis et al. 2016). Οι Horra και Ferrare (2014) διακρίνουν το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε συμβατικό και σε τεχνολογικό. Στην πρώτη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται υλικά όπως το σχολικό βιβλίο και το διδακτικό πακέτο, ο συμβατικός πίνακας, άλλο έντυπο υλικό όπως είναι οι φωτοτυπίες και σημειώσεις που χρησιμοποιούνται στην τάξη, οι αφίσες, το επιδισκόπιο καθώς και όργανα ή υλικά για πειραματικές δραστηριότητες. Στη δεύτερη κατηγορία, περιλαμβάνονται υλικά όπως ο διαδραστικός πίνακας, ο υπολογιστής και ο βιντεοπροβολέας, το διαδίκτυο και οι ιστοσελίδες, το οπτικοακουστικό υλικό και οι προσομοιώσεις και τα εικονικά πειράματα.

Το εκπαιδευτικό υλικό συσχετίζεται άμεσα με την εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς επηρεάζει και επηρεάζεται από βασικές παραμέτρους της όπως είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα, η αλληλεπίδραση εκπαιδευτικού και μαθητών (Braswell et al. 2001), η οργάνωση και οι επιλογές των εκπαιδευτικών στο σχεδιασμό της διδασκαλίας (Reys et al. 2003), καθώς και οι διδακτικές πρακτικές που αυτοί χρησιμοποιούν (Parada & Sacristán 2010). Οι διδακτικές προσεγγίσεις που θα ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός επηρεάζουν και επηρεάζονται από το εκπαιδευτικό υλικό που θα αξιοποιήσει. Ο ίδιος εκπαιδευτικός προγραμματίζοντας τη διδασκαλία ενός συγκεκριμένου κεφαλαίου θα χρειαστεί διαφορετικό εκπαιδευτικό υλικό αν επιλέξει να εφαρμόσει μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις από ότι αν χρησιμοποιούσε δασκαλοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις (Hora 2015).

Οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν το εκπαιδευτικό υλικό που θα χρησιμοποιήσουν λαμβάνοντας υπόψη διάφορα κριτήρια. Αυτά μπορεί να είναι η ευκολία χρήσης του, η συμβατότητα με τους διδακτικούς στόχους, οι γενικότερες ιδέες και στάσεις των εκπαιδευτικών (Keengwe et al. 2008), η διαθεσιμότητα υλικών και οι υποδομές του σχολείου (Gorder 2008), οι κανόνες που καθορίζουν τη λειτουργία του σχολείου καθώς και το γνωστικό αντικείμενο (Comi et al. 2017). Επομένως, η έρευνα του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιείται κατά τη διδασκαλία μπορεί να οδηγήσει σε συμπεράσματα σχετικά με αυτά τα κριτήρια, που αποτελούν σημαντικές παραμέτρους του σχολικού κλίματος. Έχει επισημανθεί ότι έχει ιδιαίτερη σημασία στην εκπαιδευτική έρευνα η μελέτη των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδακτική πράξη (Hora 2015, Parada & Sacristán 2010, Remillard et al. 2014).

Η έρευνα που εστιάζει στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Από έρευνες έχει προκύψει ότι οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν περισσότερο συμβατικά είδη εκπαιδευτικού υλικού και όχι τόσο τα τεχνολογικά είδη (Comi et al. 2017). Ειδικότερα, το έντυπο εκπαιδευτικό υλικό κυριαρχεί στη διδακτική πράξη (Davis 2009, Fan & Zhu 2007), με το σχολικό εγχειρίδιο να αποτελεί το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο είδος εκπαιδευτικού υλικού (Conderman & Elf 2007) και αρκετές φορές να είναι το αποκλειστικό μέσο για τη διδασκαλία (Morris et



al. 2015). Επίσης, παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται ανάλογα με το γνωστικό αντικείμενο (Gorder 2008) και τους διδακτικούς στόχους (Comi et al. 2017, Davis 2009, Fan & Zhu 2007).

Οι παραπάνω έρευνες που εξετάζουν τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία, εστιάζονται σε απόψεις εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίες έχουν διερευνηθεί αποκλειστικά μέσω ερωτηματολογίων. Όμως, απουσιάζουν έρευνες που να διερευνούν τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί του δημοτικού σχολείου. Επιπλέον, απουσιάζουν έρευνες που να διερευνούν τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί, μέσω παρατήρησης της διδακτικής πράξης. Επιπρόσθετα, απουσιάζουν έρευνες που να συγκρίνουν τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούνται στη διδασκαλία διαφορετικών μαθημάτων (όπως είναι τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και της Μελέτης του Περιβάλλοντος). Αναδύεται, λοιπόν, η αναγκαιότητα πραγματοποίησης τέτοιων ερευνών. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι αυτή εξετάζει, μέσα από παρατήρηση της διδακτικής πράξης, τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών και της Μελέτης του Περιβάλλοντος στο δημοτικό σχολείο, ζήτημα για το οποίο δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

2. Μεθοδολογία

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί στα μαθήματα της Μελέτης Περιβάλλοντος και των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο. Ειδικότερα, Η εργασία επιδιώκει να απαντήσει στα ακόλουθα τρία ερευνητικά ερωτήματα:

(α) Ποια είδη εκπαιδευτικού υλικού και σε ποιο βαθμό χρησιμοποιούνται κατά τη διδασκαλία της Μελέτης Περιβάλλοντος στις Γ΄ και Δ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου;

(β) Ποια είδη εκπαιδευτικού υλικού και σε ποιο βαθμό χρησιμοποιούνται κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου;

(γ) Υπάρχει διαφοροποίηση στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος και στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών;

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε ως μέσο συλλογής των δεδομένων η παρατήρηση της εκπαιδευτικής πράξης.

Η χρησιμότητά της παρατήρησης της εκπαιδευτικής πράξης ως μέσου συλλογής των δεδομένων έγκειται στη δυνατότητα που προσφέρει να διαπιστωθεί τι ακριβώς γίνεται μέσα στην τάξη στη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας, πώς ακριβώς εργάζεται ο εκπαιδευτικός και ποιες είναι οι ενέργειες των μαθητών (Cohen et al. 2011). Αυτό το πλεονέκτημά της την καθιστά ως κατάλληλη για την συγκεκριμένη έρευνα. Ωστόσο στην εφαρμογή της η παρατήρηση της εκπαιδευτικής πράξης ενέχει και ορισμένες προκλήσεις. Η διαχείρισή τους απαιτεί καλή προετοιμασία και προσεκτικό προγραμματισμό. Η βασικότερη πρόκληση είναι ότι παρακολουθώντας τη συνολική εικόνα της διδακτικής διαδικασίας είναι δυνατόν να διαφύγουν από την προσοχή του ερευνητή σημαντικά θέματα. Ο ερευνητής που παρατηρεί την εκπαιδευτική πράξη οφείλει να έχει προγραμματίσει τα ζητήματα που θα επεξεργαστεί ή τα σημεία της διδακτικής διαδικασίας στα οποία θα εστιαστεί. Τα σημεία αυτά είναι που αφορούν και τον σκοπό της έρευνάς του (Cohen et al. 2011).

Καθώς η συγκεκριμένη εργασία εξετάζει τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούνται κατά τη διδακτική διαδικασία, οι παρατηρητές της εκπαιδευτικής πράξης εστίαστηκαν σε αυτό το θέμα.



Χρησιμοποιήθηκε μια έντυπη λίστα στην οποία ήταν καταγεγραμμένα τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί. Η λίστα αυτή έχει χρησιμοποιηθεί από τους Hora και Ferrare (2014), στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου παρατήρησης διαστάσεων της διδασκαλίας (Teaching Dimensions Observation Protocol) που έχουν προτείνει, το οποίο περιλαμβάνει έξι βασικές διαστάσεις. Μια διάστασή της αναφέρεται στο εκπαιδευτικό υλικό. Στη λίστα αυτή, αναγράφονται τα είδη συμβατικά και τεχνολογικά είδη εκπαιδευτικού υλικού (Hora & Ferrare, 2014, Hora 2015).

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις των διδασκαλιών για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και της Μελέτης Περιβάλλοντος που διεξήγαγαν 160 εκπαιδευτικοί δημοτικών σχολείων. Έγιναν παρατηρήσεις διδασκαλιών 320 διδακτικών ωρών. Από αυτές οι 160 ώρες ήταν στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος στις Γ' και Δ' τάξεις του δημοτικού σχολείου και οι 160 για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στις Ε' και ΣΤ' τάξεις του δημοτικού σχολείου. Το δείγμα των εκπαιδευτικών και των τάξεων ήταν από δημοτικά σχολεία μιας νησιωτικής περιοχής της Ελλάδας. Οι εκπαιδευτικοί έδωσαν τη συγκατάθεσή τους για την παρατήρηση των διδασκαλιών τους.

Μέσω των παρατηρήσεων της εκπαιδευτικής πράξης, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των ειδών του χρησιμοποιούμενου εκπαιδευτικού υλικού κάθε πέντε λεπτά κατά τη διδακτική διαδικασία. Καταγράφηκαν συμβατικά είδη εκπαιδευτικού υλικού (σχολικό βιβλίο, πίνακας, αφίσες, φωτοτυπίες) και τεχνολογικά είδη εκπαιδευτικού υλικού (διαφανοσκόπιο, διαδίκτυο, λογισμικά, βίντεο, υπολογιστής και βιντεοπροβολέας).

Υπολογίστηκαν οι συχνότητες και τα ποσοστά των πεντάλεπτων κατά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν τα διάφορα είδη του εκπαιδευτικού υλικού στις τάξεις. Επιπλέον, διερευνήθηκε η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής συσχέτισης ανάμεσα στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού και στο γνωστικό αντικείμενο (Φυσικές Επιστήμες, Μελέτη Περιβάλλοντος) μέσω του τεστ χ^2 . Ο καθορισμός και η ερμηνεία των συσχετίσεων βασίστηκε στις τιμές του χ^2 και των τυποποιημένων υπολοίπων (Blalock 1987, Erickson & Nosanchuk 1985).

3. Αποτελέσματα

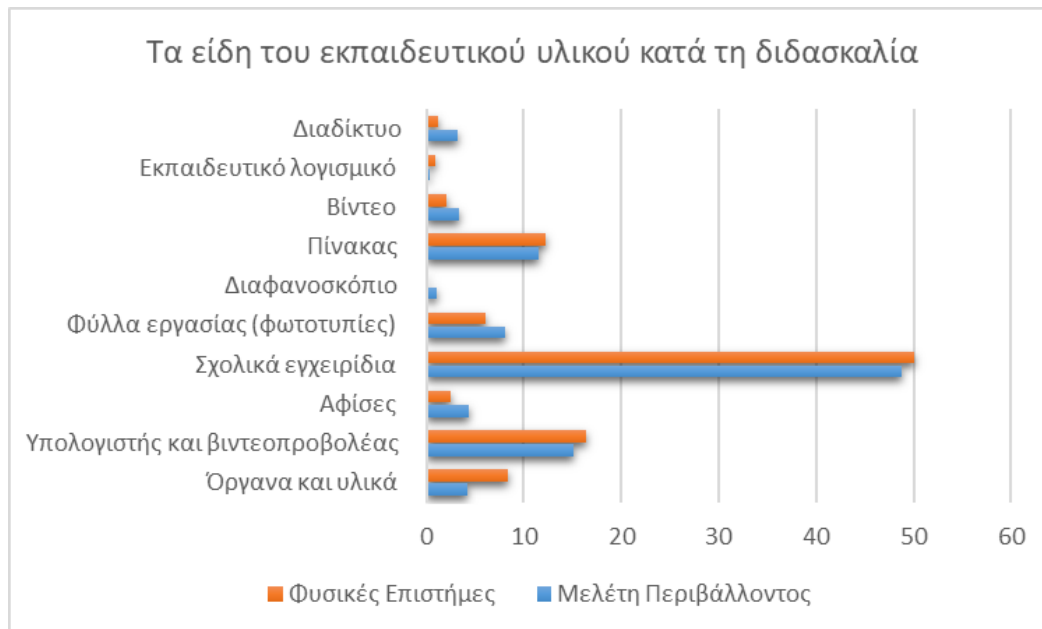
Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων της Μελέτης Περιβάλλοντος στις Γ' και Δ' τάξεις του δημοτικού σχολείου και των Φυσικών Επιστημών στις Ε' και ΣΤ' τάξεις του δημοτικού σχολείου.

Τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος

Αναφορικά με τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Μελέτης Περιβάλλοντος στις Γ' και Δ' τάξεις του δημοτικού σχολείου, προέκυψε ότι αξιοποιούνται όλα τα είδη που περιλαμβάνονται στον κατάλογο που έχει προταθεί από τους Hora και Ferrare (2014). Ωστόσο, παρατηρείται διαφορά στη συχνότητα χρήσης των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού. Συγκεκριμένα, τα σχολικά εγχειρίδια χρησιμοποιούνται περισσότερο από τα υπόλοιπα υλικά, σε ποσοστό που πλησιάζει το 50%. Αυτό σημαίνει ότι περίπου στα μισά από τα πεντάλεπτα στα οποία έγινε η παρατήρηση της εκπαιδευτικής πράξης, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν το σχολικό εγχειρίδιο. Χρησιμοποιούνται επίσης συχνά ο υπολογιστής και βιντεοπροβολέας (15,09%), ο πίνακας (11,46%) καθώς και φύλλα εργασίας (φωτοτυπίες) (8,08%). Ιδιαίτερα περιορισμένη φαίνεται να είναι η χρήση οργάνων και υλικών (4,2%), του διαδικτύου (3,28%) καθώς επίσης και εκπαιδευτικών λογισμικών (0,35%).



Σχήμα 1: Τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται κατά τη διδασκαλία της Μελέτης Περιβάλλοντος και των Φυσικών Επιστημών: ποσοστά.



Τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών

Σχετικά με τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου, διαπιστώθηκε ότι αξιοποιούνται και σε αυτό το μάθημα όπως και στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος σχεδόν όλα τα είδη του καταλόγου που έχει προταθεί από τους Hora και Ferrare (2014). Ωστόσο, κυριαρχεί η χρήση των σχολικών εγχειριδίων (50,05%) και ακολουθεί η χρήση του υπολογιστή με τον βιντεοπροβολέα (16,42), του πίνακα (12,24), των οργάνων και υλικών (8,36) και των φύλλων εργασίας (φωτοτυπιών) (6,15). Με μικρότερα ποσοστά εμφανίζεται η χρήση των αφισών, του διαδικτύου και των βίντεο. Είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού, αλλά και του διαφανοσκοπίου.

Σύγκριση των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται στα μαθήματα της Μελέτης Περιβάλλοντος και των Φυσικών Επιστημών

Συγκρίνοντας τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Μελέτης Περιβάλλοντος στις Γ΄ και Δ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου και του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου, προέκυψε ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν πιο συχνά τα σχολικά εγχειρίδια, τον υπολογιστή με τον βιντεοπροβολέα, τον πίνακα, τα όργανα και τα υλικά και εκπαιδευτικό λογισμικό όταν διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες παρά όταν διδάσκουν τη Μελέτη Περιβάλλοντος. Αντίθετα, χρησιμοποιούν πιο συχνά τα φύλλα εργασίας (φωτοτυπίες), τις αφίσες, τα βίντεο και το διαδίκτυο όταν διδάσκουν τη Μελέτη Περιβάλλοντος παρά όταν διδάσκουν τις Φυσικές Επιστήμες.



Μάλιστα, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού και το μάθημα που διδάσκεται (Φυσικές Επιστήμες, Μελέτη Περιβάλλοντος), $\chi^2(4)=42,88$, $p<0,0001$. Η διαφοροποίηση οφείλεται στις ακόλουθες τάσεις (βλ. Πίνακα 1):

(α) όταν οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες τείνουν να χρησιμοποιούν όργανα και υλικά, παρά φύλλα εργασίας, αφίσες, διαδίκτυο και βίντεο ενώ

(β) όταν οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν τη Μελέτη Περιβάλλοντος τείνουν να χρησιμοποιούν φωτοτυπίες, αφίσες, το διαδίκτυο και βίντεο παρά όργανα και υλικά.

Πίνακας 1: Οι συχνότητες (f) χρήσης των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διδασκαλία της Μελέτης Περιβάλλοντος και των Φυσικών Επιστημών και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα (R).

Είδη εκπαιδευτικού υλικού	Μελέτη Περιβάλλοντος		Φυσικές Επιστήμες	
	f	R	f	R
Όργανα και υλικά	56	-3,11	112	+3,13
Υπολογιστής και βιντεοπροβολέας, Διαφανοσκόπιο	216	-0,28	221	+0,28
Σχολικά εγχειρίδια	653	-0,53	671	+0,54
Φύλλα εργασίας (φωτοτυπίες), Αφίσες	167	+2,10	115	-2,11
Διαδίκτυο, Βίντεο	89	+2,64	45	-2,64

4. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή αποσκοπούσε στη μελέτη των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις και της Μελέτης Περιβάλλοντος στις Γ΄ και Δ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου, μέσω παρατήρησης διδασκαλιών για 320 διδακτικές ώρες και καταγραφής των ειδών του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Διαπιστώθηκε ότι η χρήση των σχολικών εγχειριδίων κυριαρχεί στη διδασκαλία τόσο των Φυσικών Επιστημών όσο και της Μελέτης Περιβάλλοντος. Η διαπίστωση αυτή συνάδει με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών που αφορούν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Comi et al. 2017, Davis 2009, Fan & Zhu 2007). Οι έρευνες που έχουν γίνει γύρω από το συγκεκριμένο θέμα έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν κυρίως το έντυπο εκπαιδευτικό υλικό και συχνότερα φαίνεται να χρησιμοποιείται το σχολικό εγχειρίδιο. Τα τεχνολογικά υλικά ακόμα χρησιμοποιούνται συγκριτικά σπανιότερα (Gorder 2008, Keengwe et al. 2008, Parada & Sacristán 2010). Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να αποδοθούν στην εξοικείωση των εκπαιδευτικών με το σχολικό βιβλίο και τα έντυπα μέσα (Parada & Sacristán, 2010), καθώς επίσης και στις υποδομές των σχολικών μονάδων (Gorder 2008,



Keengwe et al. 2008, Parada & Sacristán 2010, Wagner et al. 2005). Επιπλέον, η διαπίστωση ότι στις τάξεις του δημοτικού σχολείου στις οποίες έγινε η παρατήρηση, κυριαρχεί η χρήση του σχολικού εγχειριδίου μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα οι εκπαιδευτικοί, όπως οι ίδιοι αναφέρουν, συνήθως οργανώνουν τη διδασκαλία τους με βάση το διδακτικό πακέτο που τους παρέχεται και σπάνια καταφεύγουν στην αναζήτηση και τη χρήση πρόσθετου εκπαιδευτικού υλικού (Σκουμιός & Σκουμπουρδή 2018).

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται συχνά (μετά τα σχολικά εγχειρίδια) συγκαταλέγονται τα φύλλα εργασίας (φωτοτυπίες), καθώς και υλικά που χρησιμοποιούνται για παρουσίαση πληροφοριών (υπολογιστής με βιντεοπροβολέα, πίνακας), ενώ εντοπίστηκαν υλικά με μικρή συχνότητα χρήσης όπως είναι τα εκπαιδευτικά λογισμικά. Η συχνή χρήση υλικών μέσω των οποίων παρουσιάζονται πληροφορίες, ενδεχομένως υποδηλώνει την υιοθέτηση παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων από τους εκπαιδευτικούς. Βασικό χαρακτηριστικό αυτών των προσεγγίσεων αποτελεί η μάθηση εκλαμβάνεται ως μια διαδικασία απομνημόνευσης και ανάκλησης γνώσεων και η διδασκαλία είναι μια διαδικασία μεταφοράς γνώσης από τον εκπαιδευτικό προς τους μαθητές (Antoniadou & Skoumios 2013). Η μεταφορά γνώσης μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω υλικών στα οποίες παρουσιάζονται πληροφορίες. Η μη συχνή χρήση εκπαιδευτικών λογισμικών μπορεί να αποδοθεί στη μη εξοικείωση των εκπαιδευτικών με αυτά.

Επιπρόσθετα, από την εργασία αυτή διαπιστώθηκε ότι τα όργανα και τα υλικά χρησιμοποιούνται περισσότερο στις Φυσικές Επιστήμες ενώ τα φύλλα εργασίας, βίντεο και το διαδίκτυο χρησιμοποιούνται περισσότερο στη Μελέτη Περιβάλλοντος. Η χρήση των οργάνων και υλικών στις Φυσικές Επιστήμες είναι αναγκαία για την πραγματοποίηση των πειραματικών δραστηριοτήτων. Η προσφυγή στο διαδίκτυο στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος μπορεί να αποδοθεί στην ανάγκη αναζήτησης πληροφοριών, εικόνων ή βίντεο για το θέμα που διαπραγματεύονται οι εκπαιδευτικοί. Ωστόσο, αξίζει να επισημανθεί ότι είναι περιορισμένη η χρήση οργάνων και υλικών ακόμα και στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών γεγονός που ενδεχομένως καταδεικνύει τη μη συχνή πραγματοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων. Όμως, οι πειραματικές δραστηριότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, αφού μπορούν να συνεισφέρουν στην κατασκευή νέας γνώσης (Gunstone 1991, Högström et al. 2010), στη εξοικείωση με τη χρήση οργάνων και υλικών (Tobin 1990), στην ανάπτυξη ικανοτήτων επιστημονικής διερεύνησης (Hofstein et al. 2005, Dkeidek et al. 2012) και στην καλλιέργεια θετικών στάσεων απέναντι στα μαθήματα (Hofstein et al. 2004, Luketic & Dolan 2013).

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρέχουν δυνατότητες αξιοποίησής τους στην έρευνα που αφορά στο εκπαιδευτικό υλικό που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί, αφού μέσω αυτής εντοπίστηκαν τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται περισσότερο και αυτά που χρησιμοποιούνται λιγότερο στις τάξεις των δημοτικών σχολείων κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της Μελέτης Περιβάλλοντος και επιπρόσθετα διερευνήθηκε αν τα είδη αυτά διαφοροποιούνται με βάση του μαθήματος που διδάσκεται, ζητήματα για τα οποία δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε παρατήρηση των διδασκαλιών ορισμένων μόνο εκπαιδευτικών σχολείων μιας μόνο γεωγραφικής περιοχής και για μικρό χρονικό διάστημα (δύο διδακτικών ωρών για κάθε εκπαιδευτικό) και αυτά αποτελούν περιορισμούς σε σχέση με τα αποτελέσματα της.

Η εργασία αυτή επικεντρώθηκε στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς στα δημοτικά σχολεία κατά τη διδασκαλία δύο μαθημάτων. Προτείνεται να διερευνηθούν τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται από εκπαιδευτικούς του Γυμνασίου και του Λυκείου κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και να συγκριθούν τα ευρήματα αυτής της έρευνας με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας. Επιπρόσθετα, προτείνεται η διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιούνται στο σχολικό πλαίσιο και στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών.



Βιβλιογραφία

- Σκουμιός, Μ. & Σκουμπουρδή, Χ. (2018). Χρήση εκπαιδευτικού υλικού Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών: απόψεις εκπαιδευτικών. Στο Χ.. Σκουμπουρδή και Μ. Σκουμιός (επιμ.) Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή: «Εκπαιδευτικό υλικό Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών: διαφορετικές χρήσεις, διασταυρούμενες πορείες μάθησης» (σελ. 14-65). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Antoniadou, P. & Skoumios, M. (2013). Primary teachers' conceptions about science teaching and learning. *The International Journal of Science in Society*, 4(1), 69-82
- Blalock, H. M. (1987). *Social statistics*, Singapore: McGraw-Hill.
- Braswell, J. S., Lutkus, A. D., Grigg, W. S., Santapau, S. L., Tay-Lim, B., & Johnson, M. (2001). *The nation's report card: Mathematics 2000*. Washington, DC: United States Department of Education, Office of Educational Research and Improvement.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7th ed.). London: Routledge.
- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F. & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24–39.
- Conderman, G. & Elf, N. (2007). What's in This Book? Engaging Students Through a Textbook Exploration Activity. *Reading & Writing Quarterly*, 23(1), 111-116
- Davis, J. (2009). Understanding the influence of two Mathematics textbooks on prospective secondary teachers' knowledge. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 12(5), 365–389.
- Davis, E., Janssen, F., & Van Driel, J. (2016). Teachers and science curriculum materials: where we are and where we need to go. *Studies in Science Education*, 52(2), 127-160.
- Dkeidek, I., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2012). Assessment of the laboratory learning environment in an inquiry-oriented chemistry laboratory in Arab and Jewish high schools in Israel. *Learning Environments Research*, 15(2), 141–169.
- Erickson, B. & Nosanchuk, T. (1985). *Understanding data*. Milton Keynes: Open University Press.
- Fan, L. & Zhu, Y. (2007). Representation of problem-solving procedures: A comparative look at China, Singapore, and US mathematics textbooks. *Educational Studies in Mathematics*, 66(1), 61-75.
- Gorder, L. M. (2008). A study of teacher perceptions of instructional technology integration in the classroom. *The Journal of Research in Business Education*, 50(2), 63-76.
- Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science* (pp. 67-77). Milton Keynes: Open University Press.
- Hofstein, A., & Luncetta, V. N. (2004, January). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Hofstein A., Navon O., Kipnis M. and Mamlok-Naaman R., (2005), Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories, *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791-806.
- Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2010). Labwork and learning in secondary school chemistry: The importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, 40, 505-523.
- Hora, M. T. (2015). Toward a descriptive science of teaching: How the TDOP illuminates the multidimensional nature of active learning in postsecondary classrooms. *Science Education*, 99(5), 783-818.



- Hora, M., & Ferrare, J. (2014). *The Teaching Dimensions Observation Protocol (TDOP) 2.0*. Madison, WI: University of Wisconsin-Madison, Wisconsin Center for Education Research.
- Keengwe, J., Onchwari, G., & Wachira, P. (2008). Computer technology integration and student learning: Barriers and promise. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 560-565.
- Luketic, C. D., & Dolan, E. L. (2013). Factors influencing student perceptions of high-school science laboratory environments. *Learning Environments Research*, 16(1), 37-47.
- Morris, B.J., Masnick, A.M., Baker, K. & Junglen A. (2015) An Analysis of Data Activities and Instructional Supports in Middle School Science Textbooks, *International Journal of Science Education*, 37 (16), 2708-2720.
- Parada, S.E., Sacristán, A.I. (2010). *Teacher's reflections on the use of instruments in their mathematics lessons: A case-study*. In M. Pinto & T. Kawasaki (ed.), PME 34 (Vol. 4, pp. 25-32). Belo Horizonte, Brazil: PME.
- Remillard, J., Harris, B., & Agodini, R. (2014). The influence of curriculum material design on opportunities for student learning. *ZDM Mathematics Education*, 46(5), 735–749.
- Reys, R., Reys, B., Lapan, R., Holliday, G., & Wasman, D. (2003). Assessing the Impact of “Standards”-Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 74-95
- Stein, M. K., Remillard, J., & Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. In Lester, F. K. Jr. (Ed.). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (Vol. 1, pp. 319–369). Charlotte, NC: Information Age.
- Tobin, K. G. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.
- Wagner, D., Day, B., James, T., Kozma, R. B., Miller, J., & Unwin, T. (2005). *Monitoring and evaluation of ICT in education projects. A handbook for developing countries*. Washington DC: InfoDev/World Bank.



Εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία εννοιών του συνεχούς φάσματος των Αστέρων

Ιωάννης Καρδαράς, Μαρία Καλλέρη

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται σύντομη περιγραφή μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη διδασκαλία στη Β΄ Λυκείου εννοιών της φυσικής που περιγράφουν το συνεχές φάσμα των Αστέρων καθώς και της εφαρμογής της. Οι Αστέρες θεωρούνται μέλανα σώματα και επομένως μπορούν να περιγραφούν με τους ίδιους νόμους και έννοιες. Επίσης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των μαθητών για τις πειραματικές δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν καθώς και τα γνωστικά αποτελέσματά τους. Τα δύο παραπάνω αξιολογήθηκαν με ερωτηματολόγια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση είχε σημαντική επίδραση τόσο στη θετική στάση των μαθητών απέναντι στα πειράματα όσο και στη γνωστική πρόοδό τους.

Λέξεις κλειδιά: ΔΜΑ, συνεχές φάσμα, αστέρες

Implementation and evaluation of a TLS for the instruction of concepts of the Stars continuous spectrum

Ioannis Kardaras, Maria Kallery

Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

In the present study, a brief description of a Teaching Learning Sequence (TLS) is given for teaching the concepts of physics in the 2nd year of Lyceum describing the continuous spectrum of the Star as well as its application. Stars are considered blackbodies and therefore they can be described with the same laws and concepts. Also, the results of the students' perceptions of the experimental activities that were carried out as well as their cognitive results are presented. The two above were evaluated using questionnaires. The results showed that the intervention had a significant impact both on the positive attitude of the students towards the experiments and on their learning outcomes.

Keywords: TLS, continuous spectrum, stars



1. Εισαγωγή

Στα σχολεία της Β/θμιας Εκπαίδευσης η διδασκαλία εννοιών αναφορικά με τους Αστέρες καθώς και η διδασκαλία εννοιών κβαντομηχανικής είναι ελλιπής και αποσπασματική. Τα σχολικά εγχειρίδια προσφέρουν ελάχιστες σχετικές πληροφορίες και η διασύνδεση μεταξύ αυτών των θεματικών περιοχών είναι ασαφής καθώς αυτές πραγματεύονται σε διαφορετικές ενότητες και κεφάλαια αυτών. Η ενιαία διδασκαλία αυτών των γνωστικών περιοχών με συνεκτική θεώρηση ίσως ενισχύσει την κατανόηση των επιμέρους εννοιών και την πληρέστερη εποπτεία των φαινομένων. Στη βιβλιογραφία σχετικές έρευνες στη γνωστική περιοχή των ουρανίων σωμάτων ασχολούνται συνήθως με την κίνηση αυτών και ελάχιστες με τη φυσική των αστερών (Colantonio et al. 2017). Στην ενότητα που σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε διδακτικά στη Β΄ Λυκείου, συνδυάζουμε την έννοια του μέλανος σώματος και τους νόμους που το περιγράφουν (Planck, Wien, Stefan-Boltzmann), με την έννοια του συνεχούς φάσματος μέσω εκτέλεσης πειραματικών δραστηριοτήτων για τη βαθύτερη κατανόηση αμφοτέρων των εννοιών. Από όσο μας είναι γνωστό μια τέτοια προσέγγιση σε σχολικό επίπεδο δεν αναφέρεται στη βιβλιογραφία.

Στις πειραματικές δραστηριότητες θεωρήσαμε τον λαμπτήρα πυρακτώσεως (Bonnet and Gabelli 2010) και τον Ήλιο ως μέλανα σώματα. Στην παρούσα εργασία γίνεται μια σύντομη περιγραφή της ΔΜΑ καθώς και των αποτελεσμάτων της διερεύνησης των αντιλήψεων των μαθητών για τις πειραματικές δραστηριότητες και τα γνωστικά αποτελέσματα της εφαρμογής της.

2. Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπ' όψιν τη χρονική διάρκεια και τις έννοιες φυσικής που προβλέπονται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ).

Ο ερευνητικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι διπλός: αφενός να αξιολογηθεί η γνωστική πρόοδος των μαθητών (κατανόηση εννοιών και νόμων των μελανών σωμάτων έχοντας ως πλαίσιο το συνεχές φάσμα αυτών) και αφετέρου να διερευνηθούν οι αντιλήψεις (στάσεις και ενδιαφέροντα) των μαθητών σχετικά με τις πειραματικές δραστηριότητες, έπειτα από την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης.

Η ΔΜΑ έχει χρονική διάρκεια 4 ώρες, εφαρμόστηκε σε δείγμα μαθητών σε Λύκεια του νομού Τρικάλων με 41 μαθητές της Β΄ Λυκείου το σχολικό έτος 2018-2019. Αυτή αποτελεί την πρώτη κύρια εφαρμογή, καθώς η πιλοτική είχε εφαρμοστεί την προηγούμενη σχολική χρονιά. Η πιλοτική εφαρμογή είχε ως στόχο να αξιολογήσει, δηλαδή να αναδείξει τις ελλείψεις, τους χρονικούς περιορισμούς και γενικά τις δυσκολίες εφαρμογής της σχεδιαζόμενης διδακτικής παρέμβασης σε ένα πραγματικό μαθησιακό περιβάλλον. Τα αποτελέσματα υπήρξαν ενθαρρυντικά τόσο όσον αφορά στις στάσεις των μαθητών για τις πειραματικές δραστηριότητες όσο και στην κατάκτηση των γνωστικών στόχων.

Το μοντέλο της "Διδακτικής Αναδόμησης" (Method of Educational Reconstruction) (Duit et al. 2012), αποτέλεσε το πλαίσιο μεθοδολογίας της εργασίας. Περιλαμβάνει την ανάλυση της δομής του περιεχομένου, τις εμπειρικές έρευνες (αντιλήψεις μαθητών και βιβλιογραφική ανάλυση) και την ανάπτυξη και αξιολόγηση της διδασκαλίας. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε εμπειρική έρευνα (ανάλυση σχολικών εγχειριδίων και αντιλήψεων μαθητών για τις απαραίτητες έννοιες, αντικείμενα και φαινόμενα), ανάλυση του περιεχομένου (ερμηνεία των γραμμικών και συνεχών φασμάτων) καθώς και ο σχεδιασμός και η διαμόρφωση της διδασκαλίας. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στη διδασκαλία ήταν αυτή της



καθοδηγούμενης διερεύνησης. Η διάρθρωση της διδακτικής ενότητας που υλοποιήθηκε περιγράφεται συνοπτικά στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Περιγραφή του περιεχομένου και των δραστηριοτήτων της ενότητας του μέλανος σώματος

Ωρες	Ενότητες	Περιεχόμενο	Δραστηριότητες
2	Συνεχές φάσμα, γραφική παράσταση έντασης ακτινοβολίας-μήκους κύματος	Ιδιότητες συνεχούς φάσματος Νόμος Planck	Παρατήρηση φάσματος Ηλίου - λαμπτήρα πυρακτώσεως Επεξεργασία, σχεδίαση γραφικής παράστασης φάσματος του Ηλίου με λογισμικό
2	Μεγέθη που περιγράφουν το φάσμα: μήκος κύματος μέγιστης ισχύος, θερμοκρασία	Νόμος Wien Νόμος Stefan-Boltzmann	Μεταβολή τάσης λαμπτήρα - μεταβολή φάσματος Πειραματική προσέγγιση του νόμου Stefan-Boltzmann με μέτρηση αντίστασης λαμπτήρα και φωτεινότητας αυτού Υπολογισμός θερμοκρασίας φωτόσφαιρας του Ηλίου μέσω μεταβολής θερμοκρασίας υγρού

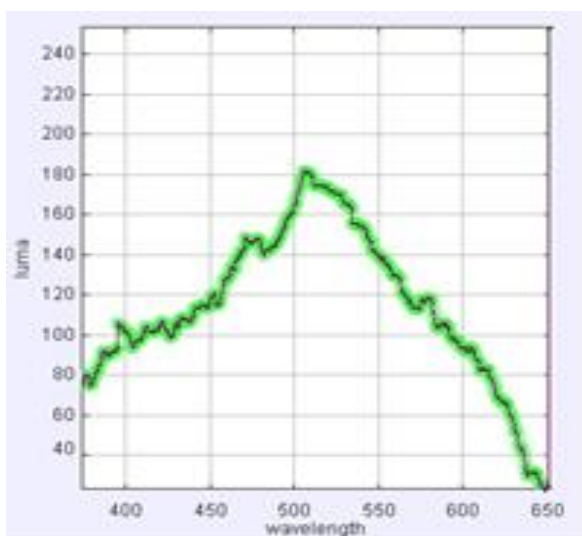
Οι μαθητές πραγματοποίησαν τις δραστηριότητες που περιγράφονται στον παραπάνω πίνακα, κατέγραψαν τα αποτελέσματα και τις παρατηρήσεις τους, τα επεξεργάστηκαν (βλέπε Σχήμα 1) και τα συζήτησαν στην τάξη.

Οι αντιλήψεις των μαθητών

α) Όπως ήδη αναφέραμε για τη διερεύνηση των απόψεων των μαθητών σχετικά με τις πειραματικές δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελείται από 10 ερωτήσεις. Για την κατασκευή του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήσαμε την κλίμακα Likert. Η επεξεργασία των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS 23.0 και ο δείκτης αξιοπιστίας – δείκτης του Cronbach υπολογίστηκε στο 0.810, που θεωρείται ικανοποιητικός.



Σχήμα 1: Γραφική παράσταση της έντασης του Ηλιακού φωτός στα διάφορα μήκη κύματος του ορατού φάσματος.



β) Για να αξιολογήσουμε τη γνωστική πρόοδο των μαθητών χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο ερωτηματολόγιο με 10 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (βλέπε Πίνακα 2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Για την ακρίβεια και αξιοπιστία του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση (item analysis) (Ding and Beichner 2009) υπολογίζοντας τους ακόλουθους δείκτες: δείκτης δυσκολίας (difficulty index) με αποδεκτό εύρος τιμών $0.30 < P < 0.80$, δείκτης διάκρισης (discrimination index) με αποδεκτές τιμές $D > 0.3$ και δείκτης συνάφειας (point biserial index) με αποδεκτή τιμή $r_{pbi} > 0.2$. Οι τιμές των δεικτών για τις ερωτήσεις κυμάνθηκαν στα αποδεκτά πλαίσια.

Πίνακας 2: Ενδεικτικές ερωτήσεις για την αξιολόγηση της γνωστικής προόδου.

Ενδεικτικές ερωτήσεις

1. Ο Αντάρης είναι κόκκινο άστρο, ο Ήλιος λευκοκίτρινος και ο Βέγας μπλε.

Ποιο από τα παραπάνω έχει τη μεγαλύτερη θερμοκρασία στην επιφάνειά του;

α) ο Αντάρης β) ο Ήλιος γ) ο Βέγας

2. Τα θερμότερα άστρα εκπέμπουν την περισσότερη ακτινοβολία στην περιοχή

α) της υπέρυθρης, β) της υπεριώδους γ) της ορατής δ) των ακτίνων X

3. Το συνεχές φάσμα εκπέμπεται από

α) ένα θερμό στερεό, β) ένα θερμό αέριο, γ) ένα ψυχρό αέριο



3. Αποτελέσματα

Μέρος των ευρημάτων από την επεξεργασία του ερωτηματολογίου απόψεων και ενδιαφέροντος των μαθητών παρουσιάζονται στο Σχήμα 2. Όπως φαίνεται σε μεγάλο ποσοστό απαντήσεων, οι μαθητές βρίσκουν τις δραστηριότητες ενισχυτικές για τη μάθηση. Αισθάνονται δημιουργικοί, τους αρέσει ο χειρισμός συσκευών, η συνεργασία που αναπτύσσουν και γενικά η εκτέλεση πειραμάτων τους προκαλεί ενδιαφέρον για το μάθημα.

Σχήμα 2: Οι απαντήσεις των μαθητών (N=41) σχετικά με τις απόψεις και το ενδιαφέρον τους για τις πειραματικές δραστηριότητες όπως αναλύθηκαν από το ερωτηματολόγιο.



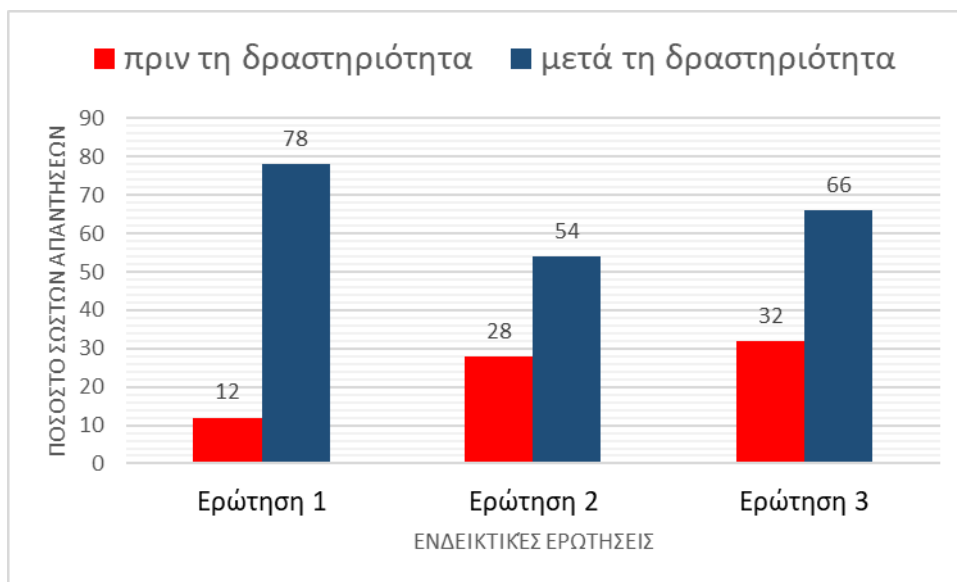
Όσον αφορά στα αποτελέσματα της επίδοσης των μαθητών, η στατιστική ανάλυση των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο 10 ερωτήσεων, που τους χορηγήθηκε πριν και μετά την εφαρμογή, έδειξε ότι υπήρχε σημαντική διαφορά στη βαθμολογία όπως φαίνεται από το Σχήμα 3.

Επιπλέον όσον αφορά στη συνολική απόδοση της ομάδας πριν και μετά την παρέμβαση η γνωστική πρόοδος υπήρξε σημαντική.

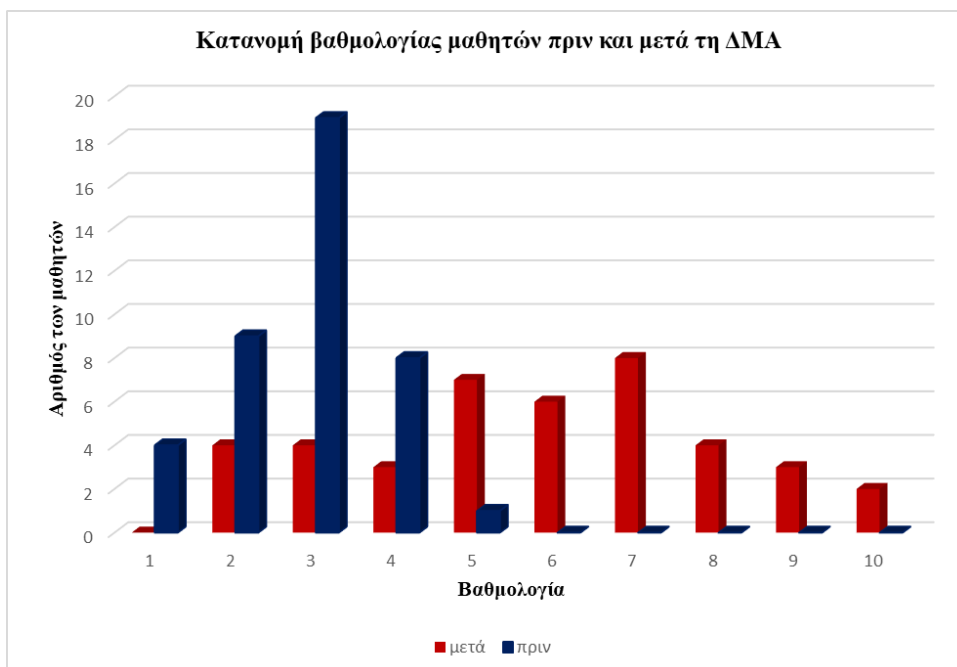
Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση πριν την εφαρμογή ήταν $M=2.82$, $SD=0.93$, ενώ μετά $M=5.80$, $SD=2.21$ αντιστοίχως. Η διαφορά στις επιδόσεις τους πριν την εφαρμογή της διδακτικής ενότητας και μια εβδομάδα μετά την εφαρμογή, όπως προέκυψε από την επεξεργασία με το στατιστικό πακέτο SPSS 23, είναι στατιστικά σημαντική ($t = 10.78$, $df = 40$, $p < 10^{-4}$). Στο Σχήμα 4 εμφανίζεται αναλυτικά η κατανομή των μαθητών στις κλίμακες της βαθμολόγησης.



Σχήμα 3: Σύγκριση ποσοστών σωστών απαντήσεων στις ίδιες ερωτήσεις πριν και μετά την παρέμβαση.



Σχήμα 4: Η κατανομή της βαθμολογίας των μαθητών στις 10 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου διάγνωσης γνωστικής προόδου.



4. Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική ενότητα η οποία απευθύνεται σε μαθητές Β/θμιας



εκπαίδευσης και στοχεύει στην εμπάθυνση της γνώσης των εννοιών «συνεχές φάσμα αστέρων» και «μέλαν σώμα». Εστίασαμε στη δημιουργία μιας συνεκτικής διαθεματικής προσέγγισης αυτών των εννοιών ώστε να παρουσιαστούν πληρέστερα και με νοηματική συνοχή μεταξύ τους. Η διδασκαλία θεμάτων που αφορούν την περιγραφή των άστρων, τις ιδιότητες και την εξέλιξή τους, δίνουν ιδιαίτερο κίνητρο και αποτελούν ενδιαφέρον πεδίο για τους μαθητές. Επομένως η διδασκαλία των συγκεκριμένων εννοιών της φυσικής μέσα στο πλαίσιο του συνεχούς φάσματος των αστέρων βελτιώνει τη γνώση των μαθητών και την κατανόησή τους. Η ανάλυση των γνωστικών επιδόσεων των μαθητών αλλά και των στάσεων προς τις δραστηριότητες υποστηρίζει την αποτελεσματικότητα των δραστηριοτήτων που εφαρμόστηκαν για την κατανόηση των απαραίτητων εννοιών, νόμων και φαινομένων που εμφανίζονται στη διδασκαλία του συνεχούς φάσματος και του μέλανος σώματος.

5. Βιβλιογραφία

- Bonnet, I., and J. Gabelli. (2010). "Probing Planck's Law at Home." *European Journal of Physics* 31(6): 1463–71.
- Colantonio, Arturo et al. (2017). "A Teaching Module about Stellar Structure and Evolution." *Physics Education* 52(1).
- Ding, Lin, and Robert Beichner. (2009). "Approaches to Data Analysis of Multiple-Choice Questions." *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 5(2): 1–17.
- Duit, R. et al. (2012). "The Model of Educational Reconstruction – A Framework for Improving Teaching and Learning Science." *Science Education Research and Practice in Europe: Restroperive and Prospective* (December): 13–38.



Επαυξημένη πραγματικότητα σε γυμνασιακές και λυκειακές μαθητικές εργασίες βιολογίας

Ιωάννης Κατσακούλας ¹, Μιχαήλ Γαλάνης ²

¹ Γυμνάσιο με Α.Τ. Έμπωνας Ρόδου, ² 3^ο Γυμνάσιο Πετρούπολης Αττικής

Περίληψη: Ένα μέσο που έχει προστεθεί στο οπλοστάσιο της διδακτικής είναι η επαυξημένη πραγματικότητα. Έγκειται στην ενεργοποίηση ψηφιακού περιεχομένου κατά την απεικόνιση του πραγματικού περιβάλλοντος. Η ενεργοποίηση γίνεται είτε μέσω αναγνώρισης εικόνας, είτε μέσω γεωγραφικού εντοπισμού θέσης. Οι περισσότεροι από τους 66 μαθητές Α, Β, Γ γυμνασίου και λυκείου φάνηκαν να έχουν ανανεωμένο ενδιαφέρον και επιθυμούσαν την επικουρία της μάθησης της επιλεγμένης διδακτέας ύλης βιολογίας μέσω της τεχνικής, αλλά μόνο μεταξύ άλλων διδακτικών μέσων και περιστασιακά.

Λέξεις-κλειδιά: επαυξημένη πραγματικότητα, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, κυτταρικά οργανίδια, ανατομία καρδιάς, αντλία K⁺-Na⁺.

Augmented reality of pupils' assignments in biology of lower and upper secondary education

Ioannis Katsakoulas ¹, Michael Galanis ²

¹ Emponas gymnasium/lyceum, Rhodes, ² 3rd gymnasium of Petroupolis, Attica

Abstract: A technique added in the armamentarium of teaching is the augmented reality. It lies in the activation of digital content in the display of the real environment. The activation occurs either by image recognition or by geographical positioning. Most of the 66 pupils in A, B and C classes of both lower and upper secondary education showed renewed interest and desired the assistance of learning that pertains to the selected biology curriculum by this technique' however, only among other teaching techniques and occasionally.

Keywords: augmented reality, secondary education, cellular organelles, heart anatomy, K⁺-Na⁺ pump.



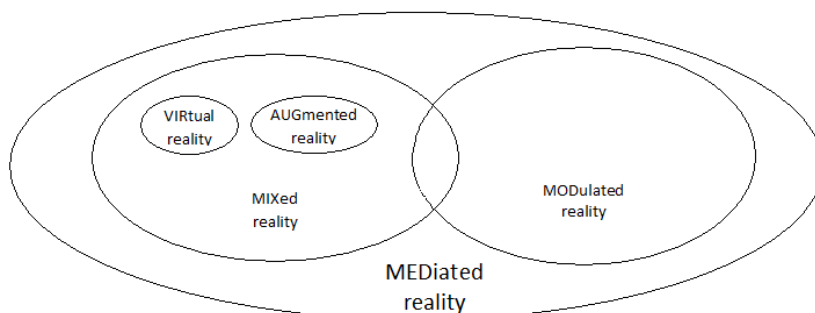
1. Εισαγωγή

Ένα σύγχρονο μέσο που έχει προστεθεί στο οπλοστάσιο της διδακτικής είναι η AR (augmented reality). Μπορεί να οριστεί ως ενσωμάτωση ψηφιακών δεδομένων στην απεικόνιση του πραγματικού περιβάλλοντος και ως αλληλεπίδραση με τα ενσωματωμένα στοιχεία. Ο τρόπος ενεργοποίησης του ψηφιακού περιεχομένου που ενσωματώνεται στην εικόνα του πραγματικού περιβάλλοντος είναι είτε μέσω αναγνώρισης εικόνας είτε με γεωγραφικό εντοπισμό θέσης. Το έναυσμα για την ανάπτυξη της AR δόθηκε από την αντικατάσταση των διδιάστατων κωδικών QR («quick response») με οποιαδήποτε επιθυμητή εικόνα.

Μια εφαρμογή AR επιτελείται i) «στοιβάζοντας» εκ των προτέρων καθορισμένα αρχεία video, ήχου, εικόνων, προγραμμάτων, κ.ο.κ. (καλούμενα «overlays», «στρώματα») επί μιας προκαθορισμένης εικόνας (καλούμενης «trigger image», εικόνα «πυροδότησης») (κατά τη λογική του Photoshop), ii) ορίζοντας την ενέργεια που θα εκτελείται από τη συσκευή απεικόνισης (π.χ. «έξυπνο» κινητό, tablet) όταν εντοπίζει την εικόνα «πυροδότησης», και iii) στοχεύοντας την εικόνα «πυροδότησης» με τη συσκευή απεικόνισης. Τα ενσωματωμένα ψηφιακά δεδομένα απευθύνονται επί του παρόντος κυρίως στην όραση αλλά έχουν αναφερθεί και ερεθίσματα που απευθύνονται και στις άλλες αισθήσεις μας λόγω της ύπαρξης πλήθους αισθητήρων στα «έξυπνα» κινητά (GPS, επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο, οπτικοί αισθητήρες, μαγνητόμετρο, αισθητήρα ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητας (RFID), αισθητήρα υπερέυθρων για τον υπολογισμό της εγγύτητας αντικειμένων). Με αυτόν τον τρόπο η ψηφιακή απεικόνιση ενέχει μεν την πραγματικότητα αλλά και πρόσθετα τεχνητά στοιχεία (που αφορούν την πραγματική απεικόνιση) οπότε επέρχεται «ενίσχυση/επαιξηση» των πληροφοριών που μας παρέχει η απλή ψηφιακή απεικόνιση. Στον βαθμό που οι ενέργειες του χρήστη επηρεάζουν τα εικονικά στοιχεία ενέχεται και διάδραση.

Η AR διαφέρει από την εικονική πραγματικότητα (virtual reality, VR) καθώς στην τελευταία έχουμε εξ ολοκλήρου τεχνητή απεικόνιση. Η AR αποτελεί υποσύνολο της μικτής (ή υβριδικής) πραγματικότητας (mixed ή hybrid reality, MR ή HR) καθώς η τελευταία ενέχει και την ενσωμάτωση πραγματικών αντικειμένων σε τεχνητή απεικόνιση (καλούμενη augmented virtuallity, AV). Μια ακόμη διακριτή τεχνολογία, η τροποποιημένη πραγματικότητα (modulated reality, MR) που ενέχει την μεταβολή επί μέρους στοιχείων της πραγματικής απεικόνισης (π.χ. φωτεινότητας) μαζί με τη μικτή πραγματικότητα αποτελεί το ευρύτερο υπερσύνολο της διαμεσολαβημένης (από υπολογιστή) πραγματικότητας ((computer-)mediated reality, (C)MR), όπως φαίνεται στην εικόνα 1:

Εικόνα 1. Τα σύνολα των τεχνολογιών τροποποίησης της απεικόνισης (Mann S., MIT Press (2002).





Η AR έχει αξιοποιηθεί στην αρχαιολογία (προσεγγιστική απεικόνιση οικισμών στον ίδιο τον τόπο της ανασκαφής), στην αρχιτεκτονική (απεικόνιση του στόχου εργασίας), στο marketing (σάρωση prospectus & άλλων προϊόντων προς πώληση αντικαθιστώντας τους διδιάστατους ραβδωτούς κωδικούς QR), στην πλοήγηση (ανάδειξη ονομάτων δρόμων). Ήδη έχει προταθεί αξιοποίηση της AR στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of things, IoT) (Rashid Z et al., 2017).

Η AR έχει αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση μηχανικών, ιατρών, στο πλαίσιο της σχολικής ιστορίας και της σχολικής χημείας εν είδει καρτών μνήμης (flash cards) στη δηλωτική γνώση αλλά και μέσω τεχνητών ογκομετρήσεων (Tee NYK et al., 2018) και χημικών αντιδράσεων (Gan HS et al. 2018; Petro D, 2014).

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της μικτής εργασίας είναι η διερεύνηση της στάσης των μαθητών απέναντι στην εφαρμογή AR σε επιλεγμένα κεφάλαια βιολογίας της διδακτέας ύλης.

Αξιολογήθηκε περιγραφικά η διδακτική ενέργεια μέσω

- τήρησης κλείδας παρατήρησης
- ερωτηματολογίου
- peer-reviewing από παριστάμενους συναδέλφους διάφορων ειδικοτήτων,
- ηχογράφησης της διδακτικής ενέργειας, και
- των ερωτήσεων που διατύπωσαν οι μαθητές στον ελεύθερο χρόνο που ακολούθησε και των απαντήσεων στα δικά μας ερωτήματα.

Το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της έρευνας ήταν μικρής διάρκειας με 9 ερωτήσεις (δύο ερωτήσεις στάσης ως προς το μάθημα: υπ' αριθμ. 7+9, 5βάθμιας κλίμακας Likert, και επτά ερωτήσεις αξιολόγησης του μαθήματος από τις οποίες οι δύο ερωτήσεις, υπ' αριθμ. 5+6, ήταν 5βάθμιας κλίμακας Likert) που φαίνονται στον πίνακα 1. Επιλέχθηκε 5βάθμια κλίμακα ώστε να επιτρέπεται και η ουδέτερη αξιολόγηση (προσαρμογή από: Ramsden (1996) και The Engineering Professors' Council (2000).

Πίνακας 1. Ερωτηματολόγιο post hoc.

-
- 1) «Το πιο σημαντικό πράγμα που έμαθα σε αυτό το μάθημα ήταν..»
 - 2) «Μετά το μάθημα μου δημιουργήθηκε η απορία ή απορίες για..»
 - 3) «Το πιο δύσκολο σημείο της εφαρμογής ήταν..»
 - 4) Υπάρχουν λόγοι που νιώθετε ότι παρεμπόδιζαν την εκμάθησή σας κατά το μάθημα;
 - 5) «Θα μπορούσα να εξηγήσω τους όρους αυτού του μαθήματος σε έναν συμμαθητή μου».
(καθόλου) 0 1 2 3 4 (σίγουρα ναι)
 - 6) «Βρήκα δύσκολο το να συγκεντρωθώ κατά την επίδειξη».
(καθόλου) 0 1 2 3 4 (σίγουρα ναι)
 - 7) «Σκέφτομαι να ψάξω για το θέμα λίγο περισσότερο».
(καθόλου) 0 1 2 3 4 (θα το κάνω)
 - 8) «Μου άρεσε/δεν μου άρεσε το ότι οι εισηγητές..»
 - 9) «Η AR στο πλαίσιο της τάξης είναι κάτι..»
(βαρετό) 0 1 2 3 4 (ενδιαφέρον)
-



Διδασκαλία:

Για τον σκοπό της έρευνας πραγματοποιήσαμε διδασκαλία βασισμένη στην υποβοηθούμενη διακεκομμένη ανάκληση («spaced-repetition») μέσω AR, εν είδει καρτών μνήμης.

Κάθε διδασκαλία είχε διάρκεια 1 διδακτική ώρα/τάξη και πραγματοποιήθηκε σε όλες τις τάξεις (γυμνασίου-λυκείου) του Γυμνασίου με Λ.Τ. Έμπωνας Ρόδου. Συνολικά 66 μαθητές συμμετείχαν στην έρευνα.

Προαπαιτούμενα για τη διδασκαλία ήταν: υπολογιστής για το «στήσιμο» πριν από την τελική χρήση. «Έξυπνο» κινητό/tablet με την δωρεάν εφαρμογή HP Reveal (πρώην Augasma) για την τελική χρήση στην τάξη. Δεν απαιτείται σύγχρονη σύνδεση στο διαδίκτυο.

Η πορεία διδασκαλίας που ακολουθήσαμε ήταν η εξής: γνωστοποίηση των στόχων στους μαθητές → στοιχειώδης παράδοση της επιλεγμένης διδακτέας ύλης → δημιουργία προσωπικών παραδοτέων εκ μέρους των μαθητών → αξιοποίηση των παραδοτέων ως εικόνες «πυροδότησης» → «ανέβασμα» προκαθορισμένων εικόνων “απόκρισης” και αντιστοίχιση τους στις εικόνες «πυροδότησης» → γνωστοποίηση των στόχων της εργασίας στους μαθητές → σύγχρονη και ασύγχρονη διερεύνηση από τους μαθητές αξιοποιώντας τη δωρεάν εφαρμογή → παράθεση των τρεχόντων αδυναμιών της AR → διασαφήνιση του τρόπου λειτουργίας της εφαρμογής → ιδεοθύελα για τη διαθεματική αξιοποίηση της AR στο πλαίσιο της τάξης.

Αναμενόμενο μαθησιακό αποτέλεσμα: (σε παρένθεση ο στόχος κατά αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom (2001)):

Να απαντούν

- στην ερώτηση «ποιο κυτταρικό οργανίδιο υποδεικνύεται;» ή «ποιο ανατομικό στοιχείο της καρδιάς υποδεικνύεται;»

όταν εφαρμόζουν AR σε εικόνες του σχολικού βιβλίου ξεπατικωμένες σε ριζόχαρτο, ή

- στην ερώτηση «πως λειτουργεί η αντλία $K^+ -Na^+$ »

όταν εφαρμόζουν AR σε αυτοσχέδια μοντέλα από πλαστελίνη (γνώση).

Η αξιολόγηση των μαθητών/μαθητριών πραγματοποιήθηκε προφορικά κατά τη διάρκεια της διερεύνησης και γραπτά 1 εβδομάδα μετά τη διερεύνηση.

3. Αποτελέσματα

1. Προέκυψε ένα πρωτόκολλο αξιοποίησης της AR στη δηλωτική γνώση τριών κεφαλαίων βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

2. Οι περισσότεροι από τους 66 μαθητές Α, Β, Γ γυμνασίου και λυκείου φάνηκαν να έχουν ανανεωμένο ενδιαφέρον και επιθυμούσαν την επικουρία της μάθησης της επιλεγμένης διδακτέας ύλης βιολογίας μέσω της τεχνικής, αλλά μόνο μεταξύ άλλων μέσων διδακτικών μέσων, περιστασιακά. Η αξιολόγηση της τεχνικής από τους μαθητές έδειξε ότι η πλειοψηφία τους δεν ανέδειξε την τεχνική ως το πλέον ικανό μέσο διδασκαλίας. Αυτό παρατηρήθηκε από την πρώτη επαφή με την τεχνική έως και τις επανειλημμένες μεταγενέστερες επαφές με την τεχνική στο πλαίσιο του σχολείου μας.



3. Η εξέταση της επιλεγμένης δηλωτικής γνώσης έδωσε καλά αποτελέσματα.
4. Τα ποσοστά απαντήσεων σε επιλεγμένες ερωτήσεις αξιολόγησης της διδακτικής ενέργειας φαίνονται στον πίνακα 2:

Πίνακας 2: Τα ποσοστά των απαντήσεων σε 4 επιλεγμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ
«ΤΟ ΠΙΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΠΡΑΓΜΑ ΠΟΥ ΕΜΑΘΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΗΤΑΝ..»	
Τα κυτταρικά οργανίδια - Η ανατομία της καρδιάς - Η ροή της αντλίας K^+-Na^+	51
Οι διαφορές προ-, ευ-καρυωτικών κυττάρων	24
Οι διαφορές φυτικών-ζωικών κυττάρων	19
Λοιπά	6
«ΤΟ ΠΙΟ ΔΥΣΧΡΗΣΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΗΤΑΝ..»	
Το «κλικ» του εικονικού κουμπιού	44
Η αρχική σύλληψη της εικόνας	16
Η διατήρηση της απεικόνισης	36
Λοιπά	4
«ΘΑ ΜΠΟΡΟΥΣΑ ΝΑ ΕΞΗΓΗΣΩ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΗΣΑ ΣΕ ΕΝΑΝ ΣΥΜΜΑΘΗΤΗ ΜΟΥ»	
Καθόλου	4
Λίγο	19
Αρκετά καλά	34
Πολύ καλά	43
«Η ΑΡ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΕΙΝΑΙ ΚΑΤΙ..»	
Βαρετό	3
Λίγο βαρετό	13
Λίγο ενδιαφέρον	32
Ενδιαφέρον	52

4. Συμπεράσματα

1. Αναδείχτηκε η διατήρηση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Πιστεύουμε ότι η τεχνική από μόνη της συγκρατεί μεν το ενδιαφέρον, αλλά είχε ληφθεί μέριμνα για περιορισμό του εννοιολογικού φόρτου, ώστε να αποφευχθεί ο πλατειασμός και στοιχεία περισπασμού (τα αποτελέσματα ήταν καλά και όσον αφορά την τήρηση της χρονικής διάρκειας της διδασκαλίας). Η προσπάθεια μας για ένταξη της ΑΡ στη σχολική επιστήμη φαίνεται να βρήκε έδαφος.



2. Ωστόσο, βάσει των ποσοστών, δίνεται η εντύπωση ότι η AR συνιστά επικουρικό, συμπληρωματικό μέσο στα μάτια των μαθητών και, συγκεκριμένα, ότι πρέπει να ακολουθεί, ή να συμπορεύεται με μια στοιχειώδη προηγούμενη διδασκαλία.

3. Τα δύσκολα σημεία της εφαρμογής οπωσδήποτε ευθύνονται μερικώς για τα ποσοστά των απαντήσεων. Ως πλέον δύσχρηστο κομμάτι αναδείχθηκε το «κλικ» των εικονικών κουμπιών. Αυτό επιλύθηκε μεταγενέστερα μεγαλώνοντας το εικονικό κουμπί και χρησιμοποιώντας ειδικό εργαλείο τύπου γραφίδας για οθόνες αφής.

Εντύπωση που αποκομίσαμε:

Οι μαθητές ανέπτυξαν τη δική τους προβληματική:

- γιατί η θέση των εικονικών στοιχείων διατηρείται σταθερή παρά την κίνηση του χρήστη στον χώρο;
- γιατί φαίνεται να μαθαίνουμε τα κυτταρικά οργανίδια/ανατομικά στοιχεία της καρδιάς αποτελεσματικότερα;
- σε ποιο άλλο θεματικό πεδίο και πως αλλιώς μπορεί να αξιοποιηθεί η τεχνική στο πλαίσιο της τάξης; Σε μη δηλωτική γνώση; Με animation; Με άλλο παραδοτέο εκ μέρους των μαθητών;

Κατά τη γνώμη μας, από μόνη της η ανάδυση αυτής της προβληματικής δείχνει ότι η διδακτική ενέργεια -με τις προϋποθέσεις που τηρήθηκαν- ακολουθεί το σωστό μονοπάτι.

5. Βιβλιογραφία

Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R., et al (Eds.). (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group)

Gan HS, Tee NYK, Bin Mamtaz MR, Xiao K, Cheong BH, Liew OW & Ng TW. (2018). Augmented reality experimentation on oxygen gas generation from hydrogen peroxide and bleach reaction. *Biochem Mol Biol Educ.*, 46(3), 245-252, DOI: 10.1002/bmb.21117

Petro D [2014, Feb 28]. Using the Elements 4D app [Video]. Ανακτήθηκε από <https://www.youtube.com/watch?v=beodWECIzpo>

Ramsden, P. (1996). *Learning to Teach in Higher Education*. London: Routledge

Rashid Z, Melià-Seguí J, Pous R., Peig E. (2017). Using Augmented Reality and Internet of Things to improve accessibility of people with motor disabilities in the context of Smart Cities. *Future Generation Computer Systems*, 76, 248-261, DOI.ORG/10.1016/j.future.2016.11.030

Tee NYK, Gan HS, Li J., Cheong BH., Tan HY., Liew OW. & Ng TW. (2018). Developing and Demonstrating an Augmented Reality Colorimetric Titration Tool. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 393-399, DOI: 10.1021/acs.jchemed.7b00618

The Engineering Professors' Council (2000). EPC Occasional Paper No. 10. The EPC Graduate Output Standard, Interim Report of the EPC Output Standard Project. London



Η αφήγηση ιστοριών από την ιστορία της βιολογίας ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την εισαγωγή εννοιών της φύσης της επιστήμης – απόψεις των εκπαιδευτικών

Ναυσικά Καψαλά, Ευαγγελία Μαυρικάκη

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η φύση της επιστήμης (ΦΤΕ) αποτελεί σημαντικό μέρος της επιστημονικής εκπαίδευσης, όμως, κυρίως λόγω έλλειψης χρόνου και μέσων, οι εκπαιδευτικοί συχνά το παραμελούν. Προτείνουμε ότι η προφορική αφήγηση ιστοριών από την ιστορία της επιστήμης, σε συνδυασμό με συζήτηση είναι κατάλληλο μέσο για τη διδασκαλία της ΦΤΕ. Είκοσι δύο εκπαιδευτικοί που αρχικά παρακολούθησαν βιωματικό σεμινάριο αφήγησης, αξιολόγησαν τέσσερις ιστορίες ως προς το περιεχόμενό τους σε στοιχεία της ΦΤΕ και την αφήγηση ως μέσο μετά από την εφαρμογή ανάλογης διδακτικής προσέγγισης στην τάξη τους. Βρέθηκε ότι αναγνωρίζουν την αφήγηση ως χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία της ΦΤΕ και ότι είναι πρόθυμοι να την εφαρμόσουν.

Λέξεις κλειδιά: φύση της επιστήμης, ιστορία της επιστήμης, αφήγηση, εκπαιδευτικό εργαλείο, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Assessing the effectiveness of storytelling in teaching NOS related issues from the teachers' scope

Nausica Kapsala, Evangelia Mavrikaki

Faculty of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

Nature of science (NOS) is an important part of science education; nonetheless, teachers tend to neglect it mainly due to lack of time and lack of resources. We propose that telling stories derived from the history of science, combined with discussion is a suitable way of teaching NOS. Twenty-two teachers who initially attended an experiential storytelling workshop, evaluated four stories about their NOS content, and storytelling as a method after adopting it as a teaching method in their classes. Our results show that they recognized storytelling as a useful educational tool for teaching NOS and they were willing to apply it.

Keywords: nature of science, history of science, storytelling, educational tool, secondary education



1. Εισαγωγή

Η φύση της επιστήμης (ΦΤΕ) αποτελεί το πεδίο που περιγράφει το τι είναι η επιστήμη, πώς λειτουργεί και τις αμφίδρομες αλληλεπιδράσεις της με την κοινωνία, από τις οπτικές γωνίες της φιλοσοφίας, της ιστορίας, της κοινωνιολογίας και της ψυχολογίας της επιστήμης (McComas et al. 1998). Η κατανόησή της θεωρείται αναγκαία για την κατανόηση της επιστήμης (Allchin 2014).

Ωστόσο η εισαγωγή της στη σχολική πραγματικότητα δεν είναι εύκολη. Οι καθηγητές τείνουν να υποτιμούν τη σημαντικότητά της και να επικεντρώνονται στη διδασκαλία του επιστημονικού περιεχομένου, ενώ όταν επιχειρούν να διδάξουν θέματα σχετικά με τη ΦΤΕ αντιμετωπίζουν δυσκολίες τόσο λόγω έλλειψης χρόνου, και κατάλληλων μέσων, όσο και λόγω δικών τους παρανοήσεων (Höttecke & Silva 2011).

Θεωρούμε ότι η προφορική αφήγηση ιστοριών που προέρχονται από την ιστορία της επιστήμης, που βρίθκει παραδειγμάτων που διαφωτίζουν έννοιες της ΦΤΕ (McComas 2008), σε συνδυασμό με συζήτηση, αποτελεί ένα χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία θεμάτων σχετικών με τη ΦΤΕ, που μπορεί να επιτρέψει στους εκπαιδευτικούς να ξεπεράσουν τα προαναφερθέντα εμπόδια (Karsala & Mavrikaki, in press).

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθεί κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η αφήγηση ως εκπαιδευτικό εργαλείο μπορεί να τους διευκολύνει να εισάγουν τη διδασκαλία της ΦΤΕ στο μάθημά τους. Για τους σκοπούς της έρευνας κατασκευάστηκαν τέσσερις ιστορίες με θέματα από την ιστορία της επιστήμης και πραγματοποιήθηκε βιωματικό σεμινάριο αφήγησης για εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας που διδάσκουν το μάθημα της βιολογίας.

Με βάση τα παραπάνω οδηγήθηκαμε στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- Θεωρούν οι εκπαιδευτικοί ότι το σεμινάριο που παρακολούθησαν τους βοήθησε στην αφήγηση των ιστοριών;
- Αφηγήθηκαν τις ιστορίες στην τάξη τους;
- Πόσο εύκολα ή δύσκολα θεωρούν ότι μπορούν να εφαρμόσουν αφήγηση, και τί δυσκολίες αναγνωρίζουν σε αυτό;
- Πόσο εύκολα ή δύσκολα θεωρούν ότι μπορούν να προσεγγίσουν έννοιες της ΦΤΕ σε ένα τυπικό μάθημα βιολογίας και τί δυσκολίες αναγνωρίζουν σε αυτό;
- Πόσο εύκολα ή δύσκολα θεωρούν ότι μπορούν να προσεγγίσουν έννοιες της ΦΤΕ μέσω της αφήγησης των ιστοριών και τί δυσκολίες αναγνωρίζουν σε αυτό;
- Ποιες έννοιες της ΦΤΕ αναγνώρισαν οι εκπαιδευτικοί στις τέσσερις ιστορίες;
- Έχουν πρόθεση στο μέλλον να προσεγγίζουν έννοιες της ΦΤΕ μέσω αφήγησης των ιστοριών;

2. Μεθοδολογία

Για τους σκοπούς της έρευνας οργανώσαμε ένα βιωματικό σεμινάριο αφήγησης για εκπαιδευτικούς γυμνασίου και λυκείου που διδάσκουν βιολογία. Το σεμινάριο είχε διάρκεια τριών ωρών, επαναλήφθηκε τέσσερις φορές και συνολικά το παρακολούθησαν 80 εκπαιδευτικοί. Στο πλαίσιο του σεμιναρίου οι εκπαιδευτικοί αφού ασκήθηκαν σε τεχνικές αφήγησης, επεξεργάστηκαν αφηγηματικά τέσσερις επιστημονικές ιστορίες από την ιστορία της βιολογίας (Πίνακας 1) και συζήτησαν σε ομάδες σχετικά με τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα που μπορούν να προσεγγισθούν μέσα από κάθε ιστορία (Καψαλά & Μαυρικάκη 2017).



Οι ιστορίες είχαν γραφτεί με βάση τη δομή παραδοσιακών ιστοριών (Bruner 2003) και τις αρχές του προφορικού λόγου (Ong, 1997), ώστε να διευκολύνουν την προφορική αφήγησή τους. Αφορούν διαφορετικές θεματικές του αναλυτικού προγράμματος της βιολογίας, που συναντώνται τόσο στο γυμνάσιο όσο και στο λύκειο. Κάθε ιστορία συνοδευόταν από προτεινόμενα θέματα συζήτησης σχετικά της ΦΤΕ (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Τα θέματα των ιστοριών που δόθηκαν στους εκπαιδευτικούς στο πλαίσιο του σεμιναρίου και τα συνοδευόμενα προτεινόμενα θέματα συζήτησης.

Τίτλος	Θέμα	Ενδεικτικά θέματα συζήτησης	Επιστημονικές έννοιες	Τάξη
Η Διπλή Έλικο	Η ανακάλυψη της δομής του DNA από τους Watson και Crick και η συνεργασία τους με τους Wilkins και Franklin.	<ul style="list-style-type: none">– επιστημονική μέθοδος– θέση γυναίκας στην επιστήμη– συνεργασία – ανταγωνισμός επιστημόνων	δομή DNA, μοντέλο Watson & Crick	– Γ΄ Γυμνασίου – Β΄ Λυκείου – Γ΄ Λυκείου Προσανατολισμού
Η τυφοειδής Μαιρίη	Η μετάδοση τυφοειδούς πυρετού από μία μαγείρισσα το 1900 στη Νέα Υόρκη, και η ανακάλυψή της από τον υγειονομικό επιθεωρητή George Soper.	<ul style="list-style-type: none">– επιστημονική μέθοδος– μετανάστευση, προκαταλήψεις	μετάδοση ασθενειών	– Β΄ Γυμνασίου – Γ΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας (ΓΠ)
Οι κοκκινολαίμηδες που σιώπησαν	Η ανακάλυψη των επιπτώσεων του εντομοκτόνου DDT στον πληθυσμό των κοκκινολαίμηδων στη Β. Αμερική τη δεκαετία του 1950 από τον ορνιθολόγο George Wallace.	<ul style="list-style-type: none">– σημασία επικοινωνίας επιστημόνων– οικονομικές και πολιτικές επιρροές στην επιστήμη	βιοσυσσώρευση	– Β΄ Γυμνασίου – Γ΄ Λυκείου ΓΠ
Δαρβίνος-Γουάλας: Δυο μυαλά, μια ιδέα	Τα ταξίδια του Charles Darwin και του Alfred Russel Wallace, η ανεξάρτητη ανακάλυψη του μηχανισμού της εξέλιξης των ειδών και η κοινή τους ανακοίνωσή το 1858.	<ul style="list-style-type: none">– η παραγωγή νέας γνώσης– η επίδραση της κοινωνίας στην προαγωγή της επιστήμης	θεωρία της εξέλιξης / φυσική επιλογή	– Γ΄ Γυμνασίου – Γ΄ Λυκείου ΓΠ

Στο τέλος της σχολικής χρονιάς, δημιουργήσαμε δομημένο ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου είκοσι-τριών ερωτήσεων μέσω του Google forms, και το διανεμίσαμε στους συμμετέχοντες του σεμιναρίου (περίπου επτά μήνες μετά το σεμινάριο) μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου καλώντας τους να αξιολογήσουν ανώνυμα τις ιστορίες ως προς το περιεχόμενό τους σε στοιχεία της ΦΤΕ, και την αφήγηση ως εκπαιδευτικό εργαλείο. Εννέα ερωτήσεις αφορούσαν την αξιολόγηση του σεμιναρίου, τρεις την αφήγηση



ως εκπαιδευτική μέθοδο, τέσσερις τη διδασκαλία της ΦΤΕ, και επτά την προσέγγιση εννοιών της ΦΤΕ μέσω αφήγησης. Οκτώ ερωτήσεις ήταν σε μορφή κλίμακας στάσεων (likert scale) πέντε βαθμίδων, δεκατρείς ήταν πολλαπλής επιλογής, και δύο διχοτομικές. Στο ερωτηματολόγιο απάντησαν 22 εκπαιδευτικοί.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων τους τα αναλύσαμε με περιγραφική στατιστική, μέσω του προγράμματος Excel.

3. Αποτελέσματα

Οι συμμετέχοντες βαθμολόγησαν το σεμινάριο κατά μέσο όρο με 3,6/5 ως προς το κατά πόσο τους βοήθησε στην αφήγηση, με το 54,5% (12/22) να δηλώνει ότι βοηθήθηκε πολύ και πάρα πολύ. Σε ποσοστό 95,5% (21/22) δήλωσαν ότι επιθυμούν να παρακολουθήσουν και άλλα σεμινάρια αφήγησης.

77,3% των συμμετεχόντων (17/22) δήλωσαν ότι διδάσκουν έννοιες της ΦΤΕ στο μάθημά τους.

Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι απαντήσεις τους σχετικά με τη βαθμολόγηση: της αφήγησης, της εισαγωγής εννοιών της ΦΤΕ σε ένα τυπικό μάθημα βιολογίας και της εισαγωγής εννοιών ΦΤΕ μέσω αφήγησης ως προς την ευκολία της εφαρμογής τους και τις δυσκολίες που αναγνώρισαν σε κάθε μέθοδο.

Πίνακας 2: Πόσο εύκολη είναι η εφαρμογή των μεθόδων σύμφωνα με τους συμμετέχοντες και ποιες δυσκολίες αναγνωρίζουν σε κάθε μία από αυτές.

	αφήγηση	εισαγωγή εννοιών ΦΤΕ σε τυπικό μάθημα βιολογίας	εισαγωγή εννοιών ΦΤΕ μέσω αφήγησης
Μ.Ο. ευκολίας εφαρμογής (N=22)	3,4/5	2,9/5	3,2/5
Δύσκολη (2)	13,6% (3/22)	36,4% (8/22)	18,2% (4/22)
Μέτρια (3)	36,4% (8/22)	40,9% (9/22)	50% (11/22)
Εύκολη –πολύ εύκολη (4-5)	50% (11/22)	22,7% (5/22)	31,8% (7/22)
N απαντήσεων σχετικά με δυσκολίες	16 (100%)	17 (100%)	11 (100%)
έλλειψη χρόνου	10 (62,5%)	11 (64,7%)	8 (72,7%)
έλλειψη εξοπλισμού	5 (31,3%)	6 (35,3%)	2 (18,2%)
ανάγκη προετοιμασίας εκπαιδευτικού	7 (43,8%)	6 (35,3%)	5 (45,5%)
γνωστική ανεπάρκεια εκπαιδευτικού	6 (37,5%)	6 (35,3%)	4 (36,4%)
Κόστος	1 (6,3%)	3 (17,6%)	2 (18,2%)

Σχεδόν όλα τα στοιχεία της ΦΤΕ αναγνωρίστηκαν σε όλες τις ιστορίες, άλλα από περισσότερους και άλλα από λιγότερους εκπαιδευτικούς (Πίνακας 3).



Τέλος, 68,2% των συμμετεχόντων (15/22), αφηγήθηκαν στην τάξη τους τη σχολική χρονιά που πέρασε, μία ή περισσότερες από τις ιστορίες που τους δόθηκαν, και το 54,5% (12/22) δήλωσαν πρόθεση να προσεγγίσουν θέματα της ΦΤΕ μέσω αφήγησης των ιστοριών και την ερχόμενη σχολική χρονιά.

Πίνακας 3: Συχνότητα με την οποία αναγνώρισαν οι εκπαιδευτικοί της έρευνας έννοιες της ΦΤΕ σε κάθε ιστορία.

Έννοιες της φύσης της επιστήμης (McComas 2008)	Η διπλή έλικα	Η τυφοειδής Μαίρη	Οι κοκκινολαίμηδες που σιώπησαν	Δαρβίνος – Γουάλας
Βάση σε εμπειρικές αποδείξεις	18.2%	59.1%	50%	45.5%
Σκέψεις σχετικά με την επιστημονική μέθοδο	72.7%	45.5%	63.6%	50%
Η επιστημονική γνώση είναι αβέβαιη, ανθεκτική, και αυτοδιορθούμενη	22.7%	13.6%	18.2%	36.4%
Ορισμός και διάκριση νόμων και θεωριών	04.5%	-	04.5%	13.6%
Δημιουργικά στοιχεία στην επιστήμη	50%	22.7%	31.8%	45.5%
Υποκειμενικότητα επιστημόνων	27.3%	18.2%	40.9%	27.3%
Ιστορικές, πολιτισμικές, κοινωνικές, πολιτικές επιρροές στην επιστήμη	50%	40.9%	45.5%	63.6%
Διαχωρισμός και σχέση επιστήμης και τεχνολογίας	18.2%	04.5%	-	04.5%
Όρια της επιστήμης	09.1%	13.6%	13.6%	27.3%

4. Συμπεράσματα

Οι εκπαιδευτικοί αξιολόγησαν θετικά το σεμινάριο. Βέβαια, ένα ολιγόωρο σεμινάριο αφήγησης δεν μπορεί να θεωρηθεί επαρκές για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στην αφήγηση και μάλιστα επιστημονικών ιστοριών, που είναι σχετικά απαιτητικές. Το ότι το 95% των εκπαιδευτικών δήλωσε ότι επιθυμούν να παρακολουθήσουν και άλλα σεμινάρια αφήγησης όμως, είναι μία ισχυρή ένδειξη, ότι η αφήγηση είναι αρεστή στους εκπαιδευτικούς ως εκπαιδευτικό εργαλείο. Σε ικανοποιητικό ποσοστό οι εκπαιδευτικοί εφάρμοσαν την τεχνική στην τάξη τους και αφηγήθηκαν στους μαθητές τους τις ιστορίες που τους δόθηκαν. Μάλιστα θεώρησαν την αφήγηση ως μία μέθοδο σχετικά εύκολη στην εφαρμογή της.

Ένα μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών δήλωσαν ότι προσεγγίζουν θέματα της ΦΤΕ στην τάξη τους. Διατηρούμε επιφυλάξεις ως προς αυτή τους την απάντηση, καθότι δεν ταιριάζει με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η πλειονότητα των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών αμελούν τη διδασκαλία της ΦΤΕ (Abd-El-Khalick et al. 1998; Höttecke and Silva 2011), και επιπλέον δεν διερευνήσαμε σε βάθος το κατά πόσο και πώς το κάνουν. Σημειωτέον, ένας από τους εκπαιδευτικούς έγραψε ότι: «*Η Φύση της Επιστήμης είναι ένας όρος που δεν είναι απολύτως κατανοητός*», επιβεβαιώνοντας τη βιβλιογραφία που αναφέρεται στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τη ΦΤΕ που συχνά έχουν να κάνουν με τις δικές τους παρανοήσεις.

Οι εκπαιδευτικοί παραδέχτηκαν ότι αντιμετωπίζουν δυσκολία στην προσέγγιση θεμάτων της ΦΤΕ σε ένα τυπικό μάθημα βιολογίας σε ποσοστό 36,4% με κύριους λόγους δυσκολίας την έλλειψη χρόνου, έλλειψη



μέσων, γνωστική ανεπάρκεια εκπαιδευτικού και ανάγκη προετοιμασίας του εκπαιδευτικού. Αυτό το ποσοστό γίνεται 18,2% όταν η προσέγγιση της ΦΤΕ γίνεται μέσω αφήγησης, και στους λόγους δυσκολίας, ελάχιστοι πια αναφέρουν την έλλειψη εξοπλισμού. Σύμφωνα με τους Ratcliffe και Millar (2009) για να καταφέρουν οι εκπαιδευτικοί να διδάξουν θέματα σχετικά με τη ΦΤΕ, θα πρέπει να έχουν στήριξη, και τα κατάλληλα εκπαιδευτικά εργαλεία. Φαίνεται λοιπόν ότι οι ιστορίες που δόθηκαν στους εκπαιδευτικούς αποτελούν ικανά μέσα για την προσέγγιση της ΦΤΕ, και έτσι ο ένας από τους δύο παράγοντες των παραπάνω ικανοποιείται. Επιπλέον καθώς οι ιστορίες περιείχαν ήδη προσαρμοσμένο υλικό από την ιστορία της επιστήμης και η αφήγηση είναι μία διδακτική πρόταση που κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών, ξεπερνιούνται και άλλα εμπόδια που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία (Henke & Höttecke 2015). Πιθανά με μία σειρά σεμιναρίων αφήγησης ιστοριών από την ιστορία της επιστήμης και προσέγγισης της ΦΤΕ, οι εκπαιδευτικοί να είναι επαρκώς εφοδιασμένοι για τη διδασκαλία της ΦΤΕ.

Η ιστορία της επιστήμης, θεωρείται ότι είναι πλούσια σε παραδείγματα που διαφωτίζουν τις έννοιες της ΦΤΕ (McComas & Karpourakis 2015). Πράγματι, σχεδόν όλα τα στοιχεία της ΦΤΕ (McComas 2008) αναγνωρίστηκαν σε όλες τις ιστορίες σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό από τους εκπαιδευτικούς. Τα στοιχεία που αναφέρθηκαν περισσότερο ήταν αυτά σχετικά με την επιστημονική μέθοδο και τις κοινωνικές επιρροές στην επιστήμη, ακολουθούμενα από την ανάγκη εμπειρικών αποδείξεων, και τη δημιουργικότητα στην επιστήμη. Αυτά που αναφέρθηκαν λιγότερο ήταν τα σχετικά με τους νόμους και τις θεωρίες, και την επιστήμη και τεχνολογία. Αυτό αποδίδεται τόσο στο περιεχόμενο των ιστοριών όσο και στην εξοικείωση των εκπαιδευτικών με ορισμένα από τα στοιχεία της ΦΤΕ· για παράδειγμα, η επιστημονική μέθοδος αποτελεί ξεκάθαρο στόχο του ελληνικού αναλυτικού προγράμματος.

Τέλος, το ότι μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών προτίθενται να συνεχίσουν να αφηγούνται τις ιστορίες για να προσεγγίζουν θέματα της ΦΤΕ, μας δείχνει ότι η αφήγηση αποτελεί ένα χρήσιμο και αρεστό σε αυτούς εκπαιδευτικό εργαλείο.

5. Βιβλιογραφία

Καψαλά Ν. & Μαυρικάκη Ε. (2017) Αφήγηση: ένα εκπαιδευτικό εργαλείο στη διδασκαλία της Βιολογίας. – τρόποι και τεχνικές – ένα βιωματικό σεμινάριο. 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση», Αθήνα

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82(4), 417–436. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E

Allchin, D. (2014). From Science Studies to Scientific Literacy: A View from the Classroom. *Science and Education*, 23(9), 1911–1932. doi:10.1007/s11191-013-9672-8

Bruner, J. S. (2003). *Making Stories: Law, Literature, Life*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Henke, A., & Höttecke, D. (2015). Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching. *Science & Education*, 24(4), 349-385.



Höttecke, D., & Silva, C. C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science and Education*, 20(3), 293–316. doi:10.1007/s11191-010-9285-4

Kapsala N. & Mavrikaki E. (in press) Storytelling as a pedagogical tool in teaching NOS aspects. In McComas (ed.), *Second Edition of The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*, Springer

McComas, W. F., & Kampourakis, K. (2015). Using the History of Biology, Chemistry, Geology, and Physics to Illustrate General Aspects of Nature of Science. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(1), 47–76.

McComas, W. F., Clough, M. R., & Almazroa, H. (1998). A review of the role and character of the nature of science in science education. In W. F. McCOMAS (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 3–39). Dordrecht: Kluwer Academic.

McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science and Education*, 17(2-3), 249-263. doi: 10.1007/s11191-007-9081-y

Ong, W. J. (1997). *Orality and Literacy: The Technologizing of the Word*. Heraklion: Crete University Press.

Ratcliffe, M., & Millar, R. (2009). Teaching for understanding of Science in context: Evidence from the Pilot trials of the twenty first century Science courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 945–959. doi:10.1002/tea.20340



Διαφορές μεταξύ δυσλεκτικών και μη δυσλεκτικών μαθητών στην επίδοσή τους σε ένα τεστ χωρικών και γεωχωρικών ικανοτήτων: Μία πιλοτική έρευνα

Αικατερίνη Κλωνάρη, Ανθούλα Στυλιανή Πασσαδέλλη

Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα μιας πιλοτικής έρευνας, που υλοποιήθηκε σε γυμνάσια των νομών Λέσβου και Ηλείας. Σκοπός ήταν ο εντοπισμός τυχόν διαφορών στην ανάπτυξη χωρικών και γεωχωρικών ικανοτήτων μεταξύ δυσλεκτικών και μη δυσλεκτικών μαθητών/τριών ηλικίας 12-14 ετών. Στην έρευνα συμμετείχαν 50 μαθητές/τριες (25 και 25 αντίστοιχα) και χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι μαθητές/τριες έχουν προβλήματα με την ανάπτυξη των χωρικών και γεωχωρικών τους ικανοτήτων, με τα παιδιά με δυσλεξία να υστερούν πολύ περισσότερο και στις δύο κατηγορίες, ενώ πέτυχαν καλύτερα αποτελέσματα μόνο στις ερωτήσεις 3D απεικονίσεων. Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

Λέξεις-κλειδιά: χωρικές και γεωχωρικές ικανότητες, μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δυσλεξία

Differences between dyslexic and non-dyslexic students in their performance in a spatial and geospatial test: A pilot research

Aikaterini Klonari, Anthoula Styliani Passadelli

Geography Department, University of the Aegean

Abstract

This paper presents the results of a pilot study, that took place in Lesvos and Helias lower secondary schools. The aim was to identify any differences in spatial and geospatial abilities between dyslexic and non-dyslexic students, 12-14 years of age. The survey involved 50 students (25 dyslexic and 25 non-dyslexic) and was conducted using a questionnaire. The results showed that all students have problems with the development of their spatial and geospatial abilities, with dyslexics lagging far more in both, although they have achieved better results in 3D visualizations. No statistically significant differences were observed between boys and girls.

Keywords: spatial and geospatial skills, secondary education students, dyslexic students



1. Εισαγωγή

Η χωρική σκέψη (spatial thinking) σχετίζεται με τη γνώση και κατανόηση χωρικών εννοιών και σχέσεων, τους διάφορους τρόπους με τους οποίους αναπαριστούμε αυτές τις έννοιες και σχέσεις και ακόμη πώς επιχειρηματολογούμε και εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την χωρική πληροφορία. (NRC 2006). Απαιτεί την ανάπτυξη χωρικών ικανοτήτων (χωρική γνώση, χωρικές δεξιότητες και χωρικούς συλλογισμούς) (Kim & Bednarz 2013). Κάθε άτομο μπορεί να επικοινωνήσει καλύτερα με το περιβάλλον του, όταν έχει αναπτύξει τις χωρικές του ικανότητες.

Οι Lee και Bednarz (2012) υποστηρίζουν ότι η εκπαιδευτική αξία της χωρικής σκέψης είναι τεράστια και πρέπει να αναπτύσσεται.

Τα τελευταία χρόνια, έχει εκδηλωθεί ένα ενδιαφέρον όσον αφορά στην ανάπτυξη των χωρικών και γεωχωρικών ικανοτήτων των μαθητών μέσα από την γεωγραφική εκπαίδευση (IGU-CGE 2016; NRC 2006). Η χρήση των νέων τεχνολογιών (διαδίκτυο, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών κλπ.) επιτρέπει στους μαθητές να έχουν πρόσβαση σε χωρικά δεδομένα και σε χαρτογραφικά εργαλεία ώστε να κατανοήσουν τις αλληλοεξαρτήσεις και τις εννοιολογήσεις του χώρου, του τόπου και των ανθρώπων (Βουδρισλής & Λαμπρινός, 2015).

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία της ανάπτυξης των χωρικών και γεωγραφικών ικανοτήτων των μαθητών/τριών, αναρωτιόμαστε αν ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, όπως η δυσλεξία, εμποδίζουν την ανάπτυξη τους.

Η δυσλεξία είναι ένα από τα πιο προσεκτικά μελετημένα είδη μαθησιακών δυσκολιών που επηρεάζουν το 80% των ατόμων με μαθησιακά προβλήματα (Meisinger et al. 2010; Melekoglou 2011; Taffi et al. 2014). Οι δυσλεκτικοί, εκτός από την ανάγνωση και τη γραφή, πολλές φορές εμφανίζουν και τοπογραφικές διαταραχές, π.χ. στον προσανατολισμό στο χώρο, στην αντίληψη της απόστασης, στην ανάγνωση χάρτη, κ.λπ. (Wong, 1998).

Επειδή η δυσλεξία φαίνεται να εμποδίζει την αποτελεσματικότητα της μάθησης, τίθεται το ζήτημα του τρόπου διδασκαλίας, έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι δεξιότητες και οι ελλείψεις των μαθητών/τριών. Η εφαρμογή πολλαπλών στρατηγικών μπορεί να διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία μαθητών/τριών, ακόμα και για όσους/ες έχουν μαθησιακές δυσκολίες, και αυτό ισχύει και για τη διδασκαλία της Γεωγραφίας (Allegri 2015). Οι Dunn & Darlington (2016) επεσήμαναν ότι υπάρχουν πολλές μέθοδοι διαφοροποίησης, που μπορούν να εφαρμοστούν στην τάξη. Αυτό θα δημιουργήσει νέα περιβάλλοντα μάθησης που θα βελτιώσουν τόσο την ποιότητα της μάθησης όσο και τη γνώση της Γεωγραφίας από όλα τα παιδιά, δυσλεκτικά και μη. Παρόλο που η δυσλεξία είναι μια δια βίου μαθησιακή δυσκολία, τα δυσλεκτικά άτομα συχνά ανταποκρίνονται με επιτυχία στην έγκαιρη και κατάλληλη παρέμβαση (Lyon et al. 2003).

Αυτή ήταν και η αιτιολογία για την εκπόνηση αυτής της έρευνας, λαμβάνοντας υπόψη το παιδαγωγικό ενδιαφέρον και τη συχνότητα της δυσλεξίας, καθώς και τη σημασία της αποτελεσματικής διδασκαλίας της Γεωγραφίας στο σχολείο.



2. Μεθοδολογία

2.1 Σκοπός

Σκοπός της έρευνας ήταν να εντοπίσει τυχόν διαφορές στην επίδοση δυσλεκτικών και μη δυσλεκτικών μαθητών/τριών που συνδέονται με τη διδασκαλία της Γεωγραφίας και αφορούν στην ικανότητά τους να κατανοούν πλήρως το χώρο αποκωδικοποιώντας σχήματα, αναπαραστάσεις του μέσω χαρτών, φωτογραφιών, δορυφορικών εικόνων κ.λπ.

2.2 Δείγμα έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη, το 2015, σε 6 δημόσια γυμνάσια σε αγροτικές και αστικές περιοχές. Συμμετείχαν 50 μαθητές/τριες ηλικίας 12-14 ετών. Τα 25 άτομα ήταν δυσλεκτικά (16 αγόρια και 9 κορίτσια) και τα 25 μη δυσλεκτικά (16 αγόρια και 9 κορίτσια). Οι δυσλεκτικοί μαθητές/τριες είχαν διαγνωσθεί με αναπτυξιακή δυσλεξία από τα ΚΕΔΔΥ. Το δείγμα των μη δυσλεκτικών μαθητών/τριών επιλέχθηκε τυχαία από τα ίδια σχολεία και τάξεις, ώστε να είναι συγκρίσιμο με αυτό των δυσλεκτικών. Οι γονείς των 25 μαθητών/τριών ήταν απόφοιτοι πανεπιστημίων (50%), οι γονείς των 19 ήταν απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (38%) και οι γονείς των 6 μαθητών/τριών είχαν τελειώσει μόνο δημοτικό σχολείο (12%). Επίσης, 18/25 (72%) μαθητές/τριες με δυσλεξία και 20/25 (80%) μη δυσλεκτικοί/ές δήλωσαν ότι τους αρέσει το μάθημα γεωγραφίας και τέλος 22/25 (88%) μαθητές/τριες με δυσλεξία και 21/25 (84%) μη δυσλεκτικοί/ες μαθητές/τριες πιστεύουν ότι ξέρουν να χειρίζονται πολύ καλά τους υπολογιστές.

2.3 Εργαλείο έρευνας

Στην διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε στους/ις μαθητές/τριες αφού προηγήθηκε η γονική συναίνεση. Το ερωτηματολόγιο απαρτιζόταν από τρία μέρη με κλειστές και ανοικτές ερωτήσεις:

Πρώτο μέρος: 17 ερωτήσεις σχετικά με προσωπικές πληροφορίες για τους/ις μαθητές/τριες (για να γίνουν συσχετίσεις μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών).

Δεύτερο μέρος: 20 κλειστές ερωτήσεις με συνολικά 36 στοιχεία σε όλες τις ερωτήσεις. Σχεδιάστηκε βασιζόμενο στο τεστ «Χωρικών Ικανοτήτων» των Newton & Bristol (2009), στην οποία προτείνονται οι εξής κατηγορίες ερωτήσεων: κατόψεις, περιστροφές, διπλώσεις-αναδιπλώσεις και νοητικό χειρισμό σχημάτων (συνολική βαθμολογία μέχρι 36 βαθμούς).

Συγκεκριμένα σε κάθε κατηγορία ερωτήσεων υπήρχαν:

Κατόψεις: 6 ερωτήσεις με 2 στοιχεία καθεμιά (max 12 βαθμοί)

Περιστροφές: 5 ερωτήσεις με 3 στοιχεία καθεμιά (max 15 βαθμοί)

Διπλώσεις – Αναδιπλώσεις: 5 ερωτήσεις (max 5 βαθμοί)

Νοητικός χειρισμός σχημάτων: 4 ερωτήσεις (max 4 βαθμοί)

Τρίτο μέρος: 10 ανοικτές ερωτήσεις σχετικά με τις γεωχωρικές ικανότητες και αφορούσαν: εντοπισμό περιοχών, θέσης, χωρικές συγκρίσεις, χωρικές αναλογίες, και 2D ↔ 3D και το οποίο σχεδιάστηκε βασιζόμενο στην έρευνα των Gersmehl & Gersmehl (2011) (συνολική βαθμολογία 36 βαθμοί δηλαδή 10 ερωτήσεις με max 3,6 βαθμοί/ερώτηση).



Για παράδειγμα οι ερωτήσεις σε αυτή την κατηγορία ήταν οι μαθητές/τριες να εντοπίσουν, να περιγράψουν, να συγκρίνουν ή να συσχετίσουν και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους:

Ομάδες Περιοχών: δηλαδή ομάδα γειτονικών τοποθεσιών που έχουν παρόμοιες συνθήκες ή συνδέσεις (2 ερωτήσεις)

Εντοπισμός θέσης: δηλαδή να προσδιορίσουν μια θέση με βάση συντεταγμένες ή κάποιο άλλο χαρακτηριστικό πάνω σε κάποιο χάρτη (2 ερωτήσεις)

Χωρικές συγκρίσεις: δηλαδή να συγκρίνουν στοιχεία σε ένα χάρτη και να βρουν ομοιότητες ή διαφορές στο χώρο (2 ερωτήσεις)

Χωρικές Αναλογίες: δηλαδή να βρουν περιοχές που μπορεί να απέχουν πολύ, αλλά είναι παρόμοιες και συνεπώς μπορεί να έχουν και άλλες συνθήκες ή / και συνδέσεις που είναι παρόμοιες (2 ερωτήσεις)
2D↔3D: εστιάζουν στην αναγνώριση μια περιοχής που αναπαρίσταται σε μια φωτογραφία/εικόνα σε ένα χάρτη και αντίστροφα (2 ερωτήσεις).

3. Αποτελέσματα

Το φύλο των συμμετεχόντων, ο βαθμός που είχαν οι μαθητές/τριες στο μάθημα της Γεωγραφίας, ο τόπος διαμονής τους, το μορφωτικό επίπεδο των γονέων τους και, φυσικά, αν ήταν δυσλεκτικοί ή όχι, ήταν μεταβλητές που συσχετίστηκαν. Τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν με το SPSSv23.0. Για να μετρηθεί η εσωτερική συνοχή και συνέπεια των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο, υπολογίστηκε ο συντελεστής αξιοπιστίας Cronbach's alpha ο οποίος υπολογίστηκε 0.703 (μεγαλύτερος από 0.7 θεωρείται αποδεκτή). Επίσης για την ανάλυση και τις συσχετίσεις μεταξύ της βαθμολογίας (εξαρτημένες μεταβλητές) και των ανεξάρτητων ομάδων/μεταβλητών (δυσλεκτικών και μη δυσλεκτικών) χρησιμοποιήθηκε το one way Anova test (τα δεδομένα παρουσίαζαν κανονική κατανομή) με επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

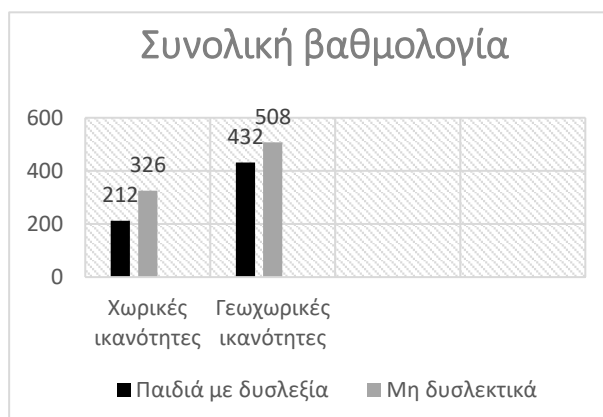
Στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας η υψηλότερη βαθμολογία για κάθε μαθητή/τρια ήταν 36 βαθμοί, διότι κάθε ερώτηση περιείχε και υποερωτήματα που βαθμολογούνταν χωριστά (ένας βαθμός κάθε σωστή απάντηση). Τα αποτελέσματα σε αυτές τις ερωτήσεις έδειξαν ότι: τα παιδιά με δυσλεξία συγκέντρωσαν 212 βαθμούς, τα μη δυσλεκτικά 326 βαθμούς, ενώ η υψηλότερη βαθμολογία θα μπορούσε να είναι 900 βαθμοί ($25 \times 36 = 900$) (Σχήμα 1). Παρά τη διαφορά στην επίδοση, θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η συσχέτιση δεν ήταν στατιστικά σημαντική $p = 0,07 > 0,05$, αντίθετα με τη στατιστικά σημαντική διαφορά $p = 0,03 < 0,05$ που παρατηρήθηκε στις ασκήσεις γεωχωρικών ικανοτήτων των μαθητών/τριών. Αυτή η κατηγορία αποτελείτο από 10 ερωτήσεις που η καθεμία βαθμολογούνται με 3,6 μονάδες. Εδώ η ομάδα των δυσλεκτικών συγκέντρωσε 432 βαθμούς, ενώ οι μη δυσλεκτικοί 508 βαθμούς (Σχήμα 2). Αξίζει να σημειωθεί ότι, αν και η γενική επίδοση των μαθητών/τριών με δυσλεξία είναι αισθητά χαμηλότερη από την επίδοση των μη δυσλεκτικών, υπάρχει μια κατηγορία ερωτήσεων, αναγνώριση περιοχών από 2D χάρτες σε 3D εικόνες και αντίστροφα, στις οποίες τα παιδιά με δυσλεξία υπερίσχυσαν (Σχήμα 3). Αυτό το εύρημα είναι σύμφωνο με τις προτάσεις του Eide (2015), ο οποίος αναφέρει ότι παιδιά με δυσλεξία είναι χαρισματικά σε ασκήσεις 3D. Η έρευνα έδειξε ότι και οι δύο ομάδες μαθητών/τριών έχουν παρόμοιες επιδόσεις στις ερωτήσεις γεωχωρικής σύγκρισης (παιδιά με δυσλεξία απέκτησαν 108 μονάδες ενώ τα μη-δυσλεκτικά κέρδισαν 119 βαθμούς). Επίσης παρατηρήθηκε ότι και οι δύο ομάδες έχουν πολύ χαμηλές επιδόσεις σε ερωτήσεις που αναφέρονται στην περιγραφή μιας θέσης (παιδιά με δυσλεξία συγκέντρωσαν 54 βαθμούς και τα μη δυσλεκτικά συγκέντρωσαν 72 βαθμούς) (Σχήμα 4).



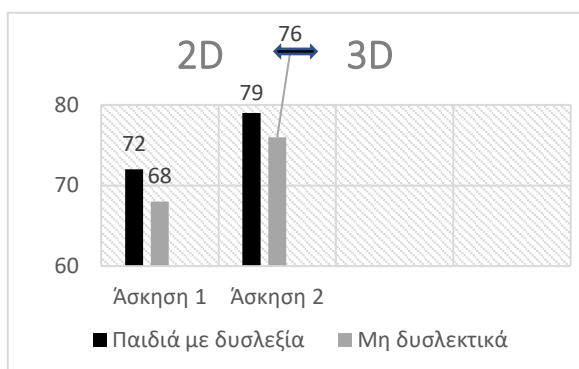
Σχήμα 1: Η βαθμολογία των δυο ομάδων των μαθητών/τριών στις χωρικές ικανότητες



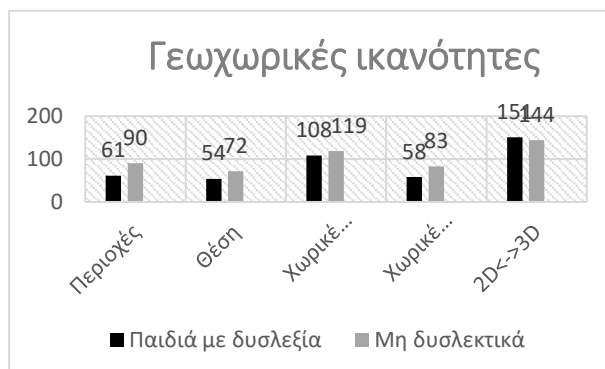
Σχήμα 2: Η συνολική βαθμολογία στις δυο κατηγορίες ασκήσεων



Σχήμα 3: Η βαθμολογία των δυο ομάδων των μαθητών στην αναγνώριση περιοχών από 2D χάρτες σε 3D εικόνες και αντίστροφα



Σχήμα 4: Η βαθμολογία των δυο ομάδων των μαθητών στις γεωχωρικές ικανότητες



4. Συμπεράσματα

Αν και το μέγεθος του δείγματος είναι μικρό και τα συμπεράσματα δεν μπορούν να γενικευθούν, τα ευρήματα συμφωνούν με την διεθνή βιβλιογραφία. Για να μετρηθεί η εσωτερική συνοχή και συνέπεια των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο, υπολογίστηκε ο συντελεστής Cronbach's alpha που ήταν 0.653. Επίσης για την ανάλυση και τις συσχετίσεις χρησιμοποιήθηκε το one way Anova test γιατί οι μεταβλητές μας ήταν παραμετρικές.

Διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν πολλές αδυναμίες στην ανάπτυξη των γεωχωρικών ικανοτήτων των μαθητών/τριών. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/τριες με δυσλεξία έχουν χαμηλή επίδοση σε συγκεκριμένες κατηγορίες χωρικών και γεωχωρικών ικανοτήτων σε σύγκριση με τους/τις μη δυσλεκτικούς/ές μαθητές/τριες και αυτό ήταν προφανές στις ερωτήσεις διπλώσεων και αναδιπλώσεων καθώς και σε αυτές νοητικού χειρισμού σχημάτων. Όμως, τα παιδιά με δυσλεξία φάνηκε να υπερτερούν στις ερωτήσεις 2D ↔ 3D, αντίστοιχα. Έτσι, η χρήση τρισδιάστατων χαρτών θα μπορούσε να κάνει τη διδασκαλία της γεωγραφίας πιο ενδιαφέρουσα και αποτελεσματική (Eide, 2015). Επίσης χρήσιμο θα ήταν να διερευνήσουμε σε ποια πεδία τα δυσλεκτικά παιδιά είναι ταλαντούχα. Με αυτόν τον τρόπο, θα



μπορούσαμε να ανακαλύψουμε τρόπους για να διαφοροποιήσουμε τη διδασκαλία στις διαφορετικές ικανότητες μάθησης που έχουν τα άτομα αυτά (Passadelli & Klonari, 2018).

Τέλος, όπως τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν, ότι όλοι οι μαθητές/τριες, ακόμα και αυτοί που δεν έχουν δυσλεξία έχουν πολύ χαμηλή επίδοση σε θέματα που απαιτούν την ανάπτυξη συγκεκριμένων γεωχωρικών ικανοτήτων και ο ρόλος της γεωγραφικής εκπαίδευσης για αυτό τον σκοπό, σε παγκόσμιο επίπεδο, θεωρείται πολύ σημαντικός (IGU-CGE 2016; Haubrich et al. 2007; NRC 2006). Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τις απόψεις των ερευνητών και τα αποτελέσματα της παρούσας πιλοτικής έρευνας, με το μικρό δείγμα συμμετεχόντων, οδηγηθήκαμε στην αναγκαιότητα σχεδιασμού και υλοποίησης μιας νέας έρευνας, με ένα μεγαλύτερο και αντιπροσωπευτικό δείγμα που θα περιλαμβάνει 170 σχολεία σε ολόκληρη τη χώρα, ώστε να μπορέσουμε να επιτύχουμε αξιοπιστία και εγκυρότητα των αποτελεσμάτων μας. Για αυτή την έρευνα έχει ήδη αποσταλεί ερωτηματολόγιο που απευθύνεται σε δυσλεκτικούς και ίσο αριθμό μη δυσλεκτικών μαθητών.

5. Βιβλιογραφία

Βουδρισλής, Ν., & Λαμπρινός, Ν. (2015). Ο ρόλος της οικουμενικής εκπαίδευσης και της γεωγραφίας στη διαμόρφωση ενεργών και υπεύθυνων πολιτών. *Πανελλήνια και Διεθνή Γεωγραφικά Συνέδρια, Συλλογή Πρακτικών*, 331-344.

Allegri, R. (2015). Geography and disability: a reflection on opportunities offered by teaching geography to dyslexic students. *Journal of Research and Didactics in Geography (J-READING)*, 2, 4, 85-93. DOI: 10.4458/6063-08

Dunn, K., & Darlington, E. (2016). GCSE Geography teachers' experiences of differentiation in the classroom. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 25(4), 344-357.

Eide, F. (2015). New Evidence for Dyslexic Strengths in 3D Spatial Reasoning. Retrieved from: <http://www.dyslexicadvantage.org/new-evidence-for-dyslexic-strengths-in-3d-spatial-reasoning/>

Gersmehl, P. J., & Gersmehl, C. A. (2011). Spatial thinking: where pedagogy meets neuroscience. *Problems of Education in the 21st Century*, 27.

Haubrich, H., Reinfried, S., & Schleicher, Y. (2007). Lucerne Declaration on Geographical Education for Sustainable Development. In S. Reinfried, Y. Schleicher and A. Rempfler (2007). *Geographical views on Education for sustainable development. Proceedings of the Lucerne-Symposium, Switzerland, July 29-31, 2007, Geographiedidaktische forschungun IGU-UGI, Lucerne, Switzerland*, 243-249.

IGU - CGE (2016). 2016 Charter on Geographical Education. Beijing, China: General Assembly of the International Geographical Union Congress.

International Dyslexia Association (2002). Definition of Dyslexia. <https://dyslexiaida.org/definition-of-dyslexia/>

Kim, M., & Bednarz, R. (2013). Development of critical spatial thinking through GIS learning. *Journal of Geography in Higher Education*, 37(3), 350-366, DOI: 10.1080/03098265.2013.769091

Lee, J., & Bednarz, R. (2012). Components of spatial thinking: Evidence from a spatial thinking ability test. *Journal of Geography*, 111(1), 15-26.

Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A Definition of Dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 1-14. <https://www.jstor.org/stable/23764731>



- Meisinger, E.B., Bloom, J.S., & Hynd, G.W. (2010). Reading fluency: Implications for the Assessment of Children with Reading Disabilities. *Ann Dyslexia*, 60(1), 1-17. DOI 10.1007/s11881-009-0031-z
- Melekoglu, M. (2011). Impact of Motivation to Read on Reading Gains for Struggling Readers with and without Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 34(4), 248-261. Retrieved from: <http://www.jstor.org/stable/23053287>
- National Research Council (NRC). (2006). *Learning to Think Spatially*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11019>.
- Newton, P. & Bristoll, H. (2009). *Spatial Ability Practice Test 1*. Retrieved from: <http://www.psychometric-success.com>.
- Passadelli, A. S. & Klonari, Aik. (2018). "Developing Geographical Literacy in Students with Dyslexia: Challenge and Reflection". In *e-proceedings of Hellenic Geographical Society*, Lavrion 12-15 April 2018.
- Tafti, M. A., Boyle, J. R., & Crawford, C. M. (2014). Meta- Analysis of Visual- Spatial Deficits in Dyslexia. *International Journal of Brain and Cognitive Sciences*, 3(1), 25-34. DOI: 10.5923/j.ijbcs.20140301.03
- Wong, P. T. P. (1998). Implicit theories of meaningful life and the development of the Personal Meaning Profile (PMP). In P. T. P. Wong & P. S. Fry (Eds.), *the human quest for meaning: A handbook of psychological research and clinical applications*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 111-140.



Εκπαιδευτική πρόταση για τη διδασκαλία του κύκλου των πετρωμάτων στην Γεωλογία

Γεώργιος Ε Κοντόκωστας

Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Περίληψη

Η περιορισμένη γνώση και η χαμηλή κατανόηση των εννοιών της γεωλογίας των μαθητριών και μαθητών στη σύγχρονη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και ειδικότερα του τρόπου σχηματισμού των πετρωμάτων, μας οδήγησε στη σχεδίαση εκπαιδευτικής διαδικασίας, με στόχο τη βέλτιστη κατανόηση του κύκλου των πετρωμάτων. Κατά την εκπαιδευτική διαδικασία εφαρμόσαμε τεχνικές ενταγμένες στην επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, προτείνοντας/ χρησιμοποιώντας πρωτότυπα συνοπτικά απεικονιστικά διαγράμματα απλών γεωλογικών διαδικασιών. Το πλέον ενδιαφέρον συμπέρασμα, ήταν η διαπίστωση πολλών μαθητών/τριων ότι με τη μεθοδολογία που ακολουθήσαμε αντιλήφθηκαν ότι η πολυπλοκότητα του φυσικού κόσμου προκύπτει από τον συνδυασμό λίγων και απλών διαδικασιών.

Λέξεις-κλειδιά: κύκλος πετρωμάτων, γεωλογία, ιζηματογένεση, μεταμορφισμός.

Educational proposal for teaching the rock cycle in geology

Georgios E Kontokostas

Secondary Education

Abstract

The limited exploitation and low understanding of geological notions and formation of rock, in modern education in physical sciences, motivated the design of research procedures about the understanding of rock cycle, using techniques entailed in the scientific / educational methodology by inquiry, suggesting/using prototype briefly representations of simple geological procedures. The most interesting point of the research was when the students realized that the complexity of the natural world arises from the combinations of few simple procedures.

Keywords: rock cycle, geology, sedimentation, metamorphism.



1. Εισαγωγή

Η κατανόηση του κύκλου των πετρωμάτων προϋποθέτει την δημιουργία ενός μοντέλου σκέψης (Kali, Orion και Eylon 2003). Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώθηκε και μετά από πιλοτικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις σε 25 μαθήτριες και μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Αττικής, που συγκρότησαν την ομάδα ελέγχου και τη συμπλήρωση σχετικών ερωτηματολογίων, που σχηματίσαμε. Συγκεκριμένα μετά την παρουσίαση των εννοιών με δασκαλοκεντρικό τρόπο, οι απαντήσεις τους σε ερωτηματολόγιο μετά-ελέγχου έδειξαν ότι το 45% των μαθητών δεν μπορούσαν να κατανοήσουν καθόλου τις διαδικασίες και μόνο το 25% κατανόησε τον τρόπο, που οι φυσικές διεργασίες μπορούσαν να συνδυαστούν και να ενσωματωθούν σε μια συνολική φυσική διαδικασία. Οι προηγούμενες διαπιστώσεις έδωσαν την αφορμή για μια επιτυχή ερευνητική διαδικασία με εκπαιδευτικό στόχο τη διδασκαλία του κύκλου των πετρωμάτων.

Οι Τεχνικές και οι πρωτότυπες Αναπαραστάσεις.

Η αρχική ερευνητική εργασία βασίστηκε στην διαπίστωση των Kali, Orion και Eylon (2003), σύμφωνα με την οποία ένα μοντέλο σκέψης (system thinking) είναι δυνατόν να βελτιώσει την γνώση των μαθητριών και μαθητών, για την κυκλικότητα των πετρωμάτων στη φύση. Ανάλογη εμπειρία υπάρχει στην εκπαιδευτική διαδικασία με τον κύκλο του νερού.

Λαμβάνοντας υπόψη τα τρία είδη πετρωμάτων ιζηματογενή (ασβεστόλιθος), μεταμορφωμένα (μάρμαρο, γνεύσιος), πυριγενή (γρανίτης) και τις δύο ενδιάμεσες καταστάσεις που μπορεί να βρεθεί ένα πέτρωμα, το μάγμα και τους κόκκους, όπως αυτά περιγράφονται στο PHYSICAL SCIENCE (1996) επινοήσαμε/προτείναμε την κατασκευή δύο συνοπτικών διπλής όψης αναπαραστάσεων (στα πλαίσια αυτού της έρευνας θα ονομάζονται γεω-διαγράμματα), που ως πρότυπα έχουν την δυνατότητα να απεικονίσουν την δημιουργία ενός πετρώματος μέσα από γεωλογικές διαδικασίες.

Ως συνοπτικό διάγραμμα επιλέξαμε τη διαδικασία της δημιουργίας ασβεστόλιθου (Μπροστινή πλευρά του γεω-διαγράμματος) (Εικόνα 1) και σχεδιάσαμε το αντίστοιχο διάγραμμα στην εμπρός πλευρά και τη διαδικασία της δημιουργίας Γρανίτη (Αντίστροφη πλευρά του γεω-διαγράμματος) (Εικόνα 2).

ΕΙΚΟΝΑ 1 : ΠΡΩΤΟ ΓΕΩΔΙΑΓΡΑΜΜΑ-Διαδικασία δημιουργίας ασβεστόλιθου (Μπροστινή πλευρά του γεω-διαγράμματος).



ΕΙΚΟΝΑ 2: Διαδικασία δημιουργίας Γρανίτη (Αντίστροφη πλευρά του γεω-διαγράμματος).

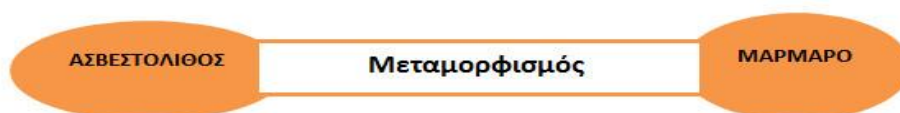




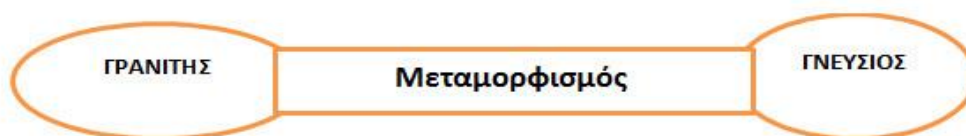
Επίσης σχεδιάσαμε και ένα δεύτερο διάγραμμα με τον μεταμορφισμό του ασβεστόλιθου (Μπροστινή πλευρά γεω-διαγράμματος) (Εικόνα 3) και τον μεταμορφισμό του γρανίτη (Αντίστροφη πλευρά γεω-διαγράμματος) (Εικόνα 4).

Εικόνα 3: ΔΕΥΤΕΡΟ ΓΕΩ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Μεταμορφισμός ασβεστόλιθου (Μπροστινή πλευρά γεω-διαγράμματος).



Εικόνα 4: Μεταμορφισμός γρανίτη (Αντίστροφη πλευρά γεω-διαγράμματος).



Ο χρόνος εξελίσσεται από τα αριστερά προς τα δεξιά των εικόνων και ακολουθούμε τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Με περιστροφή και αντιστροφή (εμπρός–πίσω) των κομματιών χαρτιού παρουσιάζονται όλες οι δυνατές μορφές των γεωλογικών διαδικασιών. Αυτή η χρήσιμη διαδικασία για την εκπαίδευση έχει το πλεονέκτημα της ενεργού «διά χειρός» συμμετοχής. Ανάλογη διδακτική προσαρμογή εφαρμόστηκε κατά την διδασκαλία των διαγραμμάτων Feynman, (Κοντόκωστας 2011, Kontokostas - Kalkanis 2013).

2. Μεθοδολογία

Αρχικά αφού δοκιμάσαμε με μια ομάδα λίγων μαθητών/τριων τη λειτουργικότητα των αναπαραστάσεων, πραγματοποιήσαμε διδακτική παρέμβαση διάρκειας 45 περίπου λεπτών σε 25 μαθητές/τριες από τα ίδια σχολεία της Αττικής με την ομάδα ελέγχου, που δεν είχαν παρακολουθήσει τις πιλοτικές παρεμβάσεις και συγκρότησαν την ομάδα πειραματισμού. Συγκεκριμένα αφού τους χωρίσαμε σε 4 ομάδες ακολουθήσαμε τα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση: 1. Έναυσμα ενδιαφέροντος, 2. Υπενθύμιση προϋπαρχουσών γνώσεων, διατύπωση υποθέσεων, 3. Πειραματισμός, 4. Διατύπωση συμπερασμάτων, εφαρμογές, 5. Γενίκευση, εμπέδωση, ερμηνείες (Καλκάνης 2007, 2010).

Στην αρχή, κεντρίσαμε το ενδιαφέρον τους (ακολουθώντας το πρώτο μεθοδολογικό βήμα) με την παρατήρηση διαφορετικών πετρωμάτων κατά την περιήγηση τους στο πεδίο. Υπενθύμισαμε προϋπάρχουσες γνώσεις από σχετικό σχολικό μάθημα του αναλυτικού προγράμματος (ορογένεση, είδη



πετρωμάτων) και παρουσιάσαμε τις απαραίτητες γνώσεις (τρόποι σχηματισμού πετρωμάτων και κύκλος των πετρωμάτων) σύμφωνα με τα διεθνή βιβλία αναφοράς (Tilery 1996, Seibold-Berger 2017), ώστε να διατυπώσουν υποθέσεις (ακολουθώντας το δεύτερο μεθοδολογικό βήμα) και τους ζητούσαμε τη συμπλήρωση του αρχικού μας ερωτηματολογίου προ-ελέγχου (pre-test).

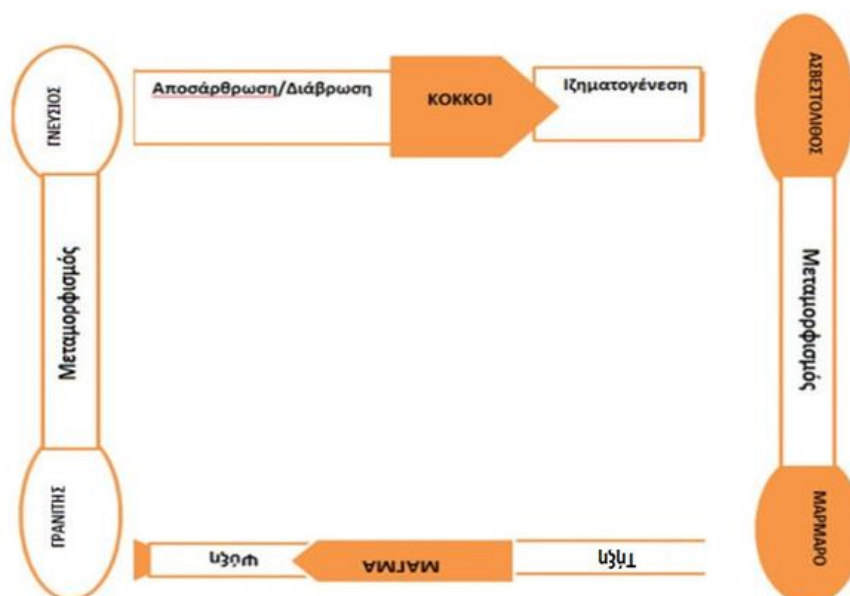
Στη συνέχεια (ακολουθώντας το τρίτο μεθοδολογικό βήμα), τους ζητήσαμε να μελετήσουν τις σχεδιασμένες αναπαραστάσεις (δύο γεω-διαγράμματα), να αναγνωρίσουν τις αντίστοιχες 3 διαδικασίες δημιουργίας των πετρωμάτων, τις δύο ενδιάμεσες καταστάσεις (κόκκοι ή μάγμα) και ελέγξαμε αν ήταν κατανοητά και λειτουργικά.

Μετά, αυξάνοντας τη δυσκολία, τους ζητούσαμε να χειριστούν κατάλληλα τις αναπαραστάσεις των δύο γεωδιαγραμμάτων ώστε με συνδυασμούς να ξεκινήσουν από κάποιο πέτρωμα και με κατάλληλες φυσικές διεργασίες να σχηματίσουν το αρχικό πέτρωμα:

A) Γνεύσιος-Ασβεστόλιθος-Μάρμαρο-Γρανίτης-Γνεύσιος, (Εικόνα 5)- όπως φαίνεται στο [βίντεο]: <https://www.youtube.com/watch?v=k8T12KUbbWc>

B) Μάρμαρο-Γρανίτης-Γνεύσιος-Ασβεστόλιθος-Μάρμαρο- (Εικόνα 6)- όπως φαίνεται στο [βίντεο]: <https://www.youtube.com/watch?v=q2GgkFiwv4>

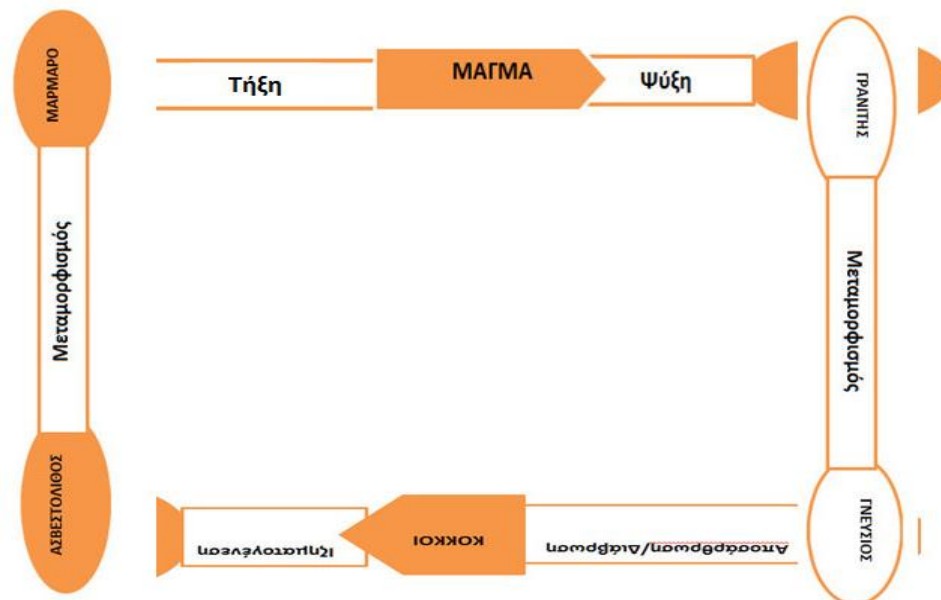
Εικόνα 5 :Γνεύσιος-Ασβεστόλιθος-Μάρμαρο-Γρανίτης-Γνεύσιος



Τότε, ζητούσαμε από τους μαθητές και μαθήτριες να συνοψίσουν τα συμπεράσματά τους (ακολουθώντας το τέταρτο μεθοδολογικό βήμα) και να γράψουν παρατηρήσεις και σχόλια. Τέλος, τους ζητούσαμε (αυξάνοντας ακόμη τη δυσκολία και ακολουθώντας το πέμπτο και τελευταίο μεθοδολογικό βήμα) να γενικεύσουν τα συμπεράσματά τους ερμηνεύοντας την δημιουργία άλλων ιζηματογενών, πυριγενών και μεταμορφωμένων πετρωμάτων.



Εικόνα 6 : Μάρμαρο-Γρανίτης-Γνεύσιος- -Ασβεστόλιθος-Μάρμαρο



3. Αποτελέσματα

Μετά την αποδελτίωση των ίδιων ερωτηματολογίων (τα pre-test είναι διαφορετικά από τα post-test) με την ομάδα ελέγχου, τη σύγκριση των απαντήσεων και των παρατηρήσεων, καταγράψαμε τα εξής όσον αφορά τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα και στόχους: Οι μαθητές, γενικά, εμφάνισαν στα pre –test την ίδια δυσκολία στην κατανόηση των γεωλογικών διαδικασιών και της κυκλικότητας των πετρωμάτων με την ομάδα ελέγχου. Αντίθετα, οι απαντήσεις τους στα post-test, μετά τη διδακτική μας παρέμβαση και ακολουθώντας τα μεθοδολογικά βήματα, έδειξαν ότι όλοι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είχαν κατανοήσει τους κανόνες και τον τρόπο εφαρμογής τους στον χειρισμό των γεω- διαγραμμάτων.

Εικόνες 7,8: Η εικόνα 7 αφορά στην κατανόηση των γεωλογικών διαδικασιών από τους μαθητές (%), ενώ η εικόνα 8 αφορά στο συνδυασμό των γεωλογικών διαδικασιών κατά την κυκλικότητα των πετρωμάτων από τους μαθητές (%), της ομάδας ελέγχου και πειραματισμού μετά την διδακτική παρέμβαση, αντίστοιχα.





Τα αποτελέσματα των post-test δείχνουν ότι όλες οι μαθήτριες/τες της ομάδας πειραματισμού κατανόησαν τις γεωλογικές διαδικασίες (Εικόνα 7) και εφάρμοσαν επιτυχώς το συνδυασμό τους κατά τον κύκλο των πετρωμάτων (Εικόνα 8), ενώ τα αντίστοιχα αποτελέσματα των post-test της ομάδας ελέγχου δείχνουν ότι το 55% των μαθητριών/των κατανόησε τις γεωλογικές διαδικασίες (Εικόνα 7) και μόνο το 25% κατάφερε να τις συνδυάσει, στον κύκλο των πετρωμάτων (Εικόνα 8). Τα γεω-διαγράμματα, που συμβολιστικά παριστούν τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα από την αρχή της δημιουργίας της Γης, αποδείχθηκαν λειτουργικά και ιδιαίτερα αξιοποιήσιμα όσον αφορά στην κατανόηση και την ερμηνεία των σχετικών φαινομένων, και αύξησαν το ενδιαφέρον των μαθητριών και μαθητών για την επιστήμη της Γεωλογίας. Γενικότερα, η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση μπορεί να περιγραφεί ως μια χαρακτηριστική διαδικασία δημιουργίας προτύπων με εννοιολογική και προβλεπτική αξία (Gilbert 1997) και βοηθά την εκπαίδευση υπενθυμίζοντας ότι τα πρότυπα αποτελούν προσομοιώσεις /αναπαραστάσεις της πραγματικότητας βασισμένες στη θεωρία και όχι αυτή κάθε αυτή η πραγματικότητα (Osborne και Gilbert 1980).

5. Βιβλιογραφία

Καλκάνης Γ.Θ. (2007), "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ", Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα, Αθήνα.

Καλκάνης Γ.Θ. (2010), "Εκπαιδευτικό ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ και Εκπαιδευτικές ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ", Ι. το Εργαστήριο, ΙΙ. οι Τεχνολογίες, Αθήνα.

Κοντόκωστας Γ. (2011), «Μια Εκπαιδευτική Προσαρμογή των Διαγραμμάτων Feynman (και) για τους Φοιτητές Φυσικών Επιστημών», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αθήνα.

Dermott, L.(1996). *Physics by Inquiry*. Washington: Physics Education Group University of Washington.

Gilbert, J.K. (1997). «Models in science and science education». In: J.K.. Gilbert (Ed.), *Exploring models and modelling in Science and Technology education*. The University of Reading, The New Bulmershe Papers, UK.

Gilbert, J. K. & Osborne, R. J. (1980). The Use of Models in Science and Science Teaching. *European Journal of Science Education*, 2(1), 3-13. DOI: 10.1080/0140528800020103

Kali, Y., Orion, N. & Eylon, B-S. (2003). The effect of knowledge integration activities on students' perceptions of the earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 545–565.

Kontokostas G and Kalkanis G. (2013), Teaching Electron–Positron–Photon Interactions with Hands-on Feynman Diagrams. *The Physics Teacher*, 51, 232-233.

Tillery, B. (1996). *PHYSICAL SCIENCE (3d Ed)*. Arizona State University: Wm.C.Brown Publishers.

Seibold, E. and Berger, W. (2017). *The Sea Floor An Introduction to Marine Geology (4th Ed)*. Springer.



Αποτίμηση του βαθμού συμπερίληψης της φύσης των Φυσικών Επιστημών στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Άννα Κουμαρά, Κατερίνα Πλακίτση

Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Με την παρούσα εργασία επιδιώκεται η καταγραφή του βαθμού συμπερίληψης της διδασκαλίας της φύσης της γνώσης των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα. Για την εξασφάλιση έγκυρων συμπερασμάτων μελετήθηκαν διάφορες συνιστώσες (πρόγραμμα σπουδών, σχολικά εγχειρίδια, γνώσεις – διδασκαλία εκπαιδευτικών, απόψεις σχολικών συμβούλων, τελικές γνώσεις μαθητών) σχετικά με τη φύση της γνώσης των Φ.Ε.. Κατά τη διάρκεια της καταγραφής μεταξύ άλλων κωδικοποιήθηκε το περιεχόμενο των ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ και των βιβλίων, χρησιμοποιήθηκε διεθνώς αξιολογημένο ερωτηματολόγιο και αναλύθηκαν πρωτόκολλα συνεντεύξεων. Τελικά διαφαίνεται ότι η διδασκαλία της φύσης της γνώσης των Φ.Ε. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση περιλαμβάνεται σε μικρό βαθμό στα μαθήματα των Φ.Ε..

Λέξεις – κλειδιά: φύση της γνώσης των Φ.Ε., πρόγραμμα σπουδών, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Ελλάδα

An Evaluation study of the extent that Nature of Scientific Knowledge aspects are included in science classes of Greek Secondary Schools

Anna Koumara, Katerina Plakitsi

Department of Early Childhood Education, University of Ioannina

Abstract

The present work aims to record the degree that aspects of Nature of Scientific Knowledge (NOSK) are embedded in science classes in the secondary education in Greece. For the validity of results, various components (curriculum, school textbooks, knowledge/teaching of teachers, views of school inspectors and final knowledge of students) are analyzed. The curriculum and the textbooks' content are encoded, an international evaluated questionnaire was used, and interviews were analyzed. As a result, it appears that NOSK aspects are included in science classes of the Greek Secondary Education to a limited degree.

Keywords: nature of scientific knowledge, curriculum, secondary education, Greece



1. Εισαγωγή

Τα τελευταία 100 χρόνια, ο προσδιορισμός του όρου «Φύση των Φυσικών Επιστημών» (ή όρων με αντίστοιχη σημασία) και τα χαρακτηριστικά του έχει αποτελέσει θέμα διαρκών συζητήσεων ανάμεσα σε φιλόσοφους, ιστορικούς και κοινωνιολόγους των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) αλλά και εκπαιδευτικούς. Ακόμα και σήμερα δεν υπάρχει συμφωνία ανάμεσά τους για έναν κοινά αποδεκτό ορισμό, όμως όλοι συμφωνούν ότι είναι απαραίτητη η ενσωμάτωσή της στη διδασκαλία των Φ.Ε. (Lederman et al, 2014a; Piliouras & Plakitsi, 2015). Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιούμε τον όρο «φύση της γνώσης των Φ.Ε.» (φ.Γ.Φ.Ε.), αναφερόμενοι σε εκείνα τα χαρακτηριστικά της που προέρχονται εγγενώς από τον τρόπο με τον οποίο παράγεται αυτή η γνώση και είναι όσα αρκεί να γνωρίζουν οι μαθητές Νηπιαγωγείου – Γ΄ Λυκείου.

Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι: (Lederman et al 2014b):

(X1) Η γνώση των Φ.Ε. είναι εμπειρική

(X2) Η γνώση των Φ.Ε. είναι συμπερασματική, οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα είναι διαφορετικά

(X3) Η γνώση των Φ.Ε. είναι αβέβαιη, έχει διάρκεια, αλλάζει όμως υπό το φως νέων δεδομένων

(X4) Απαιτείται η φαντασία και δημιουργικότητα των επιστημόνων σε όλα τα στάδια μιας επιστημονικής έρευνας

(X5) Παρόλο που στόχος είναι η Αντικειμενικότητα, η Υποκειμενικότητα ανάμεσα στους επιστήμονες είναι αναπόφευκτη και προέρχεται από τις προσωπικές δεσμεύσεις, τις προηγούμενες γνώσεις, την εκπαίδευση, τις προσδοκίες κλπ. του κάθε επιστήμονα.

(X6) Η κοινωνικο-επιστημονική ενσωμάτωση της γνώσης των Φ.Ε.

(X7) Οι Επιστημονικοί Νόμοι και οι Επιστημονικές Θεωρίες είναι διαφορετικό είδος γνώσης

Παρόμοια χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. (αλλά όχι το ίδιο μοντέλο) έχουν χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα και σε παρόμοιες έρευνες (Piliouras et al, 2017; Piliouras & Plakitsi, 2015).

Η φ.Γ.Φ.Ε. είναι κομμάτι του γραμματισμού στις Φ.Ε. (Roberts & Bybee, 2014), που θεωρείται από την UNESCO σημαντική παράμετρος για την ποιότητα στην εκπαίδευση (Ατζέντα 2030¹²). Η διδασκαλία της φ.Γ.Φ.Ε. εντάσσεται στο πρόγραμμα σπουδών χωρών, όπως οι Η.Π.Α.¹³, Αγγλία¹⁴, Νέα Ζηλανδία¹⁵, Σιγκαπούρη¹⁶, Φινλανδία¹⁷ καθώς θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για την εκπαίδευση του πολίτη. Σημειώνεται ότι η διδασκαλία των χαρακτηριστικών της φ.Γ.Φ.Ε., προκειμένου να είναι αποτελεσματική, είναι αναγκαίο να διδάσκεται ρητά και με σαφήνεια (Mesci & Schwartz, 2017), δηλ. οι εκπαιδευτικοί να δηλώνουν με απόλυτη σαφήνεια ποια χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. έχουν διδάξει και πώς αυτά προκύπτουν μέσα στο μάθημα, και όχι να αφήνουν τους μαθητές να βγάλουν συμπεράσματα μόνοι τους.

Από μια αρχική μορφή της μελέτης που έχει ήδη δημοσιευτεί (Koumara & Plakitsi, 2017), υπάρχουν ενδείξεις ότι στην Ελλάδα υπάρχει πρόβλημα με τη διδασκαλία της φ.Γ.Φ.Ε.. Η παρούσα εργασία έχει

¹² [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

¹³ <https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/resource/files/Appendix%20H%20-%20The%20Nature%20of%20Science%20in%20the%20Next%20Generation%20Science%20Standards%204.15.13.pdf>

¹⁴ <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>

¹⁵ <https://scienceonline.tki.org.nz/Nature-of-science>

¹⁶ <https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/science-lower-upper-secondary-2014.pdf>

¹⁷ <http://artofteachingscience.org/countries/Edsystemfinland.pdf>

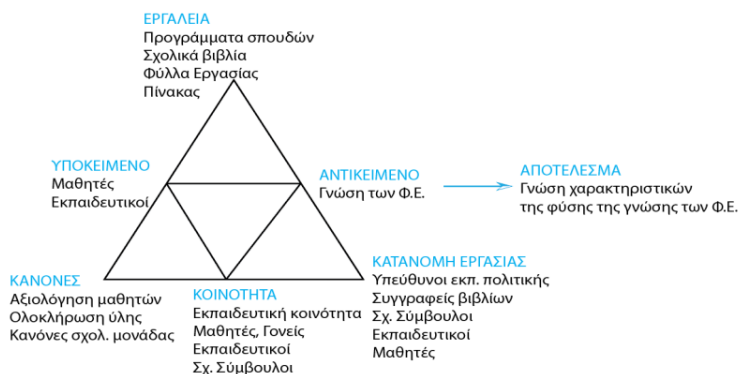


σκοπό να εμβαθύνει στη μελέτη του βαθμού που η φ.Γ.Φ.Ε. διδάσκεται σε όλη τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, χρησιμοποιώντας περισσότερα στατιστικά στοιχεία και αναλύσεις αλλά και προσωπικές μαρτυρίες εκπαιδευτικών και μαθητών. Επίσης, στόχος είναι η μελέτη των πολιτισμικών χαρακτηριστικών και της ιστορικότητας των εκπαιδευτικών, αλλά και το σύστημα δραστηριότητας των μαθημάτων Φ.Ε., ώστε να αναλυθούν με την Πολιτισμική-Ιστορική θεωρία της δραστηριότητας για τη μελλοντική οργάνωση ενός επιμορφωτικού σεμιναρίου εκπαιδευτικών (Roth & Lee, 2007).

2. Μεθοδολογία

Η πολυπλοκότητα της δραστηριότητας της εκπαίδευσης γενικότερα, και στις Φυσικές Επιστήμες ειδικότερα, μπορεί να αποδοθεί, λαμβάνοντας υπόψη την Πολιτισμική-Ιστορική θεωρία της δραστηριότητας (Πλακίτση κα, 2018, σελ. 52-55), με το Σχήμα 1.

Σχήμα 1: Σύστημα δραστηριότητας της εκπαίδευσης στις Φ.Ε. στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα



Με στόχο την αποτίμηση του βαθμού συμπερίληψης των χαρακτηριστικών της φ.Γ.Φ.Ε., ερευνούνται όλες οι συνιστώσες του εκπαιδευτικού συστήματος που καταγράφονται στο Σχήμα 1, εκτός των υπευθύνων εκπαιδευτικής πολιτικής και των συγγραφέων των βιβλίων. Η έρευνα αφορά στα μαθήματα Φ.Ε. από Α΄ Γυμνασίου έως Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας, χωρίς εξειδικεύσεις ΓΕ/ΕΠΑΛ.

Έτσι ο ερευνητής, υποκείμενο στο δικό του σύστημα δραστηριότητας ([βλ. εδώ](#)), για να ερευνήσει:

1. Αν **τα προγράμματα Σπουδών ΔΕΠΠΣ- ΑΠΣ** προτείνουν τη διδασκαλία χαρακτηριστικών της φ.Γ.Φ.Ε. και αν **τα σχολικά βιβλία** περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. (εργαλεία στο σχήμα-1) προχώρησε σε: Α) Μελέτη των προγραμμάτων σπουδών, Β1) Μελέτη του περιεχομένου των σχολικών βιβλίων κάθε τάξης και Β2) Μελέτη και ταξινόμηση των έργων προς αξιολόγηση που προτείνονται σε αυτά.
2. Αν **οι εκπαιδευτικοί** (υποκείμενα στο Σχήμα 1) γνωρίζουν τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε και τα: Α) Έδωσε σε 50 εκπαιδευτικούς ΠΕ.04 από το Νομό Θεσσαλονίκης το ερωτηματολόγιο VNOS-D+ (Lederman et al. 2002) προς συμπλήρωση και Β) Πήρε συνεντεύξεις από 10 από αυτούς.



3. Αν **οι μαθητές** (υποκείμενα στο Σχήμα 1), απόφοιτοι Λυκείου¹⁸, έχουν διδαχθεί χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. και αν τα γνωρίζουν: Α) Έδωσε σε 149 αποφοίτους Λυκείου το ερωτηματολόγιο VNOS-D+ (Lederman et al. 2002) προς συμπλήρωση και Β) Πήρε συνεντεύξεις από 30 από αυτούς.
4. Αν **οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν** (κανόνες στο Σχήμα 1) στις εξετάσεις τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε.: και προχώρησε σε έρευνα ανάλυσης των θεμάτων προαγωγικών και απολυτήριων εξετάσεων
5. Τις **απόψεις των Σχολικών Συμβούλων** (μέλη της κοινότητας στο Σχήμα 1) για το αν διδάσκονται ή όχι χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε.: προχώρησε σε συνεντεύξεις με 7 Σχολικούς Συμβούλους¹⁹ από όλες τις περιφέρειες της χώρας

3. Αποτελέσματα

3.1.A. Προγράμματα Σπουδών ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ²⁰

Τα Προγράμματα Σπουδών που μελετήθηκαν αποφασίστηκε να είναι τα ισχύοντα ή/και αυτά που έχουν παράγει σχολικά εγχειρίδια: του 2003 (ΦΕΚ 303B/13-03-2003 & 304B/13-03-2003) για το Γυμνάσιο, με εξαίρεση τη Φυσική Α΄ Γυμνασίου που εισάχθηκε στο ωρολόγιο πρόγραμμα το Σεπτέμβριο του 2014, ενώ για το Λύκειο μελετήθηκε το ΦΕΚ με το οποίο γράφτηκαν τα βιβλία (131B/07-02-2002), καθώς έκτοτε έχουν γίνει τροποποιήσεις, κυρίως πρόσθεσης ή αφαίρεσης ύλης, όχι όμως ουσιαστικές, και δεν έχουν γραφεί καινούρια βιβλία. Γενικά, το Πρόγραμμα Σπουδών όλων των τάξεων και μαθημάτων περιλαμβάνει στόχους γνώσεων περιεχομένου, ενώ η φ.Γ.Φ.Ε. δεν αναφέρεται ούτε καν ως φράση. Βέβαια, ο εκπαιδευτικός που γνωρίζει τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. θα μπορούσε να συσχετίσει συγκεκριμένους στόχους με αυτά. Για παράδειγμα, ορισμένες από τις δραστηριότητες που προτείνονται, θα μπορούσαν να συμπεριλάβουν χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε., μόνο όμως αν ο εκπαιδευτικός επιθυμεί να δώσει αυτόν τον προσανατολισμό. Να σημειωθεί ότι στο πρόγραμμα σπουδών του 2011 για τη Φυσική του Γυμνασίου²¹, υπήρχε ειδική μνεία στη φύση της Φυσικής, όμως, αν και εφαρμόστηκε επιτυχώς πιλοτικά σε 100 σχολεία, δεν επεκτάθηκε (Γλακίτση κα, 2011).

3.1.B. Σχολικά Βιβλία

Για τη βαθμολόγηση των βιβλίων χρησιμοποιήθηκε η ρούμπρικα των Abd-El-Khalick et al (2008), προσαρμοσμένη στο μοντέλο για τη φ.Γ.Φ.Ε. που χρησιμοποιείται εδώ. Τα βιβλία μελετήθηκαν από τρεις ερευνητές όπου ο καθένας σημείωσε τα σημεία που περιλαμβάνουν ένα χαρακτηριστικό της φ.Γ.Φ.Ε.. Στη συνέχεια, βαθμολογήθηκαν με βάση τη ρούμπρικα (βλ. πίνακα 2) και οι βαθμολογίες συζητήθηκαν μεταξύ των βαθμολογητών για λόγους αξιοπιστίας και εγκυρότητας της μελέτης. Τα αθροίσματα από τη

¹⁸ Ως απόφοιτοι Λυκείου θεωρήθηκαν φοιτητές 1^{ου} εξαμήνου του ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, επειδή προέρχονται από όλη την Ελλάδα και όλες τις κατευθύνσεις. Η μελέτη διήρκεσε τους μήνες Ιανουάριο – Νοέμβριο 2017, με τελικές διορθώσεις το καλοκαίρι του 2018.

¹⁹ Την περίοδο που διεξάχθηκαν οι συνεντεύξεις, οι τωρινοί Συντονιστές Εκπαιδευτικού Έργου ονομάζονταν Σχολικοί Σύμβουλοι

²⁰ <http://ebooks.edu.gr/new/ps.php> (Φυσικής-Χημείας, Βιολογίας)

²¹

<http://ebooks.edu.gr/info/newps/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B5%CF%82/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%93%CF%85%CE%BC%CE%BD%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%BF%CF%85.pdf>



βαθμολόγηση φαίνονται στον πίνακα 3. Ισχύει: $(-3) \times 7 = -21 \leq$ συνολική βαθμολογία κάθε βιβλίου $\leq 3 \times 7 = 21$

Πίνακας 1: Ρούμπρικα βαθμολόγησης των βιβλίων

Βαθμός	Απονομή βαθμολογίας σε σχέση με το πώς παρουσιάζεται το εκάστοτε χαρακτηριστικό της γνώσης των Φ.Ε.	Βαθμός	Απονομή βαθμολογίας σε σχέση με το πώς παρουσιάζεται το εκάστοτε χαρακτηριστικό της γνώσης των Φ.Ε.
3	Σαφής, εμπειριστατωμένη, συνεκτική	-1	Μη ρητή, απλοϊκή
2	Σαφής, μερικώς εμπειριστατωμένη	-2	Σαφής, απλοϊκή και μη συνεκτική
1	Μη ρητή, εμπειριστατωμένη, συνεκτική	-3	Σαφή, διαστρεβλωμένη
0	Δεν αναφέρεται		

Σημειώνεται ότι τα περισσότερα αποσπάσματα με χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. περιλαμβάνονται στα παραρτήματα και τις εισαγωγές, τα οποία όμως συνήθως είναι εκτός διδακτέας ύλης. Η ρούμπρικα δεν διαθέτει σταθμικούς συντελεστές προκειμένου να φανεί στη βαθμολογία η θέση που είναι γραμμένα κατά κύριο λόγο τα χαρακτηριστικά, καθώς διαφορετική βαρύτητα έχει να είναι γραμμένα στο κύριο σώμα του κειμένου και διαφορετική σε λεζάντες εικόνων ή στα παραθέματα, που στην Ελλάδα δεν διδάσκονται. Παρόλο που η Χημεία της Β΄ Γυμνασίου συγκεντρώνει πολύ υψηλή βαθμολογία (και από τις συνεντεύξεις που ακολουθούν, οι Σχολικοί Σύμβουλοι και οι εκπαιδευτικοί μας υπέδειξαν ότι είναι το πιο κοντινό στη φ.Γ.Φ.Ε. βιβλίο), εν' τούτοις πρόκειται για ένα μονόωρο μάθημα, με τα προβλήματα που αυτό συνεπάγεται για την ποιότητα του μαθήματος.

Πίνακας 2: Βαθμολόγηση βιβλίων με ρούμπρικα

	Φυσική					Χημεία				Βιολογία		
	Α΄ Γυμν	Β΄ Γυμν	Γ΄ Γυμν	Α΄ Λυκ	Β΄ Λυκ	Β΄ Γυμν	Γ΄ Γυμν	Α΄ Λυκ	Β΄ Λυκ	Α΄ Γυμν	Β΄-Γ΄ Γυμν	Α΄ Λυκ
X1	2	3	3	3	3	3	1	2	2	1	0	0
X2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	0	1	0
X3	1	-1	-1	2	2	2	1	3	1	1	1	0
X4	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
X5	1	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	0
X6	1	0	0	0	0	3	2	-1	2	0	0	0
X7	0	-3	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	7	1	3	6	7	13	7	7	7	3	2	0

Παρατηρούμε ότι το εμπειρικό χαρακτηριστικό (X1) περιλαμβάνεται στα περισσότερα βιβλία, με σαφή μάλιστα τρόπο. Στο X2 δεν τονίζεται η διαφορά ανάμεσα στις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα, ενώ το γεγονός ότι η γνώση των Φ.Ε. υπόκειται σε αλλαγές (X3) προσεγγίζεται ως «μια πορεία προς την αναζήτηση της αλήθειας». Η υποκειμενικότητα του κάθε επιστήμονα υπονοείται στα βιογραφικά



παραθέματα (X5) αλλά απουσιάζει από τα υπόλοιπα σημεία, όπως συμβαίνει και με τη δημιουργικότητα (X4). Η αλληλεπίδραση με την κοινωνία (X6) παρουσιάζεται μόνο ως επίδραση των Φ.Ε. στην κοινωνία και όχι το αντίστροφο. Η διαφορά θεωρίας – νόμου δεν αναφέρεται (X7).

Όσον αφορά στα έργα προς αξιολόγηση, μόνο το 7,3% αυτών αναφέρεται σε γνώση γύρω από τις Φ.Ε. (Αναγνωστοπούλου 2015), μέρος της οποίας είναι η φ.Γ.Φ.Ε..

Ένα γενικό συμπέρασμα, είναι ότι και τα βιβλία δεν είναι προσανατολισμένα προς τη διδασκαλία της φ.Γ.Φ.Ε.. Υπάρχουν όμως σημεία που δίνουν αφορμή στον εκπαιδευτικό να μιλήσει για τα χαρακτηριστικά της, εφόσον τα γνωρίζει και επιθυμεί να τα ενσωματώσει στο μάθημά του.

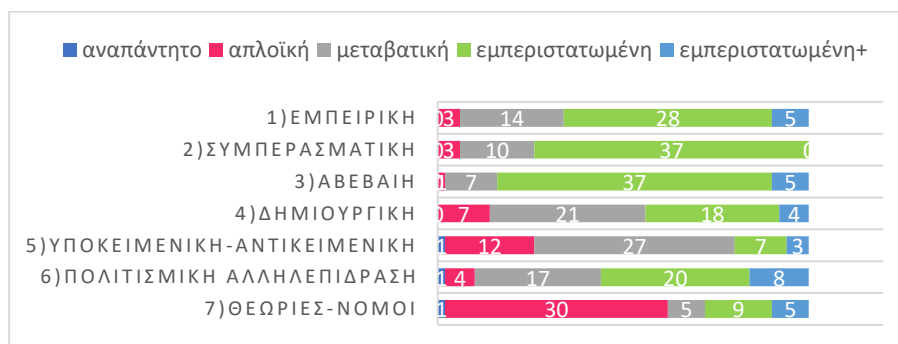
3.2. Εκπαιδευτικοί

Α. Ερωτηματολόγιο: Ο εκπαιδευτικός έχει την ευχέρεια να δώσει στο μάθημά του το χαρακτήρα και προσανατολισμό που ο ίδιος επιθυμεί. Ένα ενδιαφέρον ερώτημα, επομένως, είναι το κατά πόσον οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε., κάτι το οποίο είναι αναγκαία (όχι όμως και ικανή) προϋπόθεση για να τα διδάξει αν θελήσει. Προκειμένου να μελετηθεί το ερώτημα, δόθηκε σε 50 εκπαιδευτικούς ΠΕ.04 το διεθνώς αξιολογημένο ερωτηματολόγιο VNOS-D+ (Lederman et al, 2002), το οποίο αξιολογεί τη γνώση στα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε.. Αποτελείται από 10 ανοικτού τύπου ερωτήσεις (ορισμένες με υποερωτήματα), όπου, οι απαντήσεις κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες, ανάλογα με τη γνώση του κάθε χαρακτηριστικού της γνώσης των Φ.Ε.:

- N-naïve, απλοϊκή: όταν η απάντηση δείχνει ότι ο εκπαιδευτικός έχει διαστρεβλωμένη άποψη για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό της φ.Γ.Φ.Ε.
- M-mixed, μεταβατική: όταν η απάντηση δείχνει ότι ο εκπαιδευτικός γνωρίζει κάποια στοιχεία για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό της φ.Γ.Φ.Ε., αλλά όχι επαρκώς
- I-Informed, εμπειριστατωμένη: όταν η απάντηση δείχνει ότι ο εκπαιδευτικός έχει εμπειριστατωμένη και επαρκή άποψη για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό της φ.Γ.Φ.Ε.
- I+, ιδιαίτερα εμπειριστατωμένη: όταν η απάντηση που έχει γράψει ο εκπαιδευτικός είναι τεκμηριωμένη, καλά διατυπωμένη και θα μπορούσε να δοθεί ως πρότυπη απάντηση
- U-unanswered, αναπάντητη: για ερωτήσεις που δεν έχουν απαντηθεί

Οι απαντήσεις τους παρουσιάζονται στο διάγραμμα 1, οι αριθμοί αντιστοιχούν σε αριθμό ατόμων.

Διάγραμμα 1: Απόψεις εκπαιδευτικών για τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε.





Οι 50 εκπαιδευτικοί προέρχονται από τη Θεσσαλονίκη και θα συμμετείχαν σε επιμορφωτικό σεμινάριο που αφορούσε στην ενσωμάτωση της φ.Γ.Φ.Ε. στα μαθήματα Φ.Ε. στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Koumaga & Plakitsi, 2019). Η παρουσία τους στο σεμινάριο ήταν εθελοντική, κάτι που δείχνει ότι οι συγκεκριμένοι εκπαιδευτικοί είχαν περισσότερες ανησυχίες από το μέσο εκπαιδευτικό, οπότε τα παραπάνω αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν για το συνολικό πληθυσμό εκπαιδευτικών ΠΕ.04 και η μελέτη είναι ποιοτική.

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν εμπειριστατωμένη άποψη για τα τρία πρώτα χαρακτηριστικά: το εμπειρικό, το συμπερασματικό και το αβέβαιο. Στα επόμενα δύο φαίνεται ότι έχουν συγκεχυμένες απόψεις, ιδίως για το υποκειμενικό χαρακτηριστικό. Στο ενδιάμεσο βρίσκεται το χαρακτηριστικό της πολιτισμικής αλληλεπίδρασης, όπου πάνω από τους μισούς (28 άτομα) δίνουν εμπειριστατωμένες και καλά τεκμηριωμένες απαντήσεις, αλλά 17 άτομα δεν καταφέρνουν να το εξηγήσουν ικανοποιητικά. Τέλος, 30 από τα 50 άτομα δεν γνωρίζουν τη διαφορά της θεωρίας από το νόμο, κάτι που γνωρίζουν μόνο 14.

Β. Συνεντεύξεις: 10 από τους παραπάνω εκπαιδευτικούς συμμετείχαν σε ημιδομημένες συνεντεύξεις, όπου συζητήθηκαν οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου VNOS-D+, τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. που γνωρίζουν και διδάσκουν, τα κεφάλαια της ύλης που τους επιτρέπουν να το κάνουν, αλλά και γενικότερα θέματα της σχολικής ζωής και πραγματικότητας. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν το Μάιο και συμπληρωματικά τους μήνες Οκτώβριο/Νοέμβριο 2018.

Από τις συνεντεύξεις προκύπτει ότι κατά τις σπουδές/επιμόρφωσή τους δεν διδάχθηκαν τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. με ρητό και σαφή τρόπο και συνήθως περιλαμβάνουν διαισθητικά ορισμένα από αυτά σε μικρή έκταση στη διδασκαλία τους, αλλά κατά δήλωσή τους δεν αξιολογούν τη γνώση τους. Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι το σύστημα είναι εξετασιοκεντρικό, οι μαθητές επικεντρώνονται στους καλούς βαθμούς, αλλά ταυτόχρονα δεν βρίσκουν το σχολικό περιεχόμενο κοντά στα ενδιαφέροντά τους. Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η ενσωμάτωση στο μάθημα των χαρακτηριστικών της φ.Γ.Φ.Ε. με την παράλληλη αξιολόγησή τους θα μπορούσε να γεφυρώσει την παραπάνω αντίθεση.

3.3. Μαθητές

Ερωτηματολόγιο: Τον Οκτώβριο του 2017 δόθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές του ΠΤΔΕ του ΑΠΘ το ερωτηματολόγιο VNOS-D+. Επιλέχθηκαν πρωτοετείς φοιτητές αντί για μαθητές της Γ' Λυκείου, καθώς οι φοιτητές του 1^{ου} έτους κατά το μήνα Οκτώβριο θεωρούνται ότι έχουν ακόμα τις γνώσεις και τη νοοτροπία του Λυκείου, ενώ προέρχονται από όλη την Επικράτεια και όλες τις κατευθύνσεις. Επίσης, οι φοιτητές του ΠΤΔΕ είναι κοντά στο μέσο όρο βαθμολογίας των μαθητών.

Η βαθμολόγηση των ερωτηματολογίων έγινε με παρόμοιο τρόπο με αυτά των εκπαιδευτικών, στις ίδιες κλίμακες βαθμολόγησης, και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγραμμα 2. Οι αριθμοί και σε αυτό το διάγραμμα αντιστοιχούν σε άτομα που έχουν την αντίστοιχη άποψη.

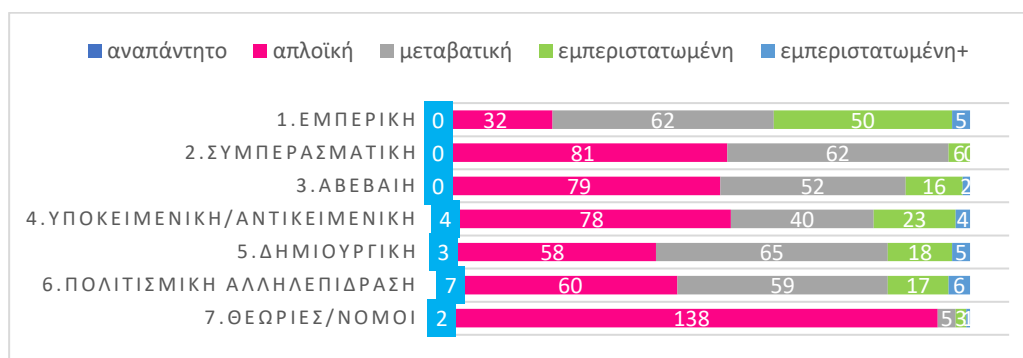
Από τις απαντήσεις των μαθητών φαίνεται ότι γνωρίζουν το εμπειρικό χαρακτηριστικό ικανοποιητικά, καθώς μόνο 32 άτομα δίνουν απλοϊκές απαντήσεις. 138 από τους 149 μαθητές (92.6%) δίνουν λανθασμένες απαντήσεις στη διαφορά Θεωρίας-Νόμου. Για τα υπόλοιπα 5 χαρακτηριστικά, λιγότερο από το 18% δίνει εμπειριστατωμένες απαντήσεις και περίπου οι μισοί μαθητές δίνουν απλοϊκές απαντήσεις.

Συνεντεύξεις: 30 μαθητές συμμετείχαν σε ημιδομημένες συνεντεύξεις πάνω στο ερωτηματολόγιο VNOS-D+ και στον τρόπο διεξαγωγής των μαθημάτων Φ.Ε. στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (διδασκαλία, δραστηριότητες εντός μαθήματος, δράσεις εκτός σχολικού ωραρίου). Γενικά, φάνηκε ότι οι μαθητές που έκαναν περισσότερες δραστηριότητες Φ.Ε. (π.χ. εργαστηριακά μαθήματα, επισκέψεις σε χώρους



επιστημονικού ενδιαφέροντος) είχαν πιο εμπειριστατωμένη άποψη για τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε.. Όμως, κανένας δεν είχε ακούσει ξανά τον όρο, ή τουλάχιστον δεν τον θυμάται, πριν τη συζήτησή μας.

Διάγραμμα 2: Απόψεις των μαθητών για τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε.



3.4. Αξιολόγηση σε προαγωγικές και απολυτήριες εξετάσεις²²

Από έρευνα (Αναγνωστοπούλου, 2015) προκύπτει ότι μόνο το 0,4% των θεμάτων των τελικών εξετάσεων ελέγχει τη γνώση γύρω από την επιστήμη, μέρος της οποίας είναι η φ.Γ.Φ.Ε.

3.5. Σχολικοί Σύμβουλοι

Κατά τους μήνες Ιανουάριο – Ιούνιο 2017 έγινε προσωπική/τηλεφωνική συνομιλία με 7 Σχολικούς Συμβούλους ΠΕ.04 από όλη την Επικράτεια. Οι 4 ήταν κάτοχοι διδακτορικού τίτλου στη Διδακτική των Φ.Ε. και ένας ήταν μέλος συγγραφικής ομάδας. Η συνέντευξη ήταν μια ημιδομημένη συζήτηση πάνω στα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. και στη σχολική ζωή και πραγματικότητα της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Οι απαντήσεις τους δεν διαφέρουν από αυτές των εκπαιδευτικών, ενώ δίνουν έμφαση στον περιορισμένο χρόνο διδασκαλίας και την προετοιμασία για τις Πανελλαδικές εξετάσεις, κάτι που ωθεί τους εκπαιδευτικούς να προτιμούν να λύνουν ασκήσεις. Οι Σύμβουλοι κρίνουν ότι περίπου το 15% των εκπαιδευτικών χρησιμοποιεί τη διερεύνηση κατά τη διδασκαλία, ενώ πιστεύουν ότι περίπου το 2-5% των εκπαιδευτικών διδάσκει συχνά τα χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε. με σαφή τρόπο. Θεωρούν ότι στη διδασκαλία περιλαμβάνονται τα χαρακτηριστικά Χ1, Χ2 (χωρίς έμφαση στη διαφοροποίηση παρατήρησης – συμπεράσματος) και το Χ3 (ως πορεία της γνώσης των Φ.Ε. προς την αλήθεια). Κατά συνέπεια, το μάθημα για την πλειοψηφία των μαθητών δεν περιλαμβάνει χαρακτηριστικά της φ.Γ.Φ.Ε..

4. Συμπεράσματα

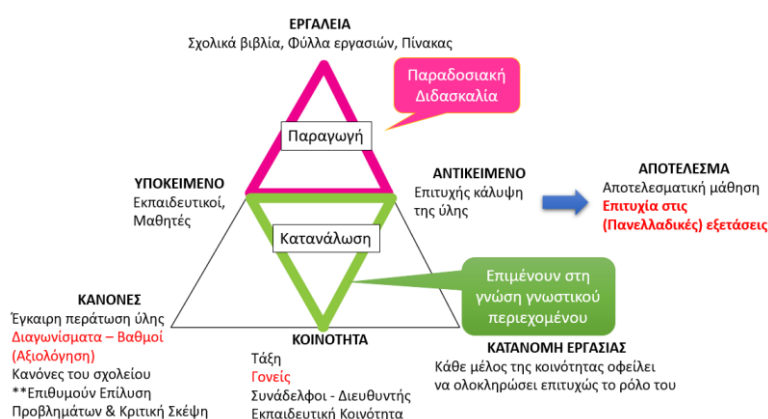
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα δεν φαίνεται να είναι προσανατολισμένο προς τη διδασκαλία χαρακτηριστικών της φ.Γ.Φ.Ε.: οι στόχοι του προγράμματος σπουδών δεν την περιλαμβάνουν, τα σχολικά βιβλία συμφωνούν με το πρόγραμμα, περιέχοντας λίγα χαρακτηριστικά της, κυρίως το εμπειρικό. Οι εκπαιδευτικοί, συνήθως, ακολουθούν το βιβλίο και δεν

²² Πλέον πολλά μαθήματα Φ.Ε. δεν έχουν τελικές εξετάσεις στο τέλος της σχολικής χρονιάς.



αναφέρουν στη διδασκαλία τους τη φ.Γ.Φ.Ε.. Όμως, ακόμα και αν τη διδάσκουν, δεν την αξιολογούν. Συνεπώς με τα παραπάνω είναι ότι οι μαθητές έχουν κατά πλειοψηφία απλοϊκές απόψεις για τα χαρακτηριστικά της γνώσης των Φ.Ε. Σχηματικά τα παραπάνω αποδίδονται στο σχήμα 2 με το δίκτυο τριγώνων της Πολιτισμικής-Ιστορικής θεωρίας της δραστηριότητας (Πλακίτση κ.ά. 2018, σελ. 52-55):

Σχήμα 2: Σύστημα δραστηριότητας μιας τυπικής τάξης Φ.Ε. στην ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση όπως προκύπτει από την ερευνά μας



Οι συγκρούσεις που προκύπτουν, αφορούν στο ότι οι μαθητές και οι γονείς τους επιμένουν σε επιτυχή αποτελέσματα κάθε είδους εξετάσεων που έχουν σχέση με την επιτυχία στις πανελλαδικές εξετάσεις, αλλά ταυτόχρονα οι μαθητές θεωρούν ότι το περιεχόμενο των μαθημάτων Φ.Ε. είναι μακριά από τα ενδιαφέροντά τους. Σε σχέση με την ενσωμάτωση των χαρακτηριστικών της φ.Γ.Φ.Ε., ενδιαφέρον παρουσιάζει το υπο τρίγωνο της παραγωγής, όπου οι εκπαιδευτικοί που επιθυμούν να την εντάξουν στη διδασκαλία τους, θα πρέπει να οργανώσουν καινούρια σχέδια μαθήματος, για τα οποία δεν έχουν πηγές. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το υπο τρίγωνο της κατανάλωσης, όπου οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί θα κληθούν να πείσουν την κοινότητα (γονείς, μαθητές και συναδέλφους) ώστε να γίνει αποδεκτό, ότι η ενσωμάτωση των χαρακτηριστικών της φ.Γ.Φ.Ε. είναι προς όφελος της εξελικτικής πορείας μάθησης του μαθητή.

Έχοντας καταγράψει την κατάσταση στην Ελλάδα, τα πολιτισμικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών και έχοντας αναλύσει τι σημαίνουν αυτά μέσα στο σύστημα δραστηριότητας της σχολικής τάξης, το επόμενο βήμα είναι, μέσα από το τρίγωνο δραστηριότητας του ερευνητή, η διοργάνωση ενός κατάλληλου προγράμματος επιμόρφωσης εν ενεργεία εκπαιδευτικών, προκειμένου να μπορούν να ενσωματώνουν τη φ.Γ.Φ.Ε. στο παρόν πρόγραμμα σπουδών, με σαφήνεια (Koumara & Plakitsi, 2019).

5. Βιβλιογραφία

Αναγνωστοπούλου, Κ. (2015). *Σχολική αξιολόγηση στην Ελλάδα και αξιολόγηση γνώσεων και δεξιοτήτων στο διεθνές πρόγραμμα PISA: συγκριτική μελέτη*, ΕΑΠ, διδακτορική διατριβή

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, (2003). *ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Φυσικών Επιστημών*, ΦΕΚ 304Β/13-3-2003



Πλακίτση, Κ., Κασσέτας, Ι., Α., Σμυρναίου, Ζ., Δεβελάκη, Μ., Διακόνου, Μ., Κανδεράκης, Ν., Φανίδης, Χ., Ταραμόπουλος, Θ., Παπασιμίπα, Λ. (2011/2014). Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για την υποχρεωτική εκπαίδευση. Επιστημονικό πεδίο: Φυσικές Επιστήμες – Φυσική Γυμνασίου. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής – ΥΠ.Π.Ε.Θ

Πλακίτση, Κ. Σταμούλης, Ε. Θεοδωράκη, Χ. Κολοκούρη, Ε. Νάννη, Ε. Κορνελάκη, Α. (2018). *Η Θεωρία της Δραστηριότητας & οι Φυσικές Επιστήμες*, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.

Abd-El-Khalick, F. Waters, M. Le, A-P. (2008). Representation of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades, *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), pp.835-855

Koumara, A. Plakitsi, K. (2019). Addressing nature of science aspects on a professional development program for Greek science teachers: Design, Implementation and Validation, ESERA conference.

Koumara, A. Plakitsi, K. (2017). The nature of science in lower secondary school: the case of Greece. *Science Education: Research and Praxis*, (64-65): 104-114.

Lederman, N.G. Lederman, J.S. (2014a). Research on Teaching and Learning of Nature of Science In Lederman, Abell (eds) *Handbook of Research in Science Teaching*, vol. 2. Routledge, pp.600-620

Lederman, N.G., Antink, A., Bartos, S., 2014b, Nature of Science, Scientific Inquiry and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientific Literate Citizenry, *Science & Education*, 23, 2, 285-302.

Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., Schwartz, R., 2002, Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science, *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 6, 497-521.

Mesci, G. Schwartz, R. (2017). *Changing Preservice Teachers' Views of Nature of Science: Why some conceptions may be more easily altered than others*. Res Sci Educ. 47, 329-351.

Piliouras, P. Plakitsi, K. (2015). Discourse Analysis of Science Teachers Talk as a Self-reflective Tool for Promoting Effective NOS Teaching, *World Journal of Education*, Vol 5, No 6, pp.96-107.

Piliouras, P. Plakitsi, K. Seroglou, F. Papantoniou, G. (2017). Teaching Explicitly and Reflecting of Elements of Nature of Science: a Discourse-Focused Professional Development Program with Four Fifth-Grade Teachers, *Research in Science Education*, 1-28.

Roberts, D. Bybee, R. (2014). Scientific Literacy, Science Literacy and Science Education. In Lederman, N. Abell, S. (Eds.) *Handbook of Research on Science Education* (pp. 545-558). New York: Routledge.

Roth, W.M. Lee, YJ. (2007). "Vygotsky's neglected legacy": Cultural-historical activity theory. *Review of Educational Research*, 77(2), 186- 232.



Διεπιστημονική προσέγγιση της (συν)διδασκαλίας Μαθηματικών και Φυσικής: Η περίπτωση της χωρητικότητας ενός πυκνωτή

Γεώργιος Κρητικός, Ανδρέας Μούτσιος-Ρέντζος, Βασιλεία Πιννίκα και Φραγκίσκος Καλαβάσης

ΤΕΠΑΕΣ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, εστιάζουμε στη σημασία της διεπιστημονικής επικοινωνίας ανάμεσα στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών και τα εγχειρίδια των Μαθηματικών και της Φυσικής του σχολείου. Φέρνοντας ως παράδειγμα τη χωρητικότητα πυκνωτή, επιχειρούμε να εντοπίσουμε μαθησιακά εμπόδια που δημιουργούνται από την έλλειψη αυτής της επικοινωνίας. Σχεδιάσαμε μία πιλοτική έρευνα σε δείγμα 28 μεταπτυχιακών φοιτητών, οι οποίοι είναι εκπαιδευτικοί διαφορετικών ειδικοτήτων. Παράλληλα, αναζητήσαμε συνδέσεις των ευρημάτων της έρευνας με τον τρόπο παρουσίασης των σχετικών εννοιών στα σχολικά βιβλία της Φυσικής και των Μαθηματικών. Τέλος, επεξεργαστήκαμε ένα διεπιστημονικό πλαίσιο διδασκαλίας, μετασχηματίζοντας το τρέχον μονοεπιστημονικό διδακτικό μοντέλο.

Λέξεις-κλειδιά: Διεπιστημονικότητα, χωρητικότητα, πυκνωτής

Interdisciplinary approach of (co)teaching of Mathematics and Physics: The case of the capacitance of a capacitor

Georgios Kritikos, Andreas Moutsios-Rentzos, Vasileia Pinnika and Fragiskos Kalavasis

Department of Pre-School Education Sciences and Educational Design, University of the Aegean

Abstract

In this paper, we focus on the importance of interdisciplinary communication in the curricula and textbooks between school Mathematics and Physics. Giving as an example the capacitance of a capacitor, we try to identify learning obstacles created by the lack of this communication. We designed a pilot research on a sample of 28 postgraduate students who are teachers of different disciplines. At the same time, we searched for links of the research findings with the presentation of the relevant concepts in the school textbooks of Physics and Mathematics. Finally, we elaborated an interdisciplinary teaching framework, transforming the current one-discipline didactical model.

Keywords: Interdisciplinarity, capacitance, capacitor



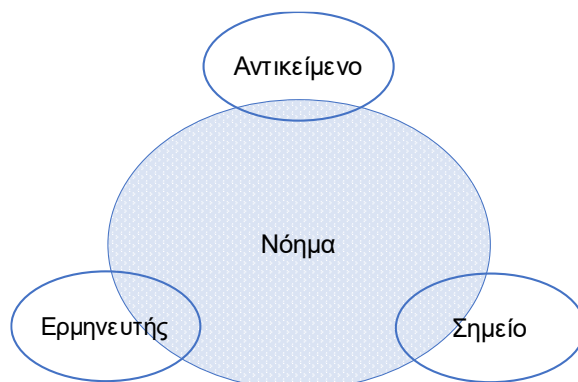
1. Εισαγωγή

Στη σχολική πραγματικότητα μιας τάξης οι μαθητές/τριες λαμβάνουν διακριτά, αλλά αλληλεπιδρώντα, μηνύματα από διαφορετικούς εκπαιδευτικούς. Την ίδια στιγμή, τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) αντιμετωπίζουν κάθε μάθημα ξεχωριστά. Αυτό σημαίνει ότι οι αλληλεπιδράσεις των μηνυμάτων και οι αποκωδικοποιήσεις τους δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τη διδακτική πράξη. Ο κατακερματισμός της γνώσης που προάγεται από τα ΑΠΣ θέτει αόρατα εμπόδια στη σχεσιακή κατανόηση μονο/δι-επιστημονικών νοημάτων. Κατά συνέπεια, οι όποιες εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών, από αυθαίρετες διασυνδέσεις ανάμεσα σε νοήματα που εξάγονται από διακριτές διδασκαλίες διαφορετικών μαθημάτων, ενδέχεται να θεωρηθούν ως παρανοήσεις και να αξιολογηθούν ως αρνητικές επιδόσεις.

Στην παρούσα εργασία, υιοθετούμε τη συστημική θεώρηση της σχολικής τάξης (Davis & Simmt 2003), η οποία επιτρέπει τη διερεύνηση των άδηλων διδακτικό-μαθησιακών διεργασιών στα Μαθηματικά και τη Φυσική του σχολείου μέσω των κοινών τους συμβολισμών (Καλαβάσης & Κρητικός 2017, Κρητικός & Μούτσιος-Ρέντζος 2018). Παράλληλα, προτείνουμε μία διεπιστημονική προσέγγιση της διδασκαλίας που αναδεικνύει την ανάγκη για αναστοχασμό στην κοινή σημειολογία των σχολικών εγχειριδίων.

Επιπλέον, στηριζόμαστε στη σημειωτική θεώρηση της διδασκαλίας και της μάθησης (Duvai 2006, Peirce, 1981), κατά την οποία το επικοινωνιακό νόημα αναδύεται στη σχέση των μελών που συγκροτούν τη βασική επικοινωνιακή τριάδα «σημείο, ερμηνευτής, επιστημικό αντικείμενο» (Σχήμα 1) (Μούτσιος-Ρέντζος κ.ά. 2017). Το σημείο ενεργοποιεί την επικοινωνιακή τριάδα και είναι δυνατό να είναι σύμβολο, εικόνα, λέξη κ.ά. αλλά και συνδυασμός αυτών ως μια σύνθετη ολότητα (μια φράση, μια εξίσωση κτλ). Το νόημα αναφέρεται στη διαδικασία νοηματοδότησης που αναδύεται κατά τη διδασκαλία ενός σχολικού μαθήματος, συμπεριλαμβάνοντας λεκτικές και μη λεκτικές επικοινωνίες, πρακτικές, νόρμες κτλ. Οι ερμηνευτές είναι τα υποκείμενα που συμμετέχουν στις επικοινωνιακές διαδικασίες. Ένα άτομο μπορεί να συνιστά διαφορετικό ερμηνευτή για μια διαφορετική επικοινωνιακή κατάσταση, καθώς μπορεί να υποκειμενοποιείται με διαφορετικούς λόγους. Για παράδειγμα, ο ίδιος δάσκαλος πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αποτελεί διαφορετικό ερμηνευτή όταν διδάσκει Μαθηματικά και όταν διδάσκει Φυσικές Επιστήμες. Τα επιστημικά αντικείμενα αναφέρονται στην κατασκευή του θεσμικά αποδεκτού επιστημονικού αντικειμένου, όπως αυτό εννοιοποιείται από τον ερμηνευτή σε μια δεδομένη κατάσταση.

Σχήμα 1: Επικοινωνιακή τριάδα για την ανάδυση του επικοινωνιακού νοήματος



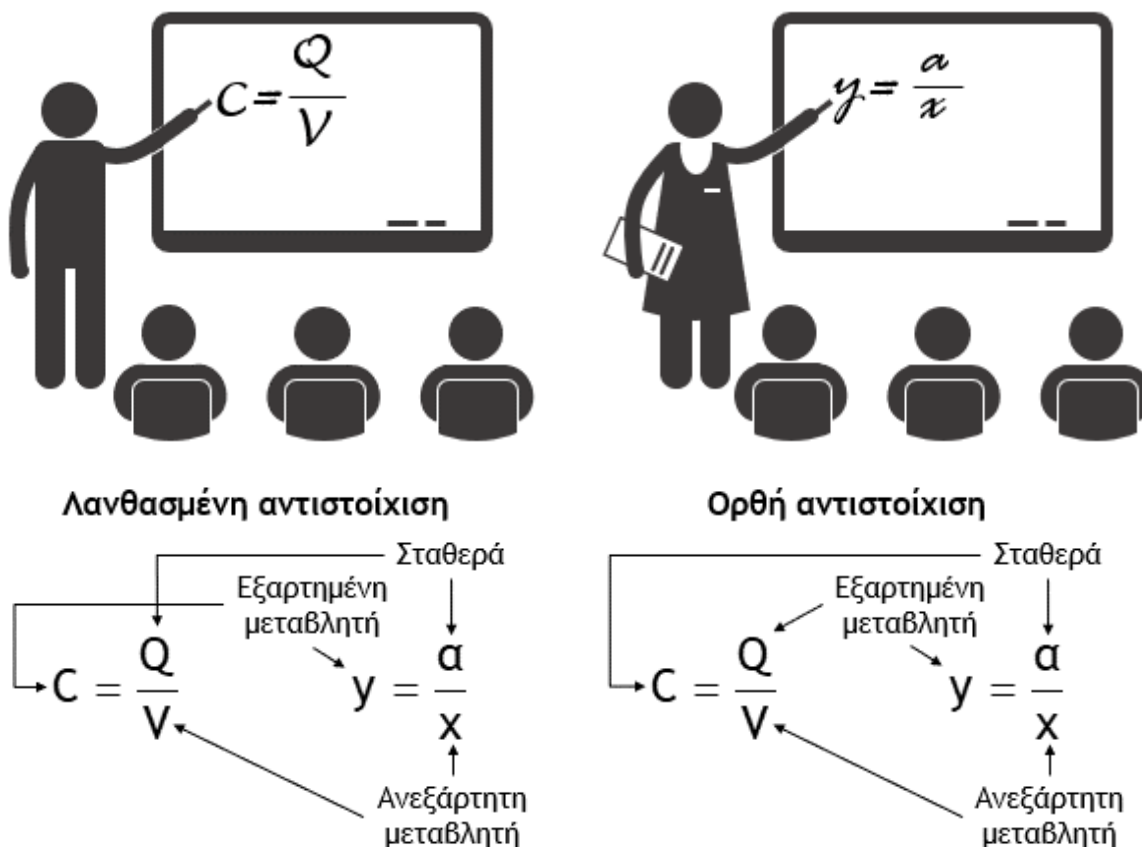


Δεδομένου ότι ο όρος «διεπιστημονικότητα» συχνά θεωρείται ως μέσο ενοποίησης των διακριτών επιστημονικών κλάδων (π.χ. Φυσικών, Χημικών, Βιολόγων), θα πρέπει να διευκρινίσουμε το νόημα του όρου όπως τον υιοθετούμε. Θεωρούμε ότι η διεπιστημονικότητα στηρίζεται στη διάκριση των επιστημονικών κλάδων, αναγνωρίζοντας και αναδεικνύοντας τις διαφορετικές επιστημονικές προσεγγίσεις. Μέσα από τη διεπιστημονικότητα στην εκπαίδευση, επιδιώκεται η διασύνδεση των διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων σε ένα ενιαίο πρόγραμμα διδασκαλίας (Nikitina & Mansilla 2003). Παρακάτω, παραθέτουμε ένα δείγμα από πιλοτική έρευνά μας, που εστιάζει στη σημασία διασύνδεσης της διδασκαλίας Μαθηματικών και Φυσικής. Στη συνέχεια, προτείνουμε μία εναλλακτική διεπιστημονική προσέγγιση (συν)διδασκαλίας για την έννοια της χωρητικότητας ενός πυκνωτή.

2. Μεθοδολογία

Στο δείγμα της πιλοτικής έρευνας συμμετείχαν 28 εκπαιδευτικοί με την ιδιότητα του μεταπτυχιακού φοιτητή κατά το ακαδημαϊκό έτος 2017-18. Οι ειδικότητες των εκπαιδευτικών ήταν 6 Νηπιαγωγοί, 10 Δάσκαλοι, 8 Μαθηματικοί, 3 Φυσικοί και 1 Χημικός. Στόχος της πιλοτικής έρευνας ήταν να διερευνήσουμε σε ποιο βαθμό η έλλειψη διασύνδεσης της διδασκαλίας των Μαθηματικών με τη διδασκαλία της Φυσικής επηρεάζει την οικοδόμηση εννοιών στη Φυσική.

Σχήμα 2: Αλληλεπιδρώντα νοήματα σε μη επικοινωνούσες διακριτές διδασκαλίες Μαθηματικών και Φυσικής





Η μελέτη μας στηρίχθηκε στο δεδομένο ότι οι εκπαιδευτικοί, κατά τη διάρκεια της μαθητικής ή/και φοιτητικής περιόδου, είχαν διδαχθεί εκτενώς τα αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη. Αντίθετα, η έννοια της χωρητικότητας πυκνωτή είχε διδαχθεί ελάχιστες διδακτικές ώρες στη Φυσική Λυκείου, χωρίς να υπάρχει διασύνδεση με τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Μια τέτοια κατάσταση παριστάνεται στο σχήμα 2, όπου οι ίδιοι/ιες μαθητές/τριες γίνονται αποδέκτες μηνυμάτων από τα Μαθηματικά και τη Φυσική, με φαινομενικά παρόμοια σημειολογία, χωρίς να υπάρχει κατάλληλη διασύνδεση ανάμεσα στις διακριτές διδασκαλίες Μαθηματικών και Φυσικής. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές/τριες ενδέχεται να συσχετίσουν λανθασμένα τη σχέση υπολογισμού της χωρητικότητας $C=Q/V$ με την εξίσωση υπερβολής $y=a/x$. Άλλωστε, μία από τις συνηθισμένες παρανοήσεις των μαθητών/τριών στην ενότητα του ηλεκτρισμού είναι ότι η χωρητικότητα είναι ανάλογη με το φορτίο του πυκνωτή (Kritikos & Dimitracoroulou 2017).

Η εκφώνηση μιας από τις δραστηριότητες που αναθέσαμε στους εκπαιδευτικούς φαίνεται στην εικόνα 1.

Εικόνα 1: Εκφώνηση δραστηριότητας σχετικά με τη χωρητικότητα πυκνωτή

Ένας πυκνωτής φορτίζεται από μία μπαταρία τάσης V . Έτσι, αποθηκεύει φορτίο Q . Η χωρητικότητα C του πυκνωτή μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Αν αντικαταστήσουμε την μπαταρία (V) με μία άλλη διπλάσιας τάσης ($2V$), τότε η χωρητικότητα C του πυκνωτή θα:

α) διπλασιαστεί. β) υποδιπλασιαστεί. γ) παραμένει ίδια.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση σημειώνοντας X στο αντίστοιχο κελί του παρακάτω πίνακα. Για την κάθε λανθασμένη απάντηση, γράψτε στο αντίστοιχο κελί τον βαθμό (με άριστα το 10) τον οποίο θα βάζατε σε ένα παιδί που την είχε επιλέξει.

α	β	γ

Δεδομένου ότι οι περισσότεροι δεν γνώριζαν τι είναι ο πυκνωτής και η χωρητικότητά του, προηγήθηκε μία σχετική ενημέρωση, χωρίς ωστόσο να εμβαθύνουμε. Συγκεκριμένα, αναφέραμε ότι πρόκειται για ένα ηλεκτρικό στοιχείο που έχει την ιδιότητα να αποθηκεύει φορτίο, όταν συνδέεται με μία πηγή τάσης. Επιπλέον, δόθηκε η σχέση υπολογισμού της χωρητικότητας $C=Q/V$, εξηγώντας τα σύμβολα, C , Q και V . Κατά την παρουσίαση της τελευταίας σχέσης, αφήσαμε τους ερωτώμενους να απαντήσουν ελεύθερα, δηλαδή να υπάρξει μία αυθόρμητη σημειολογική αντιστοίχιση με ένα εννοιολογικό περιεχόμενο της σχέσης, ώστε να εντοπίσουμε τις συγκλίσεις ή/και τις αποκλίσεις του εννοιολογικού περιεχομένου, που αυθόρμητα ενεργοποιείται, με το φυσικό νόημα της σχέσης. Τονίζουμε πως, σκοπίμως δεν αναφέραμε ότι η χωρητικότητα δεν επηρεάζεται ούτε από το φορτίο, ούτε από την τάση, αφού ήταν ζητούμενο της δραστηριότητας. Σκοπός ήταν να διερευνήσουμε κατά πόσο μια σημειογραφία της μορφής $y=a/x$ και η σχολική μαθηματική γνώση ότι «όταν μεταβάλλεται ο παρονομαστής ενός κλάσματος, τότε μεταβάλλεται αντίστροφα το κλάσμα» επηρεάζουν τη μάθηση μιας έννοιας Φυσικής. Αυτή η μαθηματική γνώση είναι ημιτελής, καθώς άδηλα νοείται ο αριθμητής ως σταθερός και, τελικά, λειτουργεί ως διεπιστημονικό μαθησιακό εμπόδιο στην κατανόηση της χωρητικότητας πυκνωτή.

Στην πιλοτική έρευνα εστιάζουμε στον ποιοτικό προσδιορισμό των αιτιών που φαίνεται να σχετίζονται με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών. Για τον λόγο αυτό, ανατρέξαμε και μελετήσαμε την ενότητα για τη χωρητικότητα πυκνωτή από τα σχολικά βιβλία Φυσικής, καθώς και την ενότητα για τα ανάλογα ποσά και την εξίσωση ευθείας $y=ax$ από τα σχολικά βιβλία Μαθηματικών.



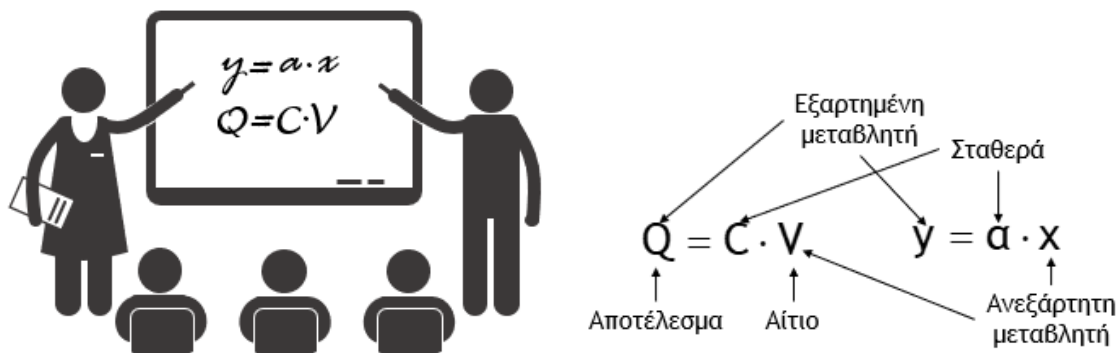
3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα από την παραπάνω δραστηριότητα έδειξαν ότι μόνο οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών (4 από τους 28) απάντησαν ορθά. Από τις 24 λανθασμένες απαντήσεις, 21 ήταν ότι αν η τάση διπλασιαστεί, η χωρητικότητα θα υποδιπλασιαστεί (επιλογή β), ενώ 3 θεώρησαν ότι θα διπλασιαστεί (επιλογή α). Παρότι για τους 24 εκπαιδευτικούς μη Φυσικών Επιστημών, το ερώτημα δεν είχε εννοιολογικό περιεχόμενο συμβατό με το φυσικό νόημα της χωρητικότητας, καθώς οι σχετικές γνώσεις τους ήταν επιφανειακές από τα μαθητικά τους χρόνια, εντούτοις απάντησαν αυθόρμητα, στηριζόμενοι κυρίως στις μαθηματικές τους γνώσεις. Επομένως, το εννοιολογικό περιεχόμενο που ενεργοποίησαν είχε ως βάση τα Μαθηματικά και όχι τη Φυσική. Όσοι επέλεξαν ως ορθή απάντηση την β, ήταν ιδιαίτερα αυστηροί στην αξιολόγηση των μαθητών/τριών που θα επέλεγαν την απάντηση γ, ενώ έδειξαν επιείκεια στην επιλογή α. Χαρακτηριστική αιτιολόγηση της βαθμολόγησης ήταν: «Ο μαθητής που επέλεξε το γ δεν αντιλήφθηκε ότι η αλλαγή του V θα επιφέρει αλλαγή στο κλάσμα, ενώ αυτός που επέλεξε το α τουλάχιστον είδε ότι κάτι θα αλλάξει, έστω και ανάλογα αντί αντιστρόφως ανάλογα». Σε αυτή τη φράση φαίνεται η έντονη διεπιστημονική επιρροή της μαθηματικής γνώσης «όταν μεταβάλλεται ο παρονομαστής ενός κλάσματος, τότε μεταβάλλεται αντίστροφα το κλάσμα» που σχετίζεται και με την εξίσωση υπερβολής. Οι ίδιοι/ες μαθητές/τριες έχουν διδαχθεί την εξίσωση υπερβολής $y=a/x$ και τη σχέση υπολογισμού της χωρητικότητας πυκνωτή $C=Q/V$, από διαφορετικής ειδικότητας εκπαιδευτικούς, σε διαφορετικά μαθησιακά πλαίσια. Ωστόσο, η κοινή σημειολογία ανάμεσα στις δύο μαθηματικές γραφές ενδεχομένως δημιουργεί συσχετισμούς. Στο σχήμα 2, που παραθέσαμε παραπάνω, φαίνεται μία λανθασμένη και η ορθή αντιστοίχιση ανάμεσα στις δύο γραφές. Η λανθασμένη αντιστοίχιση προκύπτει από την κοινή σημειολογία των δύο γραφών, η οποία όμως δεν είναι συμβατή με την ορθή αντιστοίχιση. Το σύμβολο C, στο αριστερό μέλος, αντιστοιχίζεται με την ανεξάρτητη μεταβλητή y, που είναι επίσης στο αριστερό μέλος. Το σύμβολο Q αντιστοιχίζεται με τη σταθερά a, ως αριθμητές του κλάσματος. Η μόνη ορθή αντιστοίχιση είναι ανάμεσα στο σύμβολο V και την ανεξάρτητη μεταβλητή x. Όπως φάνηκε από τις απαντήσεις των ερωτώμενων, η σημειολογική αντιστοίχιση (ακόμα και με λανθασμένο τρόπο) επικράτησε ισχυρά έναντι του φυσικού νοήματος, καθώς κανείς δεν αναζήτησε τη φυσική σημασία αλλά και τη σχέση ανάμεσα στα μεγέθη Q και V.

Ένα επιπλέον ζήτημα φαίνεται να προκύπτει από μία διατύπωση του σχολικού βιβλίου της Β΄ Γενικού Λυκείου, Φυσική Γενικής Παιδείας (Αλεξάκης κ.ά. 2013), που σχετίζεται με την αναφορά στο πηλίκο και τον ρόλο της ισότητας, σύμφωνα με την οποία «Χωρητικότητα C ενός πυκνωτή ονομάζεται το μονόμετρο φυσικό μέγεθος που είναι ίσο με το πηλίκο του ηλεκτρικού φορτίου Q του πυκνωτή προς την τάση V του πυκνωτή. $C=Q/V$ » (σελ. 32). Στη βιβλιογραφία διακρίνονται δύο βασικές λειτουργίες του συμβόλου της ισότητας, η σχεσιακή (relational) και η επιτελεστική (operational) (Jones & Pratt 2012, Knuth et al. 2008). Η σχεσιακή ισότητα αφορά στις σχέσεις ισοδυναμίας (το y είναι ίδιο με το x), ενώ η επιτελεστική με το αποτέλεσμα μιας πράξης. Το πηλίκο παραπέμπει σε επιτελεστική ισότητα, με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι η χωρητικότητα είναι το αποτέλεσμα μίας πράξης, εν προκειμένω της διαίρεσης. Ωστόσο, η τιμή του συμβόλου C δεν εξαρτάται από την πράξη Q/V , αφού η χωρητικότητα ενός πυκνωτή έχει νόημα ακόμα και αν δεν υπάρχει τάση και φορτίο στα άκρα του. Αντί του όρου «πηλίκο», θα ήταν πιο δόκιμος ο όρος «λόγος» που παραπέμπει σε σχεσιακή ισότητα και επιβάλλει την αναλογική συσχέτιση του αριθμητή με τον παρονομαστή. Βέβαια, εμφανίζεται το πρόβλημα της απροσδιοριστίας $0/0$, όταν η τάση και το φορτίο είναι 0. Για να αποφευχθεί αυτό το διδακτικό εμπόδιο, αλλά και η σύγχυση που προκαλείται από την λανθασμένη αντιστοίχιση, θεωρούμε ως καταλληλότερη μαθηματική μορφή αυτή του σχήματος 3.



Σχήμα 3: Αλληλεπιδρώντα νοήματα σε επικοινωνούσες (συν)διδασκαλίες Μαθηματικών και Φυσικής



Αντί της σχέσης $C=Q/V$, στους/στις μαθητές/τριες παρουσιάζεται η σχέση $Q=CV$. Έτσι, ανακαλείται από τα Μαθηματικά η εξίσωση $y=ax$. Στο σχολικό βιβλίο των Μαθηματικών της Β΄ Γυμνασίου (Βλάμος κ.ά. 2013), η παράγραφος 3.3 έχει τίτλο «Η συνάρτηση $y=ax$ » και αρχίζει με την υποπαράγραφο «Ποσά ανάλογα - Η συνάρτηση $y=ax$ ». Στην ίδια παράγραφο γίνεται αναφορά σε λόγο και όχι πηλίκο: «Παρατηρούμε ότι στην ευθεία $y=ax$ ο λόγος y/x είναι πάντα σταθερός και ίσος με a , δηλαδή: $y/x=a$, για $x \neq 0$ » (σελ. 68). Αξιοποιώντας τις γνώσεις από την εξίσωση $y=ax$ μπορούμε να περάσουμε στη σχέση $Q=CV$, όπου η κοινή σημειολογία είναι συμβατή με την ορθή αντιστοίχιση. Αυτό είναι σε συμφωνία με το εύρημά μας ότι, στους εκπαιδευτικούς που δεν ενεργοποιήθηκε φυσικό νόημα ενεργοποιήθηκε μαθηματικό νόημα συμβατό με την συγκεκριμένη σημειογραφία. Επομένως, είναι σημαντικό το αυθόρμητο νόημα που ενεργοποιείται να βοηθά στην κατάλληλη μετέπειτα κατασκευή του επιδιωκόμενου φυσικού νοήματος, το οποίο θα εντάσσεται στα σημεία εστίασης της διδασκαλίας. Σε ένα περιβάλλον διεπιστημονικής (συν)διδασκαλίας μπορεί να δοθεί έμφαση στον ρόλο της ανεξάρτητης μεταβλητής x , σε συνδυασμό με την τάση V της μπαταρίας, η τιμή της οποίας είναι ανεξάρτητη από τη χωρητικότητα του πυκνωτή. Παρομοίως, το σύνολο τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής y καθορίζεται από τις τιμές της x , όπως η τιμή του φορτίου Q στις πλάκες ενός πυκνωτή είναι αποτέλεσμα του αιτίου V (τάση που εφαρμόζεται μεταξύ των πλακών του). Βεβαίως, ως αίτιο θεωρήσαμε την τάση που φορτίζει τον πυκνωτή, προκαλώντας την εμφάνιση του φορτίου. Εναλλακτικά, θα μπορούσαμε να είχαμε θεωρήσει ως αίτιο το φορτίο που έχει ο πυκνωτής με αποτέλεσμα την εμφάνιση διαφοράς δυναμικού στις πλάκες του. Ωστόσο, θεωρούμε ότι οι μαθητές ενδεχομένως θα είχαν αναρωτηθεί πώς προέκυψε αυτό το φορτίο στον πυκνωτή (και συνεπώς θα απαιτούνταν περαιτέρω αναφορά στη φόρτιση από επαγωγή) ή πιθανόν να θεωρούσαν ότι ένας πυκνωτής έχει πάντοτε φορτίο στις πλάκες του. Για τον λόγο αυτό, θεωρήσαμε ως V την τάση της μπαταρίας που φορτίζει τον αρχικά αφόρτιστο πυκνωτή. Έτσι, προκύπτει μία επιπλέον αντιστοίχιση που δεν αφορά μόνο τα μεγέθη, αλλά και τις σχέσεις ανάμεσά τους. Δηλαδή, η σχέση ανεξάρτητης-εξαρτημένης μεταβλητής αντιστοιχεί στη σχέση αιτίου-αποτελέσματος. Επιπλέον, στη σχέση $Q=CV$, επιτρέπεται το ζεύγος τιμών $V=0, Q=0$, ανεξάρτητα από την τιμή της C , όπως άλλωστε ισχύει και για κάθε ευθεία με εξίσωση $y=ax$, η οποία διέρχεται από το σημείο $(0,0)$ ανεξάρτητα από την κλίση a .



4. Συμπεράσματα

Στο τρέχον ΑΠΣ, η διαμερισματοποίηση των γνωστικών αντικειμένων δημιουργεί φραγμούς στην επικοινωνία των εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων. Ωστόσο, οι μαθητές/τριες δημιουργούν συσχετισμούς ανάμεσα σε νοήματα που εμφανίζουν παρόμοια σημειολογία. Όταν οι συσχετισμοί αυτοί δεν είναι συμβατοί με την επιστημονική αλήθεια, τότε εμφανίζονται μαθησιακά εμπόδια, τα οποία συχνά δεν αποδίδονται στον λανθασμένο συσχετισμό ανάμεσα στα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, αφού η αναζήτηση των αιτιών στο ένα γνωστικό αντικείμενο γίνεται με αναφορά τη διδακτική του αντικειμένου αποκλειστικά. Για παράδειγμα, αν ένας μαθητής ή μία μαθήτρια εκφράζει την εναλλακτική ιδέα ότι η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι ανάλογη με το φορτίο του, συχνά η αναζήτηση των παραγόντων που δημιούργησαν την εναλλακτική ιδέα περιορίζεται στη διδακτική της Φυσικής. Ακόμα και αν αναζητούνται τα μαθηματικά αίτια, σπάνια θα αναζητηθούν στη διδακτική των Μαθηματικών. Με τη διεπιστημονική προσέγγιση της (συν)διδασκαλίας στα Μαθηματικά και τη Φυσική, αναζητούμε τα αίτια των μαθησιακών εμποδίων, τόσο μέσα από τη διδακτική των Μαθηματικών, όσο και από τη διδακτική της Φυσικής (Moutsios-Rentzos et al. 2017). Η αναζήτηση αυτή προϋποθέτει τη συνεργασία εκπαιδευτικών και από τις δύο ειδικότητες, όπου κάθε ειδικότητα συνεισφέρει από τη δική της οπτική. Συνεπώς, δεν αναφερόμαστε σε ενοποίηση διδακτικών αντικειμένων, αλλά στον από κοινού σχεδιασμό της διδασκαλίας στα σημεία που υπάρχουν σημειωτικές συνεμφανίσεις, οι οποίες αν δεν παρουσιαστούν από κοινού (είτε με παράλληλες διδασκαλίες είτε με συνδιδασκαλία) ενδέχεται να οδηγήσουν σε μαθησιακά εμπόδια και στα δύο γνωστικά αντικείμενα. Στο παραπάνω σχήμα 3 παρουσιάζεται η επιθυμητή κατάσταση διεπιστημονικής προσέγγισης της διδασκαλίας στα Μαθηματικά και τη Φυσική, που μπορεί να δημιουργήσει επικοινωνούντα νοήματα, συμβατά με την επιστημονική ορθότητα.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος έρευνας που συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση» στο πλαίσιο της Πράξης «Η Διδακτική σύνδεση ανάμεσα στα Μαθηματικά και στη Φυσική κατά την μετάβαση από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο: συστημική προσέγγιση της πολλαπλότητας στην έννοια της ισότητας (MIS 5004240)».

5. Βιβλιογραφία

Αλεξάκης, Ν., Αμπατζής, Σ., Γκουγκούσης, Γ., Κουντούρης, Β., Μοσχοβίτης, Ν., Οβαδίας, Σ., Πετρόχειλος, Κ., Σαμπράκος, Μ., Ψαλίδας, Α. Γεωργακάκος, Π., Σκαλωμένος, Α., Σφαρνάς, Ν., & Χριστακόπουλος (2013). *Φυσική Γενικής Παιδείας Β΄ Ενιαίου Λυκείου – Βιβλίο Μαθητή*. Αθήνα: ΙΤΥΕ Διόφαντος.

Βλάμος, Π., Δρούτσας, Π., Πρέσβης, Γ., & Ρεκούμης, Κ. (2013). *Μαθηματικά Β΄ Γυμνασίου – Βιβλίο Μαθητή*. Αθήνα: ΙΤΥΕ Διόφαντος.

Καλαβάσης, Φ., & Κρητικός, Γ. (2017). Η διεπιστημονική καλλιέργεια στην ταυτότητα της σχολικής μονάδας. Στο Α. Κοντάκος & Φ. Καλαβάσης (Επιμ.), *Θέματα Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού* (τ.9, σελ. 55-68), Αθήνα: Διάδραση.

Κρητικός, Γ., & Μούτσιος-Ρέντζος, Α. (2018). Μηχανική των διεπιστημονικών αναστοχασμών στη σχολική μονάδα. Στο Α. Κοντάκος & Φ. Καλαβάσης (Επιμ.), *Θέματα Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού* (τ.10, σελ. 111-126), Αθήνα: Διάδραση.

Μούτσιος-Ρέντζος, Α., Κρητικός, Γ., & Καλαβάσης, Φ. (2017). Διεπιστημονικές αναστοχαστικές διαδρομές ανάμεσα στα μαθηματικά και τη φυσική: σημεία, αντικείμενα, ερμηνευτές και νοήματα. *Πρακτικά 34ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μαθηματικής Παιδείας με Διεθνή Συμμετοχή «Πάντα κατ' αριθμόν γίνονται»*. Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία, Λευκάδα, 03-05 Νοεμβρίου



- Davis, B., & Simmt, E. (2003). *Understanding learning systems: Mathematics education and complexity science*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(2), 137-167.
- Duval, R. (2006). *A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics*. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.
- Jones, I., & Pratt, D. (2012). A Substituting Meaning for the Equals Sign in Arithmetic Notating Tasks. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(1), 2–33.
- Knuth, E.J., Alibali, M.W., Hattikudur, S., McNeil, N.M., & Stephens, A.C. (2008). The Importance of Equal Sign Understanding in the Middle Grades. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 13(9), 514–519.
- Kritikos, G., & Dimitracopoulou, A. (2017). Secondary Students' Analogical Reflections on Unfamiliar Scientific Concepts. *The International Journal of Technologies in Learning*, 24(2), 25–36.
- Moutsios-Rentzos, A., Kritikos, G., & Kalavasis, F. (2017). Functions of operations and operands in school mathematics and physics: a complex interdisciplinary (de)mathematised phenomenology. Workshop held in the context of the International Conference CIEAEM 69, Freie Universität Berlin, 15-19 July.
- Nikitina, S., & Mansilla, V. B. (2003). *Three strategies for interdisciplinary math and science teaching: A case of the Illinois Mathematics and Science Academy*. Cambridge, MA: Project Zero, Harvard University.
- Peirce, C.S. (1981). *Philosophical writings of Peirce Selected and edited with an introduction by Justus Buchler*. New York: Dover.



Διδάσκοντας το 2ο Νόμο του Νεύτωνα μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών: η δομή και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών

Μελπομένη Μαστρογιωργάκη¹, Μιχαήλ Σκουμιός²

¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ²ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η εργασία εστιάζεται στη διερεύνηση της επίδρασης μιας διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας για το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα στη δομή και στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων μαθητών της Α΄ τάξης Λυκείου. Συγκροτήθηκε εκπαιδευτικό υλικό για το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα που εφαρμόστηκε σε 39 μαθητές της Α΄ τάξης Λυκείου. Δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών σε ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική-μαθησιακή ακολουθία. Η ανάλυση των επιχειρημάτων πραγματοποιήθηκε με χρήση κλιμάκων διαβαθμισμένων κριτηρίων που αξιολογούν τη δομή και το περιεχόμενό τους. Διαπιστώθηκε ότι η διδακτική-μαθησιακή ακολουθία συνέβαλε σημαντικά στη βελτίωση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών.

Λέξεις-κλειδιά: ποιότητα επιχειρημάτων, 2^{ος} Νόμος Νεύτωνα, μάθηση Φυσικών Επιστημών

Teaching the Newton's second law through science practices: the structure and the content of students' arguments

Melpomeni Mastrogiorgaki¹, Michael Skoumios²

¹Secondary Education, ²Department of Primary Education, University of the Aegean

Abstract

The study focuses on investigating the effect of a teaching-learning sequence on Newton's 2nd Law to the structure and content of high school students' written arguments. Instructional material on Newton's 2nd Law was developed and was implemented to 39 high school students (15 years old). The research data included students' answers (arguments) to questionnaires both before and after the teaching-learning sequence. Students' arguments were analyzed with the use of rubrics for evaluating the structure and the content of the arguments. It was found that the teaching-learning sequence significantly contributed to improving the structure and the content of students' arguments.

Keywords: quality of arguments, Newton's second law, science learning



1. Εισαγωγή

Η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (science practices), σύμφωνα με το νέο πλαίσιο για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες που έχει προταθεί από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α. (NRC 2012, Schwarz et al. 2016). Ο όρος πρακτικές των Φυσικών Επιστημών αναφέρεται στις πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών καθώς προβαίνουν σε διερευνήσεις και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για την ερμηνεία του φυσικού κόσμου (NGSS Lead States 2013). Μία από τις πρακτικές που έχουν προταθεί για τις Φυσικές Επιστήμες είναι η συγκρότηση επιχειρημάτων που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Με την πρακτική αυτή επιδιώκεται οι μαθητές να ασκηθούν τόσο στην ανάπτυξη τεκμηριωμένων επιχειρημάτων που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία που τους δίνονται ή συλλέγουν οι ίδιοι από διερευνήσεις που διενεργούν, όσο και στην αξιολόγηση επιχειρημάτων (των δικών τους ή των επιχειρημάτων που τους δίνονται) αναγνωρίζοντας τα δυνατά και αδύναμα σημεία τους (NRC 2012). Υποστηρίζεται ότι η εμπλοκή των μαθητών με την πρακτική της επιχειρηματολογίας μπορεί να συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών (Bell & Linn 2000, McNeill & Krajcik 2007, Venville & Dawson 2012), να συμβάλει στην αλλαγή της εικόνας που έχουν σχηματίσει οι μαθητές για τις Φυσικές Επιστήμες (Bell & Linn 2000), καθώς επίσης και στην προαγωγή δεξιοτήτων παραγωγής γραπτού επιστημονικού λόγου (Sampson & Walker 2012).

Για την εκπαίδευση των μαθητών αφενός στη συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων και αφετέρου στην αξιολόγηση των γραπτών επιχειρημάτων τους, στην εργασία αυτή υιοθετήθηκε το μοντέλο επιχειρημάτων των McNeill και Krajcik (2012), σύμφωνα με το οποίο ένα επιχείρημα περιλαμβάνει τέσσερα συστατικά στοιχεία: ισχυρισμό (claim), αποδεικτικά στοιχεία (evidence), συλλογισμό (reasoning) και αντίκρουση (rebuttal). Ο ισχυρισμός είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση. Τα αποδεικτικά στοιχεία είναι τα δεδομένα εκείνα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Ο συλλογισμός συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία χρησιμοποιώντας επιστημονικές αρχές. Η αντίκρουση αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Η ποιότητα ενός επιχειρήματος καθορίζεται τόσο από τη δομή όσο και από το περιεχόμενό του (McNeill & Krajcik 2012). Η δομή ενός επιχειρήματος σχετίζεται με την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών στοιχείων του, ενώ το περιεχόμενο ενός επιχειρήματος σχετίζεται με την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων του όταν αυτά αξιολογούνται σε σχέση με τη σχολική γνώση. Τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων συνιστούν ένα επιπλέον κριτήριο της ποιότητάς τους και σχετίζονται με την πληρότητα και τη συνθετότητα των προτάσεων που συγκροτούνται, τη χρήση του λεξιλογίου και την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων (Σκουμιός & Χατζηνικήτα 2014).

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη των επιχειρημάτων των μαθητών που αφορούν στο 2^ο Νόμο του Νεύτωνα. Οι νόμοι του Νεύτωνα συνιστούν μια σημαντική εννοιολογική περιοχή των Φυσικών Επιστημών (Halloun & Hestenes 1985) και περιλαμβάνονται στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Επιπρόσθετα, από σειρά ερευνών έχει διαπιστωθεί ότι οι μαθητές για αυτήν την εννοιολογική περιοχή χρησιμοποιούν αντιλήψεις διαφορετικές της επιστημονικής γνώσης και της σχολικής της εκδοχής (Thornton & Sokoloff 1998). Ενδεικτικά, αρκετοί μαθητές θεωρούν ότι η σταθερή δύναμη προκαλεί κίνηση με σταθερή ταχύτητα (Trumper & Gorsky 2000).

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που εστιάζονται στη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών καταδεικνύει την αδυναμία τους στη συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές συνήθως διατυπώνουν ισχυρισμούς χωρίς να τους



αιτιολογούν ή στην περίπτωση που τους αιτιολογούν προτείνουν μη επαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία για την τεκμηρίωση των ισχυρισμών τους (Heng, Surif & Seng 2015, Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez & Duschl 2000, McNeill & Krajcik 2012, Moje et al. 2004, Sadler 2004, Sandoval 2003, Songer & Gotwals 2012). Επίσης, σπάνια συμπεριλαμβάνουν συλλογισμούς στα επιχειρήματά τους (Σκουμιός & Χατζηνικήτα 2013, McNeill & Krajcik 2012, Sandoval & Millwood 2005), ενώ αδυνατούν να προβάλλουν αντικρούσεις (McNeill & Krajcik 2012, Zeidler 1997).

Παρά τη σημασία που αποδίδεται στην εμπλοκή των μαθητών με την πρακτική της επιχειρηματολογίας (Driver et al. 2000), είναι περιορισμένες οι έρευνες που διερευνούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών (Sampson et al. 2013). Επίσης, απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζουν στη διακριτή αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών. Επιπρόσθετα, δεν εντοπίζονται έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τους Νόμους του Νεύτωνα στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της συμβολής μίας διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας για το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου. Ειδικότερα, στην εργασία επιδιώκεται να απαντηθούν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- (α) Ποια είναι η συμβολή αυτής της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών;
- (β) Ποια είναι η συμβολή αυτής της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών;

Ερευνητική διαδικασία και δείγμα

Η ερευνητική διαδικασία περιλάμβανε δυο φάσεις. Στην πρώτη φάση (πιλοτική έρευνα) κατασκευάστηκε το ερευνητικό εργαλείο συλλογής των δεδομένων (το ερωτηματολόγιο) και συγκροτήθηκε το εκπαιδευτικό υλικό για το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα. Στη δεύτερη φάση (κύρια έρευνα) εφαρμόστηκε η προβλεπόμενη διδακτική-μαθησιακή ακολουθία και συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο από τους μαθητές πριν και μετά τη διδασκαλία. Στην ερευνητική διαδικασία συμμετείχαν 39 μαθητές της Α΄ τάξης του Λυκείου.

Εκπαιδευτικό υλικό

Το εκπαιδευτικό υλικό για το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα που διαμορφώθηκε βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και με την αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού Interactive Physics. Για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού χρησιμοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006) που περιλαμβάνει πέντε φάσεις: ενεργοποίηση, διερεύνηση, εξήγηση, εφαρμογή και αξιολόγηση. Στη φάση της ενεργοποίησης επιδιώχθηκε η εκμαίευση των αντιλήψεων των μαθητών, η συνειδητοποίηση των μεταξύ τους διαφωνιών και η διατύπωση ερωτημάτων για έρευνα. Στη φάση της διερεύνησης οι μαθητές σχεδίασαν και πραγματοποίησαν διερευνήσεις προκειμένου να απαντήσουν στα ερευνητικά ερωτήματα που είχαν θέσει συλλέγοντας δεδομένα με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού λογισμικού Interactive Physics. Στη φάση



της εξήγησης επιδιώχθηκε οι μαθητές να συγκροτήσουν επιχειρήματα βασισμένα σε αποδεικτικά στοιχεία που συνέλεξαν από τη φάση της διερεύνησης. Στους μαθητές εξηγήθηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται μεταξύ τους (μοντελοποίηση επιχειρήματος), καταδείχθηκε η αναγκαιότητα συγκρότησης επιχειρημάτων και συγκροτήθηκαν και αξιολογήθηκαν επιχειρήματα από τους μαθητές, με την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού. Στη φάση της εφαρμογής οι μαθητές διαπραγματεύτηκαν νέα προβλήματα προκειμένου να ελεγχθεί κατά πόσον ενεργοποιούν συστηματικά τη νέα γνώση. Οι μαθητές ανέπτυξαν επιχειρήματα και τα αξιολόγησαν, με τη βοήθεια πλαισίων αξιολόγησης (αυτο-αξιολόγηση επιχειρημάτων) που τους δόθηκαν. Στη φάση της αξιολόγησης οι μαθητές σύγκριναν τη νέα γνώση με τις αρχικές τους αντιλήψεις με σκοπό τον αυτοέλεγχο και τη συνειδητοποίηση της γνωστικής τους πορείας.

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα ερωτηματολόγιο το οποίο κατασκευάστηκε για τις ανάγκες της έρευνας. Αρχικά δόθηκε σε πέντε μαθητές της Α' τάξης Λυκείου με τους οποίους συζητήθηκαν σημεία που πιθανόν τους δυσκόλευαν. Για τον έλεγχο της εσωτερικής εγκυρότητας το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε δυο ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις. Στην τελική μορφή το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε έξι ερωτήσεις (βλ. Πίνακα 1) οι οποίες δομήθηκαν λαμβάνοντας υπόψιν διαστάσεις του 2ου Νόμου του Νεύτωνα καθώς και τις συνήθεις αντιλήψεις των μαθητών στην εν λόγω εννοιολογική περιοχή όπως αυτές προκύπτουν από τη μελέτη της συναφούς βιβλιογραφίας (ενδεικτικά: Στύλος κ.ά. 2007, DiSessa 1982, Trumper & Gorsky 2000, Viennot 1979). Στο Παράρτημα παρουσιάζεται ενδεικτικά μια ερώτηση του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 1: Αντιστοίχιση ζητημάτων του 2^{ου} Νόμου του Νεύτωνα και ερωτήσεων του ερωτηματολογίου.

Ζητήματα	Ερωτήσεις ερωτηματολογίου
Σχέση συνισταμένης δύναμης και επιτάχυνσης σε σώμα σταθερής μάζας	1 και 6
Σχέση μάζας και επιτάχυνσης όταν η συνισταμένη δύναμη είναι σταθερή	2 και 3
Σχέση εφαρμοζόμενης δύναμης και μεταβολής της κινητικής κατάστασης του σώματος	4
Σχέση συνισταμένης δύναμης και είδους κίνησης του σώματος	5

Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι γραπτές απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών στις ερωτήσεις των ερωτηματολογίων πριν και μετά τη διδασκαλία. Μονάδα ανάλυσης αποτέλεσε η απάντηση του κάθε μαθητή σε κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου.

Για την αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών χρησιμοποιήθηκαν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων (τριών επιπέδων) (Σκουμιός & Χατζηνικήτα 2014) βάσει των οποίων τα συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων αξιολογήθηκαν διακριτά ως προς την επάρκεια (βλ. Πίνακα 2) και την καταλληλότητά τους (βλ. Πίνακα 3).



Πίνακας 2: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (σε επίπεδα) της δομής των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό	Προτείνει ανεπαρκή ισχυρισμό	Προτείνει επαρκή ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές ή συνδέει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές και συνδέει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση	Προτείνει ανεπαρκή αντίκρουση	Προτείνει επαρκή αντίκρουση

Πίνακας 3: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (σε επίπεδα) του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό ή προτείνει ακατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει κατάλληλο ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία ή προτείνει ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Μπορεί να υπάρχουν και μη κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό ή προτείνει ακατάλληλο συλλογισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές ή συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές και συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση ή προτείνει ακατάλληλη αντίκρουση	Προτείνει μερικώς κατάλληλη αντίκρουση	Προτείνει κατάλληλη αντίκρουση

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αξιολόγηση της δομής του ακόλουθου επιχειρήματος μιας μαθήτριας στο μετά-τεστ: «Στα σώματα που έχουν ίδια μάζα η επιτάχυνση επηρεάζεται από τη συνισταμένη δύναμη (πρόταση 1). Από τις μετρήσεις του πίνακα βλέπουμε πως όταν αυξάνεται η δύναμη αυξάνεται και η επιτάχυνση (πρόταση 2). Σύμφωνα με το 2^ο Νόμο του Newton η επιτάχυνση είναι ανάλογη με τη



συνισταμένη δύναμη όταν η μάζα είναι σταθερή και αφού τα σώματα του πίνακα έχουν την ίδια μάζα, η επιτάχυνσή τους επηρεάζεται από τη συνισταμένη δύναμη (πρόταση 3). Η ταχύτητα δεν επηρεάζει την επιτάχυνση γιατί οι τιμές της είναι τυχαίες (πρόταση 4)». Ως προς τη δομή του το επιχειρήμα αυτό περιλαμβάνει: ισχυρισμό (πρόταση 1) ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2), ένα αποδεικτικό στοιχείο (πρόταση 2) και όχι όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που απαιτούνται για την υποστήριξη του ισχυρισμού (επίπεδο 1), συλλογισμό (πρόταση 3) που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και βασίζεται στο 2^ο Νόμο του Νεύτωνα (επίπεδο 2) και αντίκρουση (πρόταση 4) που κρίνεται ανεπαρκής (επίπεδο 1).

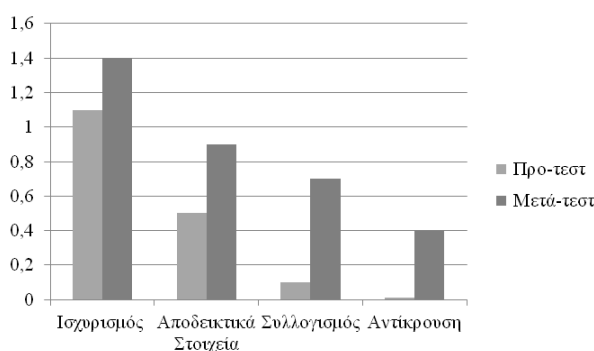
Αφού αναλύθηκαν τα επιχειρήματα των μαθητών, προσδιορίστηκαν οι μέσες τιμές των επιπέδων επάρκειας και καταλληλότητας των συστατικών στοιχείων τους. Για τη μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων μεταξύ των επιπέδων επάρκειας και καταλληλότητας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων πριν και μετά τη διδακτική-μαθησιακή ακολουθία χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Wilcoxon Signed Ranks Test.

3. Αποτελέσματα

Δομή επιχειρημάτων

Από την ανάλυση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας διαπιστώθηκε μια αύξηση στη μέση τιμή των επιπέδων επάρκειας και των τεσσάρων συστατικών στοιχείων τους (βλ. Σχήμα 1). Μάλιστα, διαπιστώθηκε ότι πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας διαφοροποιήθηκαν σημαντικά τα επίπεδα επάρκειας: των ισχυρισμών ($Z=-7,446$, $p<0,001$), των αποδεικτικών στοιχείων ($Z=-7,889$, $p<0,001$), των συλλογισμών ($Z=-9,367$, $p<0,001$) και των αντικρούσεων ($Z=-8,020$, $p<0,001$) των επιχειρημάτων των μαθητών.

Σχήμα 1: Οι μέσες τιμές των επιπέδων επάρκειας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων πριν και μετά τη διδακτική-μαθησιακή ακολουθία.



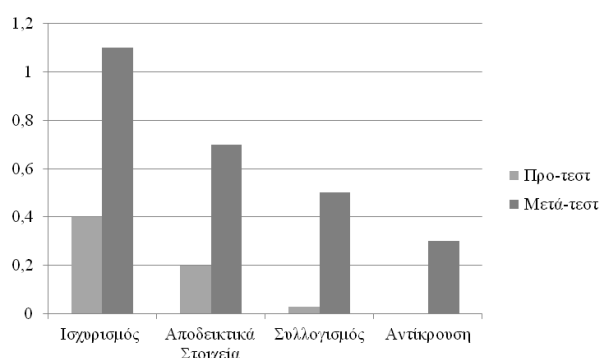
Περιεχόμενο επιχειρημάτων

Από την ανάλυση των επιχειρημάτων, διαπιστώθηκε μια αύξηση στη μέση τιμή των επιπέδων καταλληλότητας των τεσσάρων συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας (βλ. Σχήμα 2). Μάλιστα, προέκυψε ότι



πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας διαφοροποιήθηκαν σημαντικά τα επίπεδα καταλληλότητας: των ισχυρισμών ($Z=-8,784$, $p<0,001$), των αποδεικτικών στοιχείων ($Z=-9,301$, $p<0,001$), των συλλογισμών ($Z=-9,219$, $p<0,001$) και των αντίκρουσεων ($Z=-7,860$, $p<0,001$) των επιχειρημάτων των μαθητών.

Σχήμα 2: Οι μέσες τιμές των επιπέδων καταλληλότητας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων πριν και μετά τη διδακτική-μαθησιακή ακολουθία.



4. Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας τη δομή και το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας, προέκυψε ότι η επάρκεια και η καταλληλότητα των τεσσάρων συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός, αντίκρουση) βελτιώθηκαν σημαντικά. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι είναι εφικτή η βελτίωση της δομής και του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων που ανέπτυξαν οι μαθητές για το 2ο Νόμο του Νεύτωνα μέσω της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας που εφαρμόστηκε.

Η βελτίωση στη δομή των επιχειρημάτων θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε οι οποίες έδιναν τη δυνατότητα στους μαθητές να εμπλακούν με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών, να γνωρίσουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και τον τρόπο με τον οποίο αυτά συνδέονται μεταξύ τους, να αξιολογούν τα επιχειρήματά τους και να τα αναθεωρούν με βάση την αξιολόγηση που είχαν πραγματοποιήσει. Οι παραπάνω διαδικασίες συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (McNeill & Krajcik 2012, McNeill, Lizotte & Krajcik 2005). Επίσης, η βελτίωση του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στην τροποποίηση των αντιλήψεων των μαθητών για τον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα που επήλθε μέσω της εφαρμογής του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε. Η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών αποτελεί ένα κατάλληλο πλαίσιο για ανάπτυξη διδακτικών-μαθησιακών ακολουθιών που μπορούν να συνεισφέρουν στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών (Krajcik et al. 2014, NRC 2012).

Τα ευρήματα της έρευνας υπόκεινται στους περιορισμούς αφενός της επιλογής του δείγματος που δεν ήταν αντιπροσωπευτικό του μαθητικού πληθυσμού και αφετέρου της αποκλειστικής χρήσης του ερωτηματολογίου ως ερευνητικού εργαλείου.



Η έρευνα αυτή επικεντρώθηκε στη σύγκριση των επιχειρημάτων των μαθητών (αναφορικά με τη δομή και το περιεχόμενό τους) πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας. Είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθεί περαιτέρω έρευνα με σκοπό τη μελέτη της εξέλιξης των επιχειρημάτων των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης ώστε να αναδειχθούν οι δραστηριότητες οι οποίες επιδρούν σε σημαντικό βαθμό στη βελτίωση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων τους.

5. Βιβλιογραφία

Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9–19.

Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2013). Η ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών του Δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Θ. Πιερράτος, Σ., Αρτέμη, Χ. Πολάτογλου, & Π. Κουμαράς (Επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου "Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;"* (σελ. 323–330). saph2013.web.auth.gr, 15/02/2017.

Στύλος, Γ., Ευαγγελάκης, Γ., & Κώτσης, Κ. (2007). Αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών επτά τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής. Στο Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, (τ. 5B, σελ. 528–537). Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with Kie. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817.

Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs.

DiSessa, A. A. (1982). Unlearning Aristotelian physics: a study of knowledge-based learning. *Cognitive Science*, 6(1), 37–75.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.

Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043–1055.

Heng, L. L., Surif, J., & Seng, C. H. (2015). Malaysian students' scientific argumentation: Do groups perform better than individuals? *International Journal of Science Education*, 37(3), 505–528.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "Doing Science": argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757–792.

Krajcik, J.S., S. Codere, C. Dahsah, R. Bayer, and K. Mun. (2014). Planning instruction to meet the intent of the Next Generation Science Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2): 157–175.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M, Lovett & S. P (Eds.), *Thinking with Data: The proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.



McNeill, K. L., Lizotte, D. J., & Krajcik, J., (2005, April). Identifying teacher practices that support students' explanation in science. Paper presented at the Annual meeting of the American educational research association, Montreal, Canada.

Moje, E. B., Peek-Brown, D., Sutherland, L. M., Marx, R. W., Blumenfeld, P., & Krajcik, J. (2004). Explaining explanations: Developing scientific literacy in middle-school project-based science reforms. In D. Strickland & D. E. Alvermann (Eds.), *Bridging the gap: improving literacy learning for preadolescent and adolescent learners in grades* (pp. 4–12). New York: Carnegie Corporation.

NGSS Lead States, (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.

Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas: Writing to learn by learning to write in science. *Science Education*, 97(5), 643–670.

Sampson, V., & Walker, J. P. (2012). Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate students write to learn by learning to write in chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1443–1485.

Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5–51.

Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23–55.

Songer, N. B., & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141–165.

Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. J. (Eds.) (2016). *Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices*. Arlington: National Science Teachers Association Press.

Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: the force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66(4), 338–352.

Trumper, R., & Gorsky, P. (2000). A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Physics Education*, 31(4), 227–236.

Venville, G. J., & Dawson, V. (2012). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952–977.

Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205–221.

Zeidler, D. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81(4), 483–496.

6. Παράρτημα

Ενδεικτική ερώτηση που περιλαμβάνεται στο ερωτηματολόγιο (Ερώτηση 1)



Η Ιωάννα θέλει να μάθει τι επηρεάζει την επιτάχυνση που αποκτά ένα σώμα. Διάβασε ότι η επιτάχυνση ενός σώματος επηρεάζεται από τη συνισταμένη δύναμη που ενεργεί σε αυτό και από τη μάζα του. Επίσης, βρήκε τον παρακάτω πίνακα από μετρήσεις που είχαν γίνει.

Σώμα	Επιτάχυνση	Μάζα (Kg)	Συνισταμένη δύναμη (N)	Ταχύτητα (m/s)
A	Πολύ μικρή	4	2	2
B	Μικρή	4	4	3,2
Γ	Μεσαία	4	6	1
Δ	Μεγάλη	4	8	8
E	Πολύ μεγάλη	4	10	2,4

Η Ιωάννα και οι συμμαθητές της χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές της έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το τι επηρεάζει την επιτάχυνση που αποκτούν διάφορα σώματα που έχουν ίδια μάζα.

Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε η Ιωάννα για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή της: «Τι επηρεάζει την επιτάχυνση που αποκτούν διάφορα σώματα που έχουν την ίδια μάζα;»

Όταν γράφεις την απάντησή σου προς την Ιωάννα, μην ξεχάσεις: (α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και (β) να πείσεις την Ιωάννα και τους συμμαθητές της ότι η δική σου απάντηση είναι ορθή και ότι οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.



Ανιχνεύοντας εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου, με κατ' οίκον εργασίες

Αναστάσιος Μολοχίδης¹, Ελένη Πετρίδου², Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης¹
¹Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ. ²Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένας τρόπος για την ανίχνευση εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών μέσα από την εισαγωγή τους σε διερευνητικές δραστηριότητες, σε κατ' οίκον εργασίες. Εφαρμόζοντας τη διδακτική στρατηγική της έγκαιρης διδασκαλίας και το μοντέλο του συνεχούς της διερεύνησης σχεδιάστηκαν 9 φύλλα εργασίας (ΦΕ) που καλύπτουν τον Ηλεκτρισμό της Β' Λυκείου. Οι μαθητές, ενεπλάκησαν ενεργά με μικρά και ευέλικτα ΦΕ, εκτός του σχολικού ωραρίου, χρησιμοποιώντας ευρέως διαδεδομένες διαδικτυακές προσομοιώσεις. Με τις απαντήσεις τους στα ΦΕ αφ' ενός προετοιμάστηκαν ενεργά για την επικείμενη διδασκαλία και αφ' ετέρου ανιχνεύτηκαν εναλλακτικές αντιλήψεις τους, που μπορούν να αποτελέσουν σημεία διδακτικής παρέμβασης.

Λέξεις κλειδιά: έγκαιρη διδασκαλία, συνεχές της διερεύνησης, κατ' οίκον εργασία, προσομοιώσεις.

Detecting alternative conceptions of Lyceum students during homework

Anastasios Molohidis¹, Eleni Petridou², Evripidis Hatzikraniotis¹

¹Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki, ²Experimental School of Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

This paper negotiates a way to detect pupils' alternative conceptions through their introduction to inquiry activities, during homework. Implementing the didactic strategies of just in time teaching and the model of the inquiry continuum, 9 worksheets (WS) were designed to cover up the chapter of Electricity in the 2nd class of Lyceum. Students were actively involved with small and flexible WS, in homework, using common simulations. Their responses to the WSs were for them a preparation for the upcoming teaching, and, for their teacher, a way to detect their alternative conceptions, which could be crucial points of teaching intervention.

Keywords: just in time teaching, inquiry continuum, homework, simulations.



1. Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία διασταυρώνονται δύο διδακτικές στρατηγικές: η έγκαιρη διδασκαλία (just-in-time teaching, JiTT), που αφορά την έγκαιρη εμπλοκή των μαθητών (timing) και της διερευνητικής μάθησης, που αφορά τον τρόπο εμπλοκής των μαθητών (engagement).

Η έγκαιρη διδασκαλία (just-in-time teaching, JiTT) είναι μια διδακτική στρατηγική, που χρησιμοποιεί στοχευμένες εργασίες των μαθητών στο σπίτι, ως προετοιμασία για την επικείμενη διδασκαλία στην τάξη, με στόχο την ενίσχυση των κινήτρων των μαθητών και την ενθάρρυνσή τους στη διαδικασία της μάθησης (Gavrin 2010, Novak et al. 1999, Novak et al. 2010). Οι δραστηριότητες του JiTT είναι σχεδιασμένες ώστε να προωθούν την εννοιολογική αλλαγή (Whalley 2013). Έτσι, κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες προετοιμάζουν τη διαχείριση της νέας γνώσης, τη συσχέτισή της στις υπάρχουσες γνωστικές δομές και, πιθανόν, την τροποποίησή τους σε περίπτωση που αποτελούν εναλλακτικές αντιλήψεις και επιλεγεί η γνωστική σύγκρουση για την αντιμετώπισή της. Συνεπώς, πέραν της ανίχνευσης πιθανών δύσκολων σημείων της νέας, υπό διαπραγμάτευση, γνώσης, προετοιμάζεται το έδαφος για την αντιμετώπιση εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, είτε αυτές είναι καινοφανείς στην, υπό διαπραγμάτευση, νέα γνώση, είτε εμμένουσες σε ήδη διδαχθείσα γνώση, ώστε, με κατάλληλες, επί τούτοις, διδακτικές παρεμβάσεις, να γίνει η διαχείριση της νέας γνώσης πιο αποδοτικά. Για να γίνει αυτό εφικτό, οι μαθητές συμμετέχουν σε, σχετικές με την υπό διαπραγμάτευση γνώση, προπαρασκευαστικές ασκήσεις/εργαστήρια (warm-ups), συνήθως στο σπίτι τους, ως κατ' οίκον εργασίες (Cashman et al. 2003). Ο διδάσκων ενημερώνεται για τις απαντήσεις των μαθητών, και, αν οι ερωτήσεις στις δραστηριότητες είναι κατάλληλα σχεδιασμένες, μπορεί να ανιχνεύσει εναλλακτικές αντιλήψεις. Η διαδικασία αυτή τον βοηθάει στο να έχει ένα πιο ομογενοποιημένο ακροατήριο ως προς την επικαιρότητα της υπό διαπραγμάτευση γνώσης, που θα αποτελέσει τη βάση για την εποικοδόμηση της νέας γνώσης (Abreu et al 2014), επικεντρώνοντας ταυτόχρονα τη διδασκαλία του σε κρίσιμα, για τη διαχείριση της νέας γνώσης, σημεία.

Η διερευνητική μάθηση είναι μια διδακτική στρατηγική όπου οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και πρακτικές παρόμοιες με τις αντίστοιχες επιστημονικές, με στόχο την οικοδόμηση της γνώσης (Keselman 2003). Έρευνες αναδεικνύουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις στη διερεύνηση: τη «διερεύνηση ως μέσο» για μάθηση, δηλαδή ως διδακτική πρόταση, και τη «διερεύνηση ως σκοπό», για ανάπτυξη δεξιοτήτων, δηλαδή οι μαθητές να αποκτήσουν την ικανότητα να σκέφτονται και να ενεργούν με τρόπους που σχετίζονται με την επιστημονική έρευνα (Abd-El-Khalick et al. 2004). Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό καθώς ο διδάσκων παρέχει στους μαθητές του εμπειρίες με σταδιακά μειούμενη υποστήριξη, από την πλήρως καθοδηγούμενη, που στηρίζεται στη μεταφορά της γνώσης, με την πολύ υποστήριξη έως την ανοιχτή διερεύνηση με την ελάχιστη έως καθόλου υποστήριξη, βοηθώντας έτσι τους μαθητές να φτάνουν σε συμπεράσματα μόνοι τους (Eick et al. 2005). Έτσι η διερευνητική προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί ως μια εξέλιξη, ένα συνεχές (inquiry continuum), από την τελείως καθοδηγούμενη από τον διδάσκοντα διαδικασία στην καθοδηγούμενη από τον μαθητή διαδικασία, δίνοντας έμφαση έτσι στην ενεργό συμμετοχή του μαθητευόμενου και στην υπευθυνότητά του να ανακαλύπτει νέα γνώση (de Jong & van Joolingen 1998).

Στην παρούσα εργασία, επιχειρούμε την εισαγωγή μαθητών Λυκείου σε διερευνητικού τύπου δραστηριότητες, μέσα από κατ' οίκον εργασίες, με στόχο την προετοιμασία τους για το επερχόμενο μάθημα και την ανάδειξη εναλλακτικών αντιλήψεων. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε μια σειρά 9 φύλλων εργασίας (ΦΕ), στη γνωστική περιοχή του Ηλεκτρισμού της Β' Λυκείου. Κάθε ΦΕ περιέχει 2 έως 3 πειραματικές δραστηριότητες στα πρότυπα του συνεχούς της διερεύνησης. Τα ΦΕ χρησιμοποιούν διαδεδομένες ιστοσελίδες με προσομοιώσεις (πχ. phet.colorado.edu, www.seilias.gr), μιας και περιέχουν εφαρμογές που «τρέχουν» στα περισσότερα υπολογιστικά περιβάλλοντα, που, στη συγκεκριμένη



περίπτωση, αποτελούν το ενδεδειγμένο όχημα για την εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες έγκαιρης διδασκαλίας και διερεύνησης (Cashman et al. 2003).

2. Μεθοδολογία

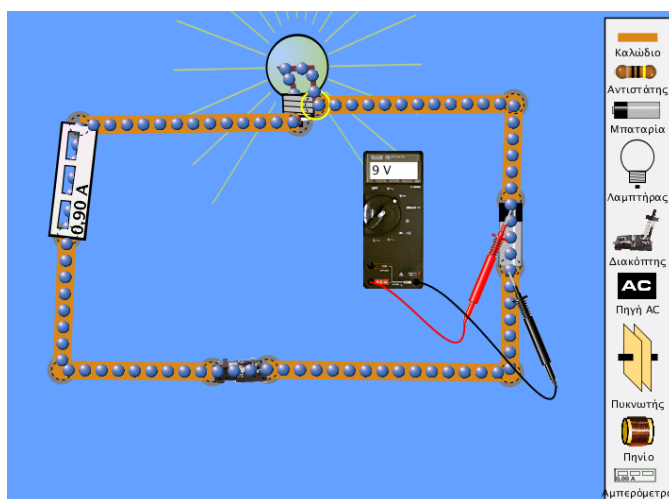
A. Σχεδίαση και ανάπτυξη των Φύλλων Εργασίας

Ο σχεδιασμός των ΦΕ ακολούθησε το μοντέλο του συνεχούς της διερεύνησης (inquiry continuum) (Blanchard et al. 2010, Hackling 1998), όπως παρουσιάζεται σε προηγούμενη εργασία (Χατζηκρανιώτης κ.α. 2017). Τα διάφορα στάδια ανάπτυξης των διερευνητικών δραστηριοτήτων ομαδοποιούνται σε 5 διακριτές φάσεις (προσανατολισμός, σχεδίαση της έρευνας, πειραματική διαδικασία, διαχείριση μετρήσεων, συμπεράσματα) και αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη της καθεμιάς δραστηριότητας στα ΦΕ.

Έτσι σε κάθε ΦΕ, αναπτύχθηκαν 2 ή 3 δραστηριότητες, όπου η 1^η ήταν πάντα του ίδιου επιπέδου διερεύνησης (δομημένη), ενώ η 2^η και, στα ΦΕ που υπήρχε η 3^η, ήταν ανώτερων επιπέδων διερεύνησης (καθοδηγούμενες).

Τα ΦΕ που αναπτύχθηκαν ήταν *μικρής έκτασης* (δηλ. το πολύ δισέλιδα ανά δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένου του χώρου για την ανάπτυξη της απάντησης) και *ευέλικτα* (με την έννοια της περιορισμένης χρονικής απαίτησης) και είχαν ως στόχους την εισαγωγή των μαθητών στο νέο γνωστικό αντικείμενο (προσανατολισμός), την ανίχνευση σχετικών εναλλακτικών αντιλήψεών τους και την εισαγωγή τους στις αρχές της διερεύνησης, αξιοποιώντας την κατ' οίκον εργασία. Για την εμπλοκή των μαθητών στις δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκαν, ως όχημα, διαδεδομένες διαδικτυακές προσομοιώσεις, εύκολα προσβάσιμες, που μπορεί κανείς εύκολα να «τρέξει» από τον υπολογιστή του, χωρίς ιδιαίτερες υπολογιστικές και λοιπές απαιτήσεις (πχ. www.seilias.gr, phet.colorado.edu κλπ), δίνοντας όμως ταυτόχρονα τη δυνατότητα παραμετροποίησης και κατασκευής κυκλωμάτων, στοιχεία απαραίτητα για την εφαρμογή διερευνητικών δραστηριοτήτων. Στην εικόνα 1 διακρίνεται η ζητούμενη συνδεσμολογία από τους μαθητές στο περιβάλλον του phet.colorado.edu στα πλαίσια του 1^{ου} Φύλλου Εργασίας: Ηλεκτρικό κύκλωμα.

Εικόνα 1. Κατασκευή ηλεκτρικού κυκλώματος στο 1^ο ΦΕ





B. Το πλαίσιο – δείγμα

Τα 9 ΦΕ εφαρμόστηκαν σε 47 μαθητές Β' Λυκείου, σε Πειραματικό Σχολείο της Θεσσαλονίκης. Οι μαθητές ήταν ισομερώς κατανομημένοι στα δύο φύλα και συμμετείχαν στη διαδικασία εμπλεκόμενοι ατομικά με τα ΦΕ ως κατ' οίκον εργασία, δηλαδή εκτός του σχολικού ωραρίου. Στα ΦΕ οι μαθητές διερευνούν προβλήματα και, προσπαθώντας να τα προσεγγίσουν, προετοιμάζονται για τις έννοιες και τα φαινόμενα, που πρόκειται να διαχειριστεί ο καθηγητής στην επόμενη διδασκαλία. Στα ΦΕ υπήρχαν κατάλληλα διαμορφωμένες ερωτήσεις, που επιζητούσαν τη διατύπωση αιτιολογημένης άποψης εκ μέρους των μαθητών, ώστε να αναδεικνύονται οι πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις που έχουν. Το κάθε ΦΕ δινόταν την 2^η εβδομαδιαία ώρα της Φυσικής (πχ. κάθε Πέμπτη) και συζητείτο στην εισαγωγή και διαπραγμάτευση της νέας γνώσης από τον διδάσκοντα, στην επόμενη ώρα Φυσικής (πχ. κάθε Τρίτη). Ο διδάσκων είχε τον χρόνο να σαρώσει τις απαντήσεις των μαθητών, να διαπιστώσει πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις και να ενσωματώσει στη διδασκαλία του κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις.

Τα ΦΕ καλύπτουν όλη την ύλη του Ηλεκτρισμού της Β' Λυκείου: 1) Ηλεκτρικό κύκλωμα, 2) Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, 3) 1ος κανόνας Kirchhoff, 4) 2ος κανόνας Kirchhoff, 5) Αντίσταση και Νόμος του Ohm, 6) Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός αντιστάτη, 7) Σε σειρά συνδεσμολογία αντιστατών, 8) Παράλληλη συνδεσμολογία αντιστατών και 9) Ο ρόλος της μπαταρίας.

Γ. Ερευνητικό ερώτημα

Σε προηγούμενη εργασία (Μολοχίδης κα, 2018) δείξαμε ότι τα διερευνητικά ΦΕ, στη θέση της κατ' οίκον εργασίας, δημιουργούν κατάλληλο περιβάλλον για την εμπλοκή των μαθητών σε πειραματικές δραστηριότητες με προσομοιώσεις. Στην παρούσα εργασία, διερευνούμε κατά πόσο τα διερευνητικά ΦΕ μπορούν να οδηγήσουν στην εξωτερίκευση και εφαρμογή των γνώσεων των μαθητών που μέχρι τώρα κατέχουν στο γνωστικό πεδίο του Ηλεκτρισμού. Το ερευνητικό ερώτημα είναι *αν τα διερευνητικά ΦΕ είναι κατάλληλα για την ανάδειξη εναλλακτικών αντιλήψεων που εμμένουν*.

Η συλλογή των δεδομένων έγινε από τις συμπληρωμένες απαντήσεις στα ΦΕ σε κατάλληλα διατυπωμένες ερωτήσεις πρόβλεψης, ώστε να αναδεικνύουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, αλλά και αναστοχασμού, ώστε να ανιχνεύεται κατά πόσο οι μαθητές αλλάζουν άποψη μετά την εμπλοκή τους με την προτεινόμενη δραστηριότητα. Έτσι ελέγχθηκαν τα ΦΕ ως προς την ορθότητα των απαντήσεων που δόθηκαν και καταγράφηκαν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών που εμμένουν στη Β' Λυκείου, παρόλο που είχαν αντιμετωπισθεί στην ύλη της Γ' Γυμνασίου.

3. Αποτελέσματα

Από πρώτη ανάγνωση των ΦΕ προκύπτει ότι όντως σε αρκετές περιπτώσεις οι μαθητές είχαν ακόμα εναλλακτικές αντιλήψεις. Ενδεικτικά θα αναφέρουμε εδώ τις εναλλακτικές αντιλήψεις που καταγράφηκαν στο 1^ο και στο 8^ο ΦΕ.

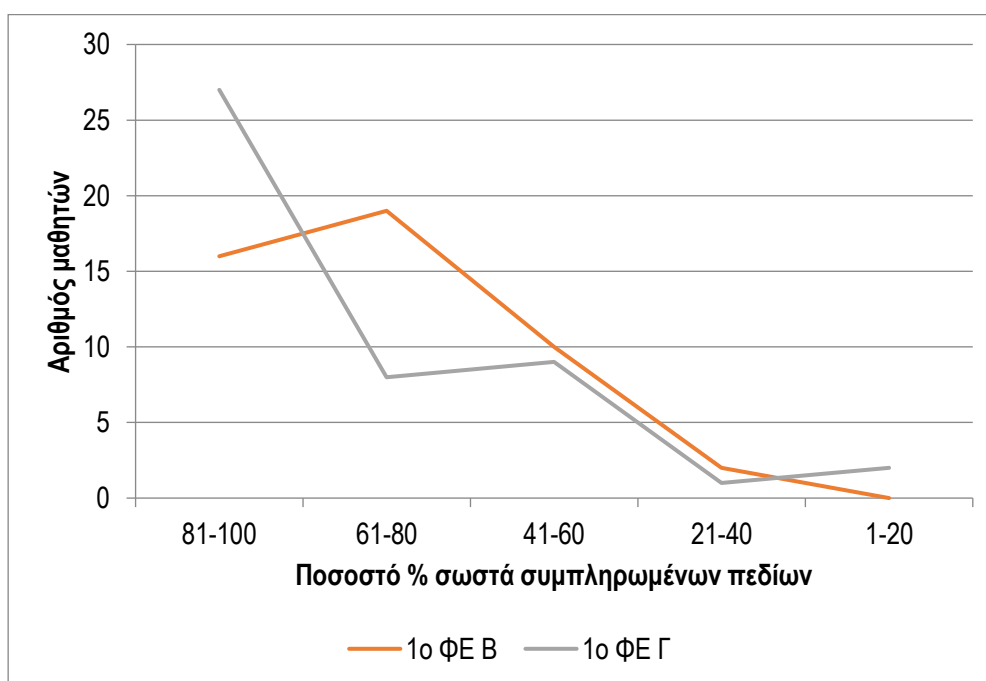
Έτσι στη Β δραστηριότητα του 1^{ου} ΦΕ και στο ερώτημα / πρόβλεψη: «*Πώς νομίζεις ότι συμπεριφέρονται τα ηλεκτρόνια, ως προς την κίνησή τους, μέσα στα αγωγίμα καλώδια κατά τη διάρκεια που ο διακόπτης του κυκλώματος είναι ανοικτός και πώς όταν ο διακόπτης κλείνει;*» σημαντικός αριθμός μαθητών εξέφρασαν την εναλλακτική αντίληψη, ότι σε ανοικτό κύκλωμα τα ηλεκτρόνια είναι ακίνητα. Έτσι, όπως φαίνεται στο σχήμα 1 (κόκκινη γραμμή) τα σωστά απαντημένα πεδία στη Β δραστηριότητα ήταν σημαντικά περιορισμένα (μόνον 16/47 μαθητές, 34%, κινήθηκαν σε σωστές απαντήσεις σε >80% ποσοστό πεδίων). Από αυτούς οι μισοί, εμπλεκόμενοι με την προτεινόμενη δραστηριότητα, αλλάζουν



άποψη και μάλιστα στον, επιβαλλόμενο για τα διερευνητικά ΦΕ, αναστοχασμό, αναγνωρίζουν την εναλλακτική αντίληψή τους.

Στην Γ δραστηριότητα του 1^{ου} ΦΕ και στο ερώτημα / πρόβλεψη: «Ποια από τα παρακάτω πιστεύεις ότι προσφέρει μια μπαταρία (ηλεκτρική πηγή) σε ένα κύκλωμα;», με επιλεγόμενες απαντήσεις: ηλεκτρονία / ενέργεια / ηλεκτρόνια και ενέργεια, αρκετοί μαθητές εξέφρασαν την εναλλακτική αντίληψη ότι η μπαταρία συνεισφέρει ηλεκτρόνια σε ένα κύκλωμα. Έτσι, όπως φαίνεται στο σχήμα 1 (πράσινη γραμμή) τα σωστά απαντημένα πεδία στη Γ δραστηριότητα ήταν περιορισμένα (27/47 μαθητές, 57%, κινήθηκαν σε σωστές απαντήσεις σε >80% ποσοστό πεδίων). Από αυτούς οι μισοί, παρόλο την εμπλοκή τους με σχετική δραστηριότητα, αναδεικνύουν την σχετική εναλλακτική αντίληψη, ότι δηλαδή η μπαταρία συνεισφέρει με ηλεκτρόνια σε ένα κύκλωμα, ως ριζικά αποτυπωμένη.

Σχήμα 1. Αριθμός των μαθητών ως προς το ποσοστό των σωστά συμπληρωμένων πεδίων στο 1^ο ΦΕ.



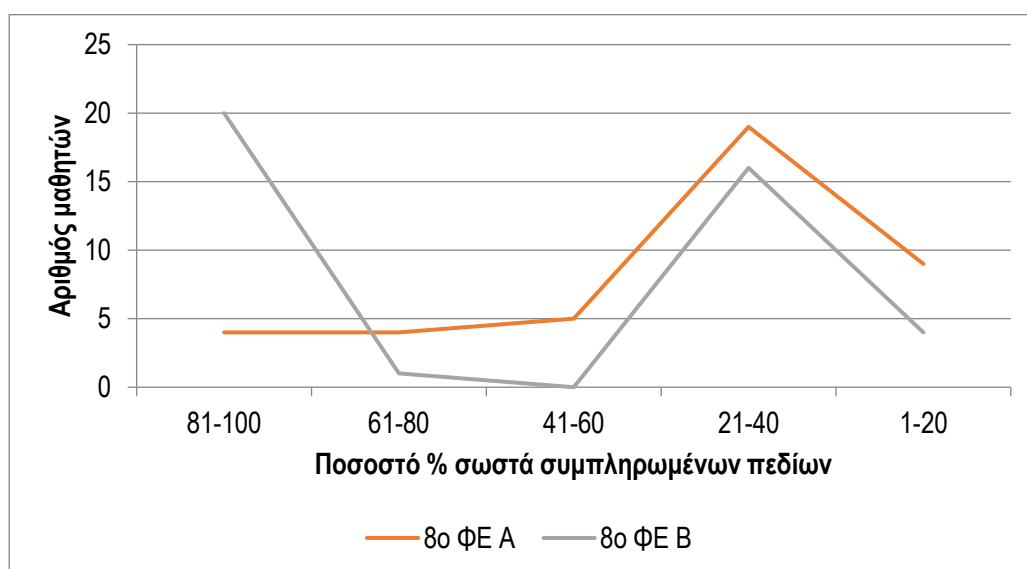
Στην Α δραστηριότητα του 8^{ου} ΦΕ και στην προτροπή, στα πρότυπα μιας καθοδηγούμενης διερεύνησης, να σχεδιάσουν ένα πείραμα για να ελέγξουν την υπόθεσή τους «πώς ελέγχεται ένα κλειστό κύκλωμα παράλληλα συνδεδεμένων λαμπών, ώστε η φωτοβολία κάθε λαμπτήρα να ρυθμίζεται αυτόνομα;» η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών (36/41, 88%) δεν έχουν κατανοήσει ακόμα τον ρόλο του διακόπτη σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (σχήμα 2 - κόκκινη γραμμή). Έτσι πολλοί σχεδιάζουν μόνον ένα διακόπτη για όλο το κύκλωμα (25/41, 61%), ενώ κάποιοι άλλοι θέλουν τους διακόπτες αποκλειστικά ανά κλάδο παράλληλης συνδεσμολογίας.

Στην Β δραστηριότητα του 8^{ου} ΦΕ και στο ερώτημα / πρόβλεψη: «Σε κλειστό κύκλωμα δύο λαμπών συνδεδεμένων παράλληλα προσθέτω τρίτη λάμπα επίσης συνδεδεμένη παράλληλα. Τι συμβαίνει στη φωτοβολία των λαμπών τώρα; Θα εξακολουθήσουν να φωτοβολούν το ίδιο;» οι μισοί μαθητές (21/41, 51%) δίνουν λάθος απάντηση εκφράζοντας την εναλλακτική αντίληψη περί κατανάλωσης της ενέργειας (σχήμα 2 - πράσινη γραμμή).



Να σημειωθεί εδώ, ότι και οι 4 παραπάνω αναφερόμενες εναλλακτικές αντιλήψεις διαχειρίζονται στην ύλη του κεφαλαίου του Ηλεκτρισμού στην Γ' Γυμνασίου, σε αντίστοιχα κεφάλαια.

Σχήμα 2. Αριθμός των μαθητών ως προς το ποσοστό των σωστά συμπληρωμένων πεδίων στο 8^ο ΦΕ.



4. Συμπεράσματα

Από την ενδεικτική παράθεση των παραπάνω αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η δημιουργία μικρών και ευέλικτων ΦΕ, βασισμένων σε σχεδιαστικές αρχές του συνεχούς της διερεύνησης, όταν χρησιμοποιούνται ως κατ' οίκον προετοιμασία για επικείμενη διδασκαλία, ανοίγουν το δρόμο για δημιουργική ενασχόληση των μαθητών εκτός σχολείου και αναδεικνύονται εναλλακτικές αντιλήψεις που έχουν αντιμετωπισθεί σε μικρότερες ηλικίες αλλά εξακολουθούν να εμμένουν. Τα οφέλη είναι τόσο γνωστικά - εννοιολογικά, μιας και πολλοί μαθητές εμπλεκόμενοι στις δραστηριότητες επαναξιολογούν τις αποκτηθείσες από μικρότερη τάξη γνώσεις τους, αντιλαμβάνονται και διορθώνουν τα λάθη τους, όσο και διδακτικά, μιας και ο διδάσκων αφ' ενός έχει πιο ομογενοποιημένο ακροατήριο, σε σχέση με τα προαπαιτούμενα για την υπό διαπραγμάτευση νέα γνώση και αφ' ετέρου, διαπιστώνοντας εναλλακτικές αντιλήψεις στα ΦΕ, τροποποιεί την διδακτική του παρέμβαση με στόχο την κατανόηση των «δύσκολων» εννοιών.

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή υποστηρίχθηκε οικονομικά από το έργο «Μελέτη της ανάπτυξης όψεων του επιστημονικού εγγραμματισμού μαθητευομένων σε συνθήκες τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης με τη χρήση διαδικτυακών εικονικών εργαστηρίων και την αξιοποίηση γεωγραφικών δεδομένων» (κωδ. MIS/ΟΠΣ 5002552), που εντάσσεται στη «Δράση Στρατηγικής Ανάπτυξης Ερευνητικών & Τεχνολογικών Φορέων» του προγράμματος ΕΠΑνΕΚ 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από το ΕΤΠΑ.



5. Βιβλιογραφία

Μολοχίδης Α., Πετρίδου Ε., Χατζηκρανιώτης Ε. (2018). Εισάγοντας μαθητές Λυκείου σε διερευνητικές δραστηριότητες μέσα από κατ' οίκον εργασίες. Στο Στ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 11ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, σ. 447, ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018, ISBN: 978-618-83186-2-5

Χατζηκρανιώτης Ε., Μολοχίδης Α. (2017). Εισάγοντας μαθητές Γυμνασίου σε πειραματικές διερευνητικές δραστηριότητες. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (2017). *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, σελ. 689. Ρέθυμνο, ISBN 978-960-86978-3-6

Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., Tuan, H.-I., (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88 (3), 397–419.

Abreu L. & Knouse S. (2014). Just-in-Time Teaching: A Tool for Enhancing Student Engagement in Advanced Foreign Language Learning. *The Journal of Effective Teaching*, 14(2), 49-68.

Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V., Annetta, L. A., & Granger, E. M., (2010). Investigating the relative effectiveness of guided inquiry and traditional, didactic laboratory instruction: Is inquiry possible in light of accountability? *Science Education*, 94 (4), 577–616.

Cashman E. & Eschenbach E. (2003) Active Learning with Web Technology – Just in Time! *Proceedings of 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education, Conference Paper*, doi: 10.1109/FIE.2003.1263352.

de Jong, T., & van Joolingen, W. R., (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179–202. doi:10.2307/1170753.

Eick, C., Meadows, L., & Balkcom, R., (2005). Breaking into inquiry: Scaffolding supports beginning efforts to implement inquiry in the classroom. *The Science Teacher*, 72(7), 49–53.

Gavrin A., Using just-in-time teaching in the physical sciences (2010) in S. Simkins & M. Maier (eds) *Just-in-Time Teaching: Across the disciplines, across the academy*, Stylus publ.

Hackling M. W., (1998). *Working Scientifically: Implementing and assessing open investigation work in Science*. Western Australia: Education Department of W.A., p. 2.

Keselman, A., (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 898–921. doi:10.1002/tea.10115.

Novak G. & Patterson E. (2010) An Introduction to Just-in-Time Teaching in S. Simkins & M. Maier (eds) *Just-in-Time Teaching: Across the disciplines, across the academy*, Stylus publ.

Novak G, Patterson E., Gavrin A., and Christian W. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Whalley, WB, (2013). Teaching with assessment, feedback and feedforward: using 'pre-flights' to assist student achievement, in *For the love of learning, Innovations from outstanding university teachers*, Bilham, T (Ed), Palgrave Macmillan, 97-102.



Η ερμηνεία του ρόλου του νερού στη διάλυση από μαθητές Στ΄ Τάξης Δημοτικού

Παρασκευή Νταλαούτη, Γεώργιος Τσαπαρλής

Α/θμια Εκπαίδευση Ιωαννίνων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Μαθητές Στ΄ τάξης δημοτικού σχολείου ερμηνεύουν το ρόλο του νερού στη διάλυση συζητώντας σε μικρές ομάδες, αφού πρώτα έχουν διδαχθεί ένα στοιχειώδες σωματιδιακό μοντέλο. Στην αρχή των συζητήσεων χρησιμοποιούν εναλλακτικές απόψεις για το ρόλο του νερού. Ωστόσο, η χρήση σωματιδιακών ιδεών για την ερμηνεία μιας σειράς φαινομένων, που σχετίζονται με τη διάλυση, βοηθά τους μαθητές να θεωρήσουν δραστικό τον ρόλο του νερού στη διάλυση. Τα μόρια του νερού διασπούν τη διαλυμένη ουσία επειδή είναι μικρά και ευκίνητα ή επειδή της δίνουν ενέργεια χτυπώντας την ή ωθώντας την. Προτείνουμε σαφή διδασκαλία αλληλεπίδρασης μορίων διαλύτη και διαλυμένης ουσίας.

Λέξεις κλειδιά: διάλυση, σωματιδιακό μοντέλο, αλληλεπίδραση, μικρές ομάδες μαθητών

The explanation of the water's role in the dissolution by sixth grade primary students

Paraskevi Ntalaouti, Georgios Tsaparlis

Primary Education of Ioannina, University of Ioannina

Abstract

Sixth-grade primary school students explain the water's function in dissolution discussing in small groups, after they had been taught a basic particle model. They start the discussion using alternative points of view for the water's role. However, the use of particle ideas for the explanation of a series of phenomena related to dissolution, helped the students to consider the water's role drastic in dissolution. The water's molecules split the dissolved substance because they are small and agile or because they give energy by beating or pushing it. We suggest detailed teaching of the interaction between solvent and dissolved substance molecules.

Keywords: dissolution, particle model, interaction, small groups of students.



1. Εισαγωγή

Η δομή και η σύνθεση της ύλης (σωματιδιακή δομή), μαζί με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες και αλλαγές και την διατήρηση ύλης, αποτελούν τις κεντρικές ιδέες για την ύλη (Hadenfeldt et al. 2016, Merritt & Krajcik 2013). Τα σωματιδιακά μοντέλα της ύλης είναι κεντρικά στις επιστημονικές κατανοήσεις των μαθητών σε μια ευρεία περιοχή θεμάτων (National Research Council [NRC] 2012), Stevens et al. 2009) μπορούν να ενοποιήσουν τα ποικίλα φαινόμενα και να αναπαριστούν, προβλέπουν και εξηγούν άλλα, δίνοντας απλότητα και οικονομία στα προγράμματα (Βλάχος & Κόκκοτας 2000, Νταλαούτη & Τσαπαρλής 2016, Lee et al. 1993). Οι σωματιδιακές όψεις δυσκολεύουν τους μαθητές, οι οποίοι δεν δίνουν υπομικροσκοπικές εξηγήσεις σε ατομικό, ιοντικό και μοριακό επίπεδο, ακόμα κι αν τις έχουν διδαχθεί (Slone & Bokhurst 1992), δεν χρησιμοποιούν αυθόρμητα τις έννοιες του ατόμου και του μορίου στην εξήγηση φαινομένων (de Vos & Vendronk 1987) και διατηρούν συνεχή παρά σωματιδιακά μοντέλα της ύλης (Ben-zvi et al. 1988). Επίσης δεν χρησιμοποιούν με συνέπεια τις γνώσεις τους για να εξηγήσουν τις ιδιότητες ή τις διαδικασίες (Nakhleh et al. 2005) ούτε χρησιμοποιούν σωματιδιακές ιδέες σε νέα περιβάλλοντα (Skamp 1999).

Τα ερμηνευτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν μαθητές για τη διάλυση, που αναφέρονται στη σχετική βιβλιογραφία (Χατζηνηκίτα 1995), είναι μη διατήρηση, διατήρηση/υγροποίηση, διάσπαση, ανάμιξη. Ο ατομισμός είναι προϊόν του σχολείου και οι σωματιδιακές ιδέες αποτελούν μια πιο ώριμη οικοδόμηση γνώσης από ό, τι η υγροποίηση (Slone & Bokhurst 1992). Η αιτία της διάλυσης δεν ανήκει σε μια φυσική ιδιότητα, όπως η πυκνότητα, και απαιτείται για την ερμηνεία της η εισαγωγή σωματιδιακών μοντέλων (Blanco & Prieto 1997). Η έννοια της αλληλεπίδρασης σωματιδίων ζάχαρης με το νερό απουσιάζει. Δεν αναγνωρίζεται ο ρόλος του διαλύτη που θεωρείται ως παθητικός παράγοντας, απλά παρών στη διάλυση (Ahtee 1994) ή που απορροφά τους κόκκους του στερεού, προκαλώντας τη διάλυση (Lee et al. 1993). Η διάλυση είναι ένα προσωρινό και αντιστρέψιμο φαινόμενο (Valanides 2000) ενώ δεν θεωρείται ότι υπάρχει διάλυση χωρίς ανακάτεμα (Blanco & Prieto 1997).

Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών σε συζητήσεις και διαλόγους σε ένα συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον είναι αναπόσπαστο στοιχείο της εκμάθησης των φυσικών επιστημών, το ίδιο απαραίτητο με το πείραμα. Οι μηχανισμοί ανταλλαγής, διασαφήνισης και η διαμοίραση γνώσης, οι ερωτήσεις, οι υποθέσεις, οι εξηγήσεις και η διατύπωση ιδεών, κατά τις συζητήσεις, θεωρούνται σημαντικοί (Rivard & Straw 2000) και βελτιώνουν την κατανόηση, ακόμη και όταν κανένας από τους μαθητές σε μια ομάδα συζήτησης αρχικά δεν γνωρίζει τη σωστή απάντηση (Smith et al. 2009). Η συζήτηση του σωματιδιακού μοντέλου βοηθά τους μαθητές να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα με τρόπο συνεπή με τον επιστημονικό και να ξεπερνούν εναλλακτικές απόψεις (Νταλαούτη & Τσαπαρλής 2017).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει να διερευνήσουμε πώς μαθητές Στ' τάξης δημοτικού αντιλαμβάνονται το ρόλο του νερού στη διάλυση και αν η συζήτηση και η αλληλεπίδραση σε ομάδες συνομηλίκων βελτιώνει την κατανόηση του ρόλου του νερού, όταν έχουν ήδη διδαχθεί ένα στοιχειώδες σωματιδιακό μοντέλο.

2. Μεθοδολογία

Στην παρούσα μελέτη ερευνούμε πώς 36 μαθητές μαθητές της Στ' Τάξης Δημοτικού ερμηνεύουν το ρόλο του νερού στη διάλυση κατά τη συζήτηση σε 10 ομάδες τριών ή τεσσάρων μαθητών. Πριν τη συζήτηση είχαν διδαχθεί ένα σωματιδιακό μοντέλο σύμφωνα με το σχήμα διάταξη, κίνηση, αναδιάταξη, δεσμοί και το ρόλο της θερμότητας, και ερμήνευσαν με αυτό κάποια φαινόμενα που είχαν διδαχθεί σε μακροσκοπικό επίπεδο. (Διάχυση μελάνης σε νερό, Όγκος και σχήμα στερεών και υγρών, Διάχυση μελάνης σε ζεστό



και κρύο νερό, Εξήγηση θερμικής διαστολής στερεού). μοντελοποιούμε φαινόμενα στα οποία εμπλέκονται στερεά και υγρά. Στην διδακτική μας προσέγγιση χρησιμοποιήσαμε κάποια στοιχεία από τη φύση των επιστημονικών θεωριών και καλά σχηματισμένες εξηγήσεις με σωματίδια για την περιγραφή φαινομένων και ποικιλία αναλογιών και μοντέλων. Τα πολλαπλά μοντέλα αξιολογήθηκαν ως προς την περιγραφική και ερμηνευτική τους ισχύ και δόθηκε έμφαση στη διάκριση του μικροσκοπικού με το μακροσκοπικό επίπεδο. Επίσης χρησιμοποιήσαμε παιχνίδι προσομοίωσης ή παιχνίδι ρόλων που αναφέρουμε ως «κιναισθητικό μοντέλο», Επιλέξαμε 5 θέματα – ενότητες, που οι μαθητές είχαν διδαχθεί σε μακροσκοπικό επίπεδο πριν την εισαγωγή του σωματιδιακού μοντέλου και που αναφέρονται σε στερεά και κυρίως υγρά. Στις ενότητες αυτές βασίσαμε 5 δραστηριότητες μοντελοποίησης των μακροσκοπικών θεμάτων (επινόηση και χρήση πολλαπλών μοντέλων) με τις οποίες εισάγονται οι έννοιες- χαρακτηριστικά του σωματιδιακού μοντέλου. Η διδακτική προσέγγιση του στοιχειώδους σωματιδιακού μοντέλου περιγράφεται αναλυτικά σε προηγούμενη εργασία μας (Νταλαούτη &Τσαπαρλής 2016). Η θεμελίωση των εννοιών σε εμπειρικό επίπεδο προηγείται της εισαγωγής του σωματιδιακού μοντέλου ενώ η εξοικείωση με τις σωματιδιακές ιδέες και τη δόμηση επιστημονικής επιχειρηματολογίας πριν από τη συζήτηση ενθαρρύνει τη συμμετοχή την εξάσκηση και την ανατροφοδότηση (Eichinger et al. 1991). Κατά τη συζήτηση στις ομάδες οι μαθητές κλήθηκαν να ερμηνεύσουν φαινόμενα που δεν είχαν διδαχθεί (διάλυση και αλλαγή κατάστασης). Παράλληλα, ενθαρρύνθηκαν να αναπτύξουν ένα μοντέλο που ερμηνεύει με συνέπεια τη διάλυση ζάχαρης σε φίλτρο, τι συμβαίνει μετά από αρκετή ώρα, τι συμβαίνει με θέρμανση και ανακάτεμα και γιατί η άμμος δεν διαλύεται, όπως προτείνεται και στη βιβλιογραφία (Blanco & Prieto 1997). Ο ρόλος του δασκάλου - ερευνητή ήταν να παρουσιάσει το πείραμα της διάλυσης σε νερό ζάχαρης που βρίσκεται σε φίλτρο, την αύξηση της διαλυτότητας με θέρμανση και ανακάτεμα και την αδιαλυτότητα άμμου. Επίσης παρότρυνε τους μαθητές να συμμετέχουν και συνόψιζε αυτά που είχαν ακουστεί στην ομάδα. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν τα μοντέλα για τη διάλυση που προτείνουν οι ομάδες των μαθητών καθώς και ρόλο του νερού στη διάλυση.

3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των συζητήσεων προέκυψε ότι οι μαθητές αποδίδουν στο νερό διαφορετικούς ρόλους κατά τη διάλυση. Μαζί με τη σύνοψη των αποτελεσμάτων παραθέτουμε και αποσπάσματα από τις συζητήσεις σε ομάδες.

3.1. Αρχή συζητήσεων

Στην αρχή συζητήσεων οι μαθητές χρησιμοποιούν εναλλακτικές απόψεις για το ρόλο του νερού στη διάλυση, όπως:

Το νερό ως δεξαμενή θερμότητας που δίνει την απαραίτητη θερμότητα για την τήξη:

M6: Της δίνει θερμότητα της ζάχαρης το νερό, της δίνει θερμότητα. Έχουμε κάνει στη Φυσική ότι ο σίδηρος λιώνει σε ψηλή θερμοκρασία, η ζάχαρη σε λιγότερη κ.λπ. λιώνει δηλαδή η ζάχαρη με την θερμότητα του νερού.

M7: Βοηθάει το νερό να διαλυθεί γρηγορότερα.

M6: Το νερό είναι πηγή θερμότητας, σαν γκαζάκι. Δίνει θερμότητα (ομάδα 1)

Το νερό είναι ένας παθητικός παράγοντας, μια χαλαρή δομή που επιτρέπει στα μόρια διαλυμένης ουσίας να μπουν ανάμεσα.



M8: Οι δεσμοί των μορίων στη ζάχαρη χαλάωσαν και σκόρπισαν. Τα μόρια του νερού μπορεί να είναι χαλαρά συνδεδεμένα και μπορούν τα μόρια της ζάχαρης να μπαίνουν ανάμεσα. Γιατί όχι; Μήπως το νερό έχει χαλαρούς δεσμούς και σφηνώνουν μέσα τα μόρια ζάχαρης; (ομάδα 3).

Το νερό ως ένας παθητικός παράγοντας που είναι απλά παρόν στη διάλυση:

M5: Θα διαλυθεί, θα σκορπίσουν τα μόρια έξω όπως είναι από τη ζάχαρη και θα ενωθούν με τα μόρια νερού. Θα διαλυθεί η ζάχαρη. Τα μόρια ζάχαρης όπως είναι ενωμένα, θα σπάσουν οι δεσμοί τους και θα ενωθούν με τα μόρια νερού.

M15: Κατά κάποιον τρόπο. Βρε παιδιά, δεν μάθαμε στη Φυσική ότι το νερό είναι διαλύτης και το είχαμε πει. Ότι έχει το νερό συστατικά που έχουν την ιδιότητα να διαλύουν τα πράγματα. Αυτό που είπε ο M5, ότι τα μόρια ζάχαρης ενώνονται με τα μόρια νερού και δημιουργείται κάτι νέο (ομάδα 2). Το μοντέλο αναφέρεται και από Ahtee (1994).

M36: Χρειάζονται θερμότητα για να λιώσουν. Ανάμεσα στα μόρια του νερού μπαίνουν τα μόρια ζάχαρης (ομάδα 10) Το μοντέλο αναφέρεται και από Jones (1984).

Το νερό ως παθητικός παράγοντας που απορροφά τους κόκκους στερεού προκαλώντας τη διάλυση:

M5: Όταν λέμε έλιωσαν δεν έγινε υγρό αλλά να διασκορπίζουν και να το απορροφάνε τα μόρια.

M14: Είναι μεγάλα τα μόρια και αυτά όταν βρέχονται απλώνονται και περνάνε, γλιστράνε γιατί γίνονται μικρά (ομάδα 2). Το μοντέλο αναφέρεται και από Lee et al. (1993).

3.2. Μοντέλα που ανέπτυξαν οι μαθητές για τη διάλυση και το ρόλο του νερού αφού συζήτησαν στις ομάδες.

3.2.1. Η ενθάρρυνση χρήσης σωματιδιακών διαστάσεων κατά την ερμηνεία των φαινομένων διάλυσης που παρουσιάστηκαν (διάλυση ζάχαρης σε φίλτρο, τι συμβαίνει μετά από αρκετή ώρα, τι συμβαίνει με θέρμανση και ανακάτεμα και γιατί η άμμος δεν διαλύεται), βοήθησε τους μαθητές να δομήσουν ερμηνευτικά μοντέλα για τη διάλυση. Στην προσπάθεια να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα, τροποποιούν το αρχικό μοντέλο τους και υιοθετούν άλλο με μεγαλύτερη ερμηνευτική ισχύ. Τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν σχετίζονται με το βαθμό αλληλεπίδρασης των μαθητών και την προθυμία να εξετάσουν εναλλακτικές απόψεις που ακούγονταν στην ομάδα. Στη διάρκεια των συζητήσεων εξετάστηκαν εναλλακτικές απόψεις με κριτήριο τις παραδοχές του σωματιδιακού μοντέλου, που είχαν διδαχθεί και τελικά τα μοντέλα που υιοθέτησαν οι ομάδες ήταν:

Σχήμα 1: Μετατροπή μορίων σε γλυκά μόρια (Μοντέλο α)



Μοντέλο ανακατέματος δυο διαφορετικών υγρών που μπορεί να ερμηνευτεί ως υγρό με γλυκά μόρια λόγω της θερμότητας νερού (Μοντέλο α). Στο Μοντέλο α δυο διαφορετικά υγρά ανακατεύονται και η ζάχαρη «λιώνει» λόγω της θερμότητας νερού. Τα μόρια ανακατεύονται και γίνεται μετατροπή μορίων σε

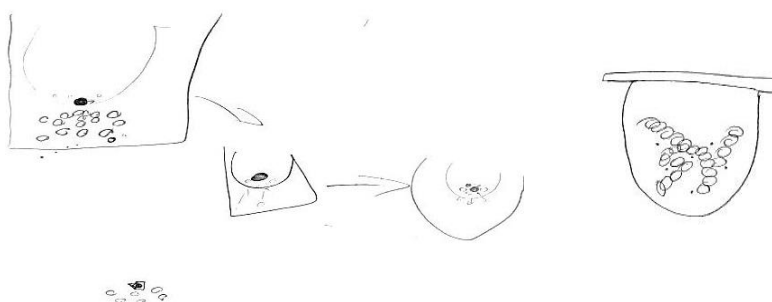


γλυκά μόρια και η ουσία της ζάχαρης μπήκε στο νερό ή στα μόρια νερού (Sanmatri et al. 1994). Το μοντέλο δεν περιλαμβάνει αλληλεπίδραση μορίων ζάχαρης και νερού αλλά το νερό δίνει την απαραίτητη θερμότητα για να λιώσει η ζάχαρη ή το αλάτι και η θερμότητα και το ανακάτεμα διευκολύνουν την τήξη. Το μοντέλο δεν ερμηνεύει την αντιστρεψιμότητα, δηλαδή τον διαχωρισμό ζάχαρης και νερού (Σχήμα 1).

Μοντέλο ανακατέματος μορίων νερού και ζάχαρης, σύνθεσής τους και παράσταση του τελικού προϊόντος ως ένα υγρό (Μοντέλο β). Κατά το Μοντέλο β ανακατέματος μορίων νερού και ζάχαρης, σύνθεσής τους και παράσταση του τελικού προϊόντος ως ένα υγρό, δημιουργείται ένα μίγμα σε υγρή κατάσταση στο οποίο τα μόρια διαλύτη και διαλυμένου σώματος είναι κοντά, ένα υγρό με δυο διαφορετικά είδη μορίων. Χρησιμοποιούνται λέξεις όπως “αναμείχθηκαν”, “έγιναν ένα”. Το μοντέλο περιέχει μια έννοια της αλληλεπίδρασης μορίων νερού και διαλυμένης ουσίας και βοηθά τους μαθητές να δίνουν αποδεκτές απαντήσεις εκτός από την ερμηνεία του διαχωρισμού των ουσιών με απόσταξη. Η διάλυση με θέρμανση ερμηνεύεται με χαλάρωση δεσμών και πιο εύκολα γίνεται το ανακάτεμα. ή ως αλλαγή της συγκρότησης της ουσίας σε ένα σύνολο μικροσκοπικών σωμάτων ενώ η ύπαρξή της και η φύση της διατηρούνται αναλλοίωτες (Χατζηνικήτα 1995). Το μοντέλο μοιάζει με το μοντέλο μικρών μορίων” (μίγμα πραγμάτων επειδή αποτελούνται από μικρά μόρια που κινούνται, έχει σαφώς μεγαλύτερη ερμηνευτική ισχύ από τα μοντέλα “ώθησης” (μίγμα πραγμάτων επειδή ένα υλικό ωθεί και μπαίνει στο άλλο) και το μοντέλο “ανατάραξης” (μίγμα πραγμάτων επειδή αυτά τινάζονται μαζί (Berkheimer et al. 1990).

Μοντέλα στα οποία υπάρχει αλληλεπίδραση, διάσπαση και ανάμιξη σωματιδίων με δραστικό το ρόλο του νερού στη διάσπαση του κρυστάλλου (Μοντέλα γ1, γ2). Στο Μοντέλο γ1 υπάρχει αλληλεπίδραση, διάσπαση και ανάμιξη σωματιδίων με δραστικό το ρόλο του νερού στη διάσπαση του κρυστάλλου ζάχαρης. Τα μόρια νερού μπαίνουν σαν σφήνες ανάμεσα στα μόρια ζάχαρης και τη σπάνε ή τα μόρια μπαίνουν στον κόκκο ζάχαρης, παίρνουν ενέργεια από τις ωθήσεις των μορίων νερού και μετά μπαίνουν στα κενά των μορίων νερού. Με τη θέρμανση αυτά τα κενά μεγαλώνουν και έτσι χωράει περισσότερη ζάχαρη. Στα υπέρκορα αυτός ο χώρος έχει γεμίσει και έτσι δεν μπορεί πια να συνεχιστεί η διάλυση. Η άποψη ότι το νερό σπάζει τους κρυστάλλους ζάχαρης ή το νερό σπρώχνει τα σωματίδια ζάχαρης και τα χωρίζει αναφέρεται εκτενώς στη βιβλιογραφία (Driver 1989, Hatzinikita & Koulaidis 1997, Haidar & Abraham 1991). Το νερό στο μοντέλο αυτό αναγνωρίζεται ως παράγοντας που συμβάλλει στη διάλυση αντίθετα απ ότι αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Ahtee 1994, Lee et al.1993). Το Μοντέλο γ2 αποτελεί βελτιωμένο μοντέλο αλληλεπίδρασης, διάσπασης και ανάμιξης σωματιδίων με δραστικό το ρόλο των μορίων του νερού στη διάσπαση του κρυστάλλου. Η θέρμανση κάνει τα μόρια νερού να κινούνται πιο γρήγορα και κάνουν τη διάλυση πιο γρήγορα ενώ στα υπέρκορα διαλύματα τα μόρια νερού δεν μπορούν να διασπάσουν όλους τους δεσμούς γιατί οι κρύσταλλοι της ζάχαρης είναι πολλοί. Το μοντέλο ερμηνεύει με συνέπεια όλα τα σχετικά φαινόμενα και είναι προϊόν υψηλής δυναμικής αλληλεπίδρασης μεταξύ ομηλικών στην ομάδα και χρήσης των σωματιδιακών αντιλήψεων που είχαν διδαχθεί (Σχήμα 2).

Σχήμα 2: Μοντέλο γ2 αλληλεπίδρασης, διάσπασης και ανάμιξης σωματιδίων





3.2.2. Ο ρόλος του νερού στη διάλυση

Κατά τη συζήτηση σε μικρές ομάδες οι μαθητές αναπτύσσουν εναλλακτικές ιδέες για το ρόλο του νερού αλλά η χρήση σωματιδιακού μοντέλου σε μια σειρά σχετικών φαινομένων διάλυσης βοήθησε τους μαθητές να δώσουν ερμηνείες για τον δραστικό ρόλο του νερού στη διάλυση. Έτσι το νερό είναι διαλύτης επειδή τα μόριά του διασπούν τον κόκκο. Η διάσπαση του κόκκου από τα μόρια του νερού μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους:

Το νερό διασπά την ουσία ως διαλύτης ίσως ως μόρια μικρά που μπορούν να εισχωρήσουν μεταξύ των κενών της διαλυμένης ουσίας:

M17: Άμα τα μόρια του νερού είναι πιο μεγάλα από τα μόρια της ουσίας μπορεί να μπαίνει να τα πιέζει και να κάνει χώρο. Ας πούμε ότι τα μόρια είναι δυο κορίτσια και έρχεται κάποιο άλλο που μπαίνει ανάμεσα και τα σπρώχνει για να τα χωρίσει. Άμα καταφέρει να περάσει τα διαλύει, αν δεν καταφέρει δεν τα διαλύει (ομάδα 7).

Τα μόρια νερού δρουν ως σφήνες

M22: Αν υπάρχει κενός χώρος ανάμεσα στα μόρια του κόκκου, μπαίνουν τα μόρια του νερού σαν σφήνες και το χωρίζουν... Έτσι δεν χρειαζόμαστε να πούμε τίποτα για τη θερμότητα, διασπάται ο κόκκος και σε κρύο νερό (ομάδα 9).

Το νερό είναι διαλύτης ως νόμος της φύσης ίσως επειδή τα μόρια νερού έχουν μεγάλη ταχύτητα:

M35: Μπορεί τα μόρια του, τα μόρια του νερού να κινούνται πιο γρήγορα από ότι τα μόρια του λαδιού (ομάδα 9).

Τα μόρια νερού λόγω κίνησης διασπούν τον κόκκο και η διάλυση οφείλεται στα μόριά του:

M27: Πιστεύω ότι η διάλυση γίνεται μόνο στο νερό. Μπορεί το λάδι να μην έχει κενά γιατί είναι βαρύ, ενώ το νερό είναι πιο ελαφρύ από το λάδι. Αν έβαζα λάδι και νερό το λάδι πάει πιο πάνω. Άρα το λάδι είναι πιο ελαφρύ. Δεν ξέρω... Δεν έχουν ίδια μόρια. Παράδειγμα, αν έχουμε κάποια βρώμικη ουσία δεν μπορεί να έχει ίδια μόρια με μια καθαρή, έχουν διαφορετικά μόρια, τα μόρια του νερού κάμουν τη διαφορά. (ομάδα 10).

Τα μόρια νερού είναι ευκίνητα και χτυπάνε το στερεό:

M16: Μήπως όπως κινούνται πιο γρήγορα, τα μόρια νερού κάνουν και τα μόρια ζάχαρης να κινούνται πιο γρήγορα και μετά διαλύονται (Μονολογεί). Τα μόρια ζάχαρης δέχονται χτυπήματα και έτσι δονούνται πιο γρήγορα και χωρίζονται... Να ο κόκκος που κάναμε σε μόρια μετά χωρίστηκε σε μόρια. Τα μόρια νερού... να χτυπάνε την ζάχαρη... Τα κενά μεταξύ των μορίων νερού γίνονται μεγαλύτερα. (Επανέρχεται στο σχέδιο). Κάνω τα μόρια να κάνουν μεγαλύτερες δονήσεις και έτσι χωρίζονται (ομάδα 8).

Στην αλληλεπίδραση μορίων νερού και διαλυμένης ουσίας δεν έγινε καμιά αναφορά στις διαμοριακές ηλεκτροστατικές δυνάμεις, αλλά θεωρήθηκε ότι τα μόρια νερού ως μόρια διαλύτη είναι πιο δραστικά και κινούνται πιο γρήγορα. Η διάσπαση διαλυμένης ουσίας μπορεί να γίνει ως εξής.

Ο κρύσταλλος στερεού παίρνει ενέργεια από τα χτυπήματα του νερού και λόγω δόνησης διασπάται σε μόρια:

M16: Μήπως όπως κινούνται πιο γρήγορα τα μόρια νερού κάνουν και τα μόρια ζάχαρης να κινούνται πιο γρήγορα και μετά διαλύονται; (Μονολογεί). Τα μόρια ζάχαρης δέχονται χτυπήματα και έτσι δονούνται πιο γρήγορα και χωρίζονται... Να, ο κόκκος που κάναμε σε μόρια μετά χωρίστηκε σε μόρια. Τα μόρια νερού... να χτυπάνε την ζάχαρη (ομάδα 8).



Τα μόρια νερού μπαίνουν ανάμεσα στα κενά των μορίων της ζάχαρης και σπάνε του δεσμούς προφανώς από την ώθηση που ασκούν:

M25: Όπως ο κόκκος μετακινείται από το νερό αρχίζει να σκορπίζει. Διαλύεται από το πολύ κούνημα. ... Εδώ πέρα είναι τα μόρια και τριγύρω είναι μόρια του νερού και αφού τα μόρια του νερού κινούνται συνεχώς και κινούνται και της ζάχαρης και αρχίζει να κινούνται. Τα μόρια του νερού μπαίνουν ανάμεσα στα μόρια της ζάχαρης και τη σπάνε (ομάδα 9).

Το νερό είναι διαλύτης ως νόμος της φύσης ίσως ότι τα μόρια νερού έχουν μεγάλη ταχύτητα.

M32: Το νερό έχει κάποιες ιδιότητες και διαλύει κάποιες ουσίες.

M35: Μπορεί τα μόρια του, τα μόρια του νερού να κινούνται πιο γρήγορα από ότι τα μόρια του λαδιού (ομάδα 9).

Ο δραστικός ρόλος του νερού στη διάλυση αναφέρεται και στην ερμηνεία της αύξησης της διαλυτότητας με θέρμανση και με ανακάτεμα. Πράγματι, στις ομάδες που υιοθέτησαν ένα μοντέλο αλληλεπίδρασης νερού και ουσίας, όπου τα μόρια νερού ως σφήνες διασπούν τον κόκκο, ερμηνεύεται η αύξηση της διαλυτότητας με θέρμανση και με ανακάτεμα. Με τη θέρμανση προκαλείται γρηγορότερη κίνηση στα μόρια νερού, αυξάνουν τα κενά και έτσι μπαίνουν ανάμεσα τα μόρια ζάχαρης ή τα μόρια νερού κινούνται γρήγορα και διασπούν τη ζάχαρη:

M35: Γιατί με τη θερμότητα τα μόρια αρχίζουν και κινούνται γρηγορότερα, τα μόρια του νερού.

M32: Όλα τα μόρια θα αρχίσουν να κινούνται πολύ γρήγορα.

M22: Τα μόρια της ζάχαρης θα αρχίσουν να κινούνται πιο γρήγορα και θα αρχίσουν να μπαίνουν ανάμεσα στα μόρια του νερού.

M35: Τα μόρια νερού παίρνουν ενέργεια και κινούνται πιο γρήγορα και διασπούν τη ζάχαρη...

M22: Όταν ζεστάνω το νερό αυξάνουν τα κενά και χωράει και άλλη ζάχαρη, έτσι διαλύεται και άλλη ποσότητα (ομάδα 9).

Με το ανακάτεμα γίνεται διάσπαση λόγω κίνησης μορίων νερού και ζάχαρης και απομάκρυνση μορίων νερού ώστε να χωράει πιο πολλή ζάχαρη:

M16: Τα μόρια του νερού κινούνται γρήγορα, απομακρύνονται και ανάμεσα μπαίνουν μόρια ζάχαρης πιο πολλά και μεγάλα κενά γίνονται, γιατί τα μόρια κινούνται (ομάδα 8).

Ο σημαντικός ρόλος του νερού εντοπίζεται και κατά την ερμηνεία των κορεσμένων διαλυμάτων. Σε κάποιες ομάδες το κορεσμένο διάλυμα ερμηνεύεται ως συμπλήρωση των κενών μεταξύ των μορίων του νερού με μόρια ζάχαρης. Με τη θέρμανση αυξάνουν τα κενά και έτσι διαλύεται περισσότερη ζάχαρη:

M35: Συμπληρώθηκαν τα κενά από τα σωματίδια της ζάχαρης και δεν μπορεί να διαλυθεί άλλο.

M32: Τα κενά είναι πλήρως συμπληρωμένα. Ας βάλω στο σχέδιο. Τα κενά συμπληρώθηκαν.

M35: Δεν χωράνε πια μέσα.

M32: Κάτι δεν μου πάει καλά. Γενικώς η όλη σκέψη μου κάνει μια μικρή αμφιβολία. Στην τάξη σε μια μικρή ποσότητα νερού είχαμε διαλύσει μεγάλη ποσότητα ζάχαρης, ενώ εδώ βάλαμε λιγότερη και διαλύθηκε. Είχαμε πάρα πολλές κουταλιές ζάχαρη και διαλύθηκαν...

M22: Όταν ζεστάνω το νερό αυξάνουν τα κενά και χωράει και άλλη ζάχαρη, έτσι διαλύεται και άλλη ποσότητα (ομάδα 9).



Επιπλέον, προτείνεται ότι τα μόρια νερού έχουν επιβραδυνθεί και έτσι δεν μπορεί να γίνει διάσπαση του κόκκου, επειδή έχουν προστεθεί πολλά μόρια ζάχαρης:

M16: Δεν διαλύεται, γιατί το νερό δεν μπορεί να μπει ανάμεσα στα μόρια. Δεν υπάρχει κενός χώρος πια για να μπουν τα μόρια ζάχαρης ανάμεσα στα μόρια. Το νερό, τα μόρια νερού, κινούνται πιο αργά γιατί ανάμεσα είναι μόρια ζάχαρης και δεν μπορεί να σπάσει τους υπόλοιπους κόκκους (ομάδα 8)

Μια εξήγηση ότι τα μόρια νερού δεν επαρκούν να σπάσουν άλλους κόκκους προτάθηκε από ομάδα που είχε υιοθετήσει ένα μοντέλο αλληλεπίδρασης μορίων νερού και διαλυμένης ουσίας:

M19: Είναι λιγότερα τα μόρια του νερού από τα μόρια της ζάχαρης. Έχουν σπάσει λίγους κόκκους αλλά δεν μπορούν να σπάσουν τα υπόλοιπα. Ο διαλύτης δεν διαλύει τόση ποσότητα ζάχαρης (ομάδα 6).

Ο εντοπισμός του ρόλου του νερού βοήθησε τους μαθητές να εξηγήσουν γιατί η άμμος δεν διαλύεται στο νερό. Εξετάζοντας τις εναλλακτικές απόψεις που διατυπώθηκαν (η άμμος είναι αδιάλυτη γιατί έχει πολλά μόρια, ή η άμμος απορροφά τα μόρια νερού ή έχει σκληρά μόρια) καταλήγουν ότι το νερό δεν διασπά τον κόκκο άμμου:

M19: Τα μόρια του νερού δεν μπορούν να διασπάσουν τον κόκκο.

M26: Μπορεί επίσης τα μόρια του κόκκου της άμμου να είναι πολύ κοντά, και πιο γερά και το νερό να μην μπορεί να το σπάσει (Ομάδα 6).

4. Συμπεράσματα

Οι μαθητές αναπτύσσουν, κατά τη συζήτηση σε μικρές ομάδες, εναλλακτικές ιδέες για το ρόλο του νερού αλλά η χρήση σωματιδιακού μοντέλου σε μια σειρά σχετικών φαινομένων διάλυσης βοηθά τους μαθητές να δώσουν ερμηνείες για τον δραστικό ρόλο του νερού στη διάλυση. Το σωματιδιακό μοντέλο σύμφωνα με το σχήμα διάταξη, κίνηση, αναδιάταξη, δεσμοί και το ρόλο της θερμότητας, βοηθά τους μαθητές να δομήσουν την ιδέα της αλληλεπίδρασης και της κίνησης και να δίνουν υπομικροσκοπικές εξηγήσεις και χρησιμοποιούν σωματιδιακές ιδέες σε νέα περιβάλλοντα, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Νταλαούτη Τσαπαρλής 2016, Blanco & Prieto 1997, Skamp 1999). Η σαφής διδασκαλία της σωματιδιακής θεωρίας παρέχει το νοητικό μοντέλο που είναι απαραίτητο για χρήση της προηγούμενης γνώσης για τη λύση καινοτόμων προβλημάτων (Bunce & Gabel 2002). Έτσι το νερό είναι διαλύτης, επειδή τα μόριά του διασπούν τον κόκκο, είτε επειδή είναι μικρά και μπορούν να εισχωρήσουν μεταξύ των κενών της διαλυμένης ουσίας ή τα μόρια νερού σαν σφήνες διαχωρίζουν τους δεσμούς στην διαλυμένη ουσία. Επίσης αναφέρεται ότι τα μόρια νερού, λόγω κίνησης, διασπούν τον κόκκο και η διάλυση οφείλεται στα μόριά του ή ότι τα μόρια νερού είναι ευκίνητα και χτυπάνε το στερεό ή τα μόρια παίρνουν ενέργεια και σπάνε οι δεσμοί τους.

Η δόμηση της γνώσης διευκολύνεται επειδή η κάθε δραστηριότητα της ομάδας “εντάσσεται” σε συγκεκριμένο πλαίσιο με την διδασκαλία του σωματιδιακού μοντέλου. Για να συμμετέχουν οι μαθητές σε συζητήσεις, να εξασκούνται και να ανατροφοδοτούνται, χρειάζεται να είναι εξοικειωμένοι στη δόμηση επιστημονικής επιχειρηματολογίας (Eichinger et al. 1991). Τα μέλη συζητούν λύσεις που ελέγχονται από αυτά που οι μαθητές είχαν ήδη μάθει. Η επίτευξη εποικοδομητικής αλληλεπίδρασης και η συλλογική κατανόηση στην ομάδα ενισχύεται και από τις εξωτερικές πληροφορίες που δόθηκαν στους μαθητές κατά την παρουσίαση των φαινομένων με πείραμα. Το πώς οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν τα



εργαλεία της επιστημονικής κοινότητας καθορίζει το βαθμό στον οποίο πραγματοποιείται η οικοδόμηση της γνώσης (Richmon & Striley 1996).

Είναι πολύ σημαντικό να ενθαρρύνονται οι μαθητές να αναπτύξουν ένα μοντέλο που ερμηνεύει με συνέπεια τη διάλυση ζάχαρης σε νερό, τι συμβαίνει μετά από αρκετή ώρα, τι συμβαίνει με θέρμανση και ανακάτεμα και γιατί η άμμος δεν διαλύεται, όπως προτείνεται και στη βιβλιογραφία (Blanco & Prieto 1997) και όχι το κάθε φαινόμενο να αντιμετωπίζεται αποσπασματικά. Στην προσπάθεια να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα, τροποποιούν το αρχικό μοντέλο τους και υιοθετούν άλλο με μεγαλύτερη ερμηνευτική ισχύ. Οι μαθητές εξετάζουν το ρόλο της θέρμανσης και ανάδευσης και, αν λάβουν υπόψιν τις θεωρήσεις του στοιχειώδους σωματιδιακού μοντέλου που έχουν διδαχθεί, τότε μπορεί να καταλήξουν σε αποδεκτές απαντήσεις.

Ο ατομισμός είναι προϊόν του σχολείου και για την ερμηνεία της διάλυσης απαιτούνται σωματιδιακές ιδέες. Προτείνουμε μια σαφή διδασκαλία αλληλεπίδρασης μορίων διαλύτη και διαλυμένης ουσίας με εισαγωγή σωματιδιακών μοντέλων (Νταλαούτη 2008, Blanco & Prieto 1997, Slone & Bokhurst 1992).

5. Βιβλιογραφία

Βλάχος, Γ., & Κόκκοτας, Π. (2000). Η γέννηση και η εξέλιξη των σωματιδιακών μοντέλων για την ύλη. Στο Π. Κόκκοτας, Επιμέλεια- εισαγωγή, *Διδακτικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες σύγχρονοι προβληματισμοί*, (pp.155-209). Αθήνα: Τυπωθήτω Γ. Δαρδανός.

Νταλαούτη, Π. (2008). *Διδασκαλία φυσικοχημικών εννοιών στο δημοτικό σχολείο – Η περίπτωση των μοριακών μοντέλων*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Νταλαούτη, Π., Τσαπαρλής, Γ. (2017). Δόμηση γνώσης φυσικοχημικών φαινομένων και των υπομικροσκοπικών ερμηνειών τους, με συνεργατική αλληλεπίδραση. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, (62-63): 9-30. Ανακτήθηκε από <http://www.lib.uoi.gr/serp/>

Νταλαούτη, Π., Τσαπαρλής, Γ. (2016). Η μακροσκοπική περιγραφή φυσικοχημικών φαινομένων και η υπομικροσκοπική ερμηνεία τους. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, (59-60). Ανακτήθηκε από <http://www.lib.uoi.gr/serp/>

Χατζηνικήτα, Β. (1995). *Οι αναπαραστάσεις των μαθητών του Δημοτικού για τις μεταβολές της ύλης. Είδη, αιτιακές σχέσεις και μηχανισμοί*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Ahtee, M. (1994). Finnish pupils' ideas of dissolving salt in water. In Bargellini & P.E.Todesco (Eds.), *Proceedings of ATTI, 2nd European Conference on Research in Chemical Education* (pp 254-259). Italy: Pisa.

Berkheimer, G. D., Anderson, C. W., & Spees, S. T. (1990). *Using conceptual change research to reason about curriculum* (Research Series Paper No. 195). East Lansing, MI: Institute for Research on Teaching, Michigan State University.

Blanco, A., & Prieto, T. (1997). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: a cross-age study (12 to 18), *International Journal of Science Education*, 19, 303-315.

Blanco, A., & Prieto, T. (1997). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: a cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education*, 19, 303-315.

Bunce, D.M., & Gabel, D., (2002). Differential Effects on the Achievement of Males and Females of Teaching the Particulate Nature of Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 911-927.



- de Vos, W. & Vendronk, A. (1987). A new road to reactions 4, The substance and its molecules. *Journal of Chemical Education*, 64 (8), 692-694.
- Driver, R., (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Eichinger, D. C., Anderson, C.W., Palinscar, A.S. & David, Y.M. (1991). An illustration of the roles of content knowledge, scientific argument, and social norms in collaborative problem solving. Paper presented at the AERA, Chicago, Il.
- Hadenfeldt, J. C., Neuman, K., Bemholt, S., Liu X. & Parchman I. (2016). Students' progression in understanding the matter concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 667- 708.
- Haidar, H. A., & Abraham, R.M. (1991). A comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concepts Based on the Particulate Nature of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 919-938.
- Hatzinikita, V. & Koulaidis, V. (1997). Pupils' ideas on conservation during changes in the state of water. *Research in Science and Technological Education*, 15, 53–70.
- Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkheimer, G.D., & Blakeslee, T.D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 249-270.
- Merritt, J., & Krajcik J. (2013). Learning progression developed to support students building a particle model of matter Concepts of matter. In G. Tsapalis and H. Sevan (Eds.), *Concepts of Matter in Science Education* (pp.11-45). New York: Springer.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. & Saglam, Y.. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 581-612.
- National Research Council. [NRC] (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Committee on a conceptual framework for New K-12 Science Education Standards. *Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Press
- Richmond, G., Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in smallgroup discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science teaching*, 33 (8), 839–858.
- Rivard, L. P. & Straw S. B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science Education*, 84, 566-593.
- Sanmatri, N., Izquierdo, M., & Watson, R. (1994). The substantialisation of properties in pupils' thinking and the history of science. *Science and Education*, 4, 349-369.
- Skamp, K. (1999). Are atoms and molecules too difficult for Primary education? *School Science Review*, 81, 87–96.
- Slone, M., & Bokhurst, F.D. (1992). Children's understanding of sugar water solution. *International Journal of Science Education*, 14, 221-235.
- Smith, C., Maclin, D., Grosslight, L., & Davis, H. (1997). Teaching for understanding: A study of students' pre-instruction theories of matter and a comparison of the effectiveness of two approaches to teaching about matter and density. *Cognition and Instruction*, 15, 317–394.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *Big ideas of nanoscale science and engineering*. Arlington: NSTA press.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 1, 249-262.



Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον ήχο στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών

Ιωάννα Πάλλη¹, Μιχαήλ Σκουμιός²

¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ²ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον ήχο στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου. Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για τον ήχο το οποίο εφαρμόστηκε σε 44 μαθητές της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο δόθηκε της μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Η ανάλυση των γραπτών απαντήσεων (επιχειρημάτων) των μαθητών πραγματοποιήθηκε με χρήση πλαισίων ανάλυσης που αξιολογούν τη δομή και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων. Προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών.

Λέξεις-κλειδιά: ποιότητα επιχειρημάτων, ήχος, μάθηση Φυσικών Επιστημών, Γυμνάσιο

The impact of a teaching intervention for sound on the quality of students' arguments

Ioanna Palli¹, Michael Skoumios²

¹Secondary Education, ²Department of Primary Education, University of the Aegean

Abstract

The study aims at investigating the effect of a teaching intervention for the sound on the quality of middle school students' arguments. Teaching material was developed for the sound and it was tested on 44 middle school students. A questionnaire that was provided to students before and after the teaching intervention was used to collect the data. The analysis of written answers (arguments) was performed with frameworks for assessing the structure and the content of arguments. The data analysis showed that the students significantly improved the quality of their arguments.

Keywords: quality of arguments, sound, science learning, middle school

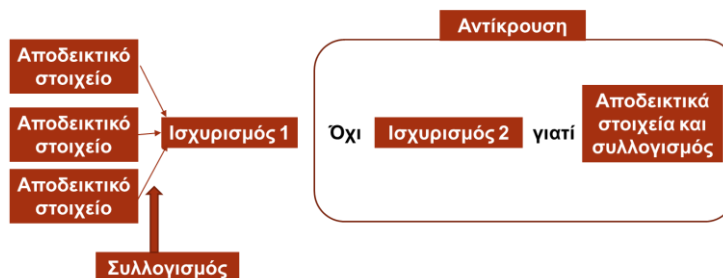


1. Εισαγωγή

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο πεδίο ερευνών που μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων που συγκροτούν οι μαθητές. Η συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων από τους μαθητές έχει τεθεί ως βασικός στόχος της εκπαίδευσής τους στις Φυσικές Επιστήμες (Driver, Newton & Osborne 2000, NGSS Lead States 2013; NRC 2012). Έχει υποστηριχθεί ότι η εμπλοκή των μαθητών με διαδικασίες συγκρότησης τεκμηριωμένων επιχειρημάτων μπορεί να συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου και της φύσης της επιστημονικής γνώσης (Sandoval & Reiser 2004), να συμβάλλει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης (Klein 2015, Kline 1998) και να συντελέσει στην αλλαγή της εικόνας που έχουν σχηματίσει οι μαθητές για τις Φυσικές Επιστήμες (Bell & Linn 2000).

Ένα επιχείρημα περιλαμβάνει τέσσερα συστατικά στοιχεία (McNeill & Krajcik 2012): ισχυρισμό (συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση), αποδεικτικά στοιχεία (δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό), συλλογισμό (συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία χρησιμοποιώντας επιστημονικές αρχές) και αντίκρουση (αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος) (Σχήμα 1). Η ποιότητα ενός επιχειρήματος που παράγει ο μαθητής στις Φυσικές Επιστήμες χαρακτηρίζεται από τη δομή (επάρκεια των συστατικών στοιχείων του) και από το περιεχόμενό του (καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων του όταν αυτά συγκρίνονται με τη σχολική γνώση) (McNeill et al. 2006).

Σχήμα 1: Τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (McNeill & Krajcik, 2013).



Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που διερευνούν τα επιχειρήματα που συγκροτούν οι μαθητές, συνάγεται ότι οι μαθητές συνηθίζουν να προτείνουν ισχυρισμούς χωρίς όμως να προτείνουν επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία για υποστήριξη των ισχυρισμών (Jiménez-Aleixandre et al. 2000, Lehrer & Schauble 2010, Songer & Gotwals 2012). Επίσης, εμφανίζουν δυσκολία στη χρήση συλλογισμών που συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τους ισχυρισμούς και συχνά δεν προτείνουν τις επιστημονικές αρχές που υποστηρίζουν αυτή τη σύνδεση (Bell & Linn 2000, Jiménez-Aleixandre et al. 2000, McNeill & Krajcik 2007). Επιπλέον, οι μαθητές σπάνια συμπεριλαμβάνουν στα επιχειρήματα τους αντικρούσεις (McNeill & Krajcik 2012, Zeidler 1997).

Αν και είναι εκτεταμένη η έρευνα που μελετά τα επιχειρήματα των μαθητών, όμως η έρευνα που μελετά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών είναι περιορισμένη (McNeill et al. 2006, Sampson & Walker 2012, Songer & Gotwals 2012). Επίσης, απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων για τον ήχο στην



ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Επιπρόσθετα, δεν εντοπίζονται έρευνες που να εστιάζουν στην διακριτή αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι αυτή μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον ήχο τόσο στη δομή όσο και στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών, ζήτημα για το οποίο δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών Γ΄ τάξης του Γυμνασίου. Πιο συγκεκριμένα, τέθηκαν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- (α) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης για την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών;
- (β) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης για την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών;

Ερευνητική διαδικασία και συμμετέχοντες

Η ερευνητική διαδικασία περιλάμβανε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση σχεδιάστηκε το ερωτηματολόγιο και το εκπαιδευτικό υλικό για την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου (πιλοτική έρευνα). Στη δεύτερη φάση εφαρμόστηκε το εκπαιδευτικό υλικό σε μαθητές και συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο από αυτούς τους μαθητές δύο εβδομάδες πριν και δύο εβδομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση (κύρια έρευνα). Στην έρευνα συμμετείχαν 44 μαθητές της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου.

Εκπαιδευτικό υλικό

Το εκπαιδευτικό υλικό για την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου που αναπτύχθηκε βασίστηκε στη εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών. Ο όρος πρακτικές των Φυσικών Επιστημών αναφέρεται στις πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών καθώς προβαίνουν σε διερευνήσεις και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για την ερμηνεία του φυσικού κόσμου (NRC 2012). Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες έχουν προταθεί οι παρακάτω οκτώ πρακτικές (NGSS Lead States, 2013): (α) υποβολή ερωτημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων, (ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Το εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε περιλάμβανε δύο ενότητες: παραγωγή του ήχου και διάδοση του ήχου. Το εκπαιδευτικό μοντέλο που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού κάθε ενότητας ήταν το μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006) το οποίο περιλαμβάνει τις ακόλουθες πέντε φάσεις: ενεργοποίηση, εξερεύνηση, εξήγηση, εφαρμογή και αξιολόγηση. Η φάση της ενεργοποίησης στόχευε στην ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών, τη συνειδητοποίηση των μεταξύ τους διαφωνιών και τη διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων. Στη φάση της διερεύνησης οι μαθητές σχεδίασαν και πραγματοποίησαν διερευνήσεις προκειμένου να απαντήσουν στα ερευνητικά ερωτήματα που είχαν



θέσει. Η φάση της εξήγησης στόχευε στη συγκρότηση από τους μαθητές επιχειρημάτων βασισμένων σε δεδομένα που είχαν συλλέξει στη φάση της διερεύνησης. Στους μαθητές παρουσιάστηκαν και εξηγήθηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος. Σε δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού ζητήθηκε από τους μαθητές η συγκρότηση επιχειρημάτων και η αξιολόγησή τους με την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού. Στη φάση της εφαρμογής οι μαθητές επεξεργάστηκαν νέα προβλήματα ώστε να εξεταστεί αν οι μαθητές ενεργοποιούν συστηματικά τη νέα γνώση. Οι μαθητές ανέπτυξαν επιχειρήματα και τα αξιολόγησαν, με τη βοήθεια πλαισίων αξιολόγησης (αυτο-αξιολόγηση επιχειρημάτων) που τους δόθηκαν και τους ζητήθηκε εκ νέου η παραγωγή επιχειρημάτων.

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα γραπτό ερωτηματολόγιο που διαμορφώθηκε για τις ανάγκες της έρευνας. Σε αυτό περιλαμβάνονταν πέντε ερωτήσεις που ζητούσαν από τους μαθητές να προβούν σε προβλέψεις και αιτιολογήσεις για θέματα που σχετίζονται με την παραγωγή και τη διάδοση του ήχου. Στο Παράρτημα, παρουσιάζεται μια τέτοια ερώτηση.

Πίνακας 1: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (σε επίπεδα) της δομής των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό	Προτείνει ανεπαρκή ισχυρισμό	Προτείνει επαρκή ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές ή συνδέει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές και συνδέει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση	Προτείνει ανεπαρκή αντίκρουση	Προτείνει επαρκή αντίκρουση

Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών στις παραπάνω ερωτήσεις. Για την αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών χρησιμοποιήθηκαν δύο κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων (τριών επιπέδων 0, 1 και 2) (Σκουμιός & Χατζηνικήτα 2014). Η πρώτη αξιολογεί την επάρκεια (Πίνακας 1) και η δεύτερη την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων (Πίνακας 2).



Πίνακας 2: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (σε επίπεδα) του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό ή προτείνει ακατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει κατάλληλο ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία ή προτείνει ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Μπορεί να υπάρχουν και μη κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό ή προτείνει ακατάλληλο συλλογισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές ή συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές και συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση ή προτείνει ακατάλληλη αντίκρουση	Προτείνει μερικώς κατάλληλη αντίκρουση	Προτείνει κατάλληλη αντίκρουση

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα παράδειγμα αξιολόγησης ενός επιχειρήματος που συγκρότησε ένας μαθητής.

Επιχείρημα μαθητή: «*Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου σε ένα μέσο εξαρτάται από το πάχος και την πυκνότητα. Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα όσο αυξάνεται η πυκνότητα αυξάνεται και η ταχύτητα*».

Σχετικά με τη δομή, το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό («*Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου σε ένα μέσο εξαρτάται από το πάχος και την πυκνότητα*»), ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2), περιλαμβάνει ένα αποδεικτικό στοιχείο («*Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα, όσο αυξάνεται η πυκνότητα αυξάνεται και η ταχύτητα*») (επίπεδο 1) και δεν περιλαμβάνει συλλογισμό (επίπεδο 0) και αντίκρουση (επίπεδο 0). Σχετικά με το περιεχόμενο, το επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος είναι μερικώς κατάλληλος (επίπεδο 1), περιλαμβάνει ένα αποδεικτικό στοιχείο το οποίο είναι κατάλληλο (επίπεδο 2) και δεν περιλαμβάνει συλλογισμό (επίπεδο 0) και αντίκρουση (επίπεδο 0).

Η αξιολόγηση των επιχειρημάτων των μαθητών πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές που εργάστηκαν ανεξάρτητα. Οι διαφωνίες τους επιλύθηκαν μέσω συζητήσεων.

Αφού αναλύθηκαν τα επιχειρήματα των μαθητών, προσδιορίστηκαν οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών τους στοιχείων ως προς τη δομή και το περιεχόμενό τους πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

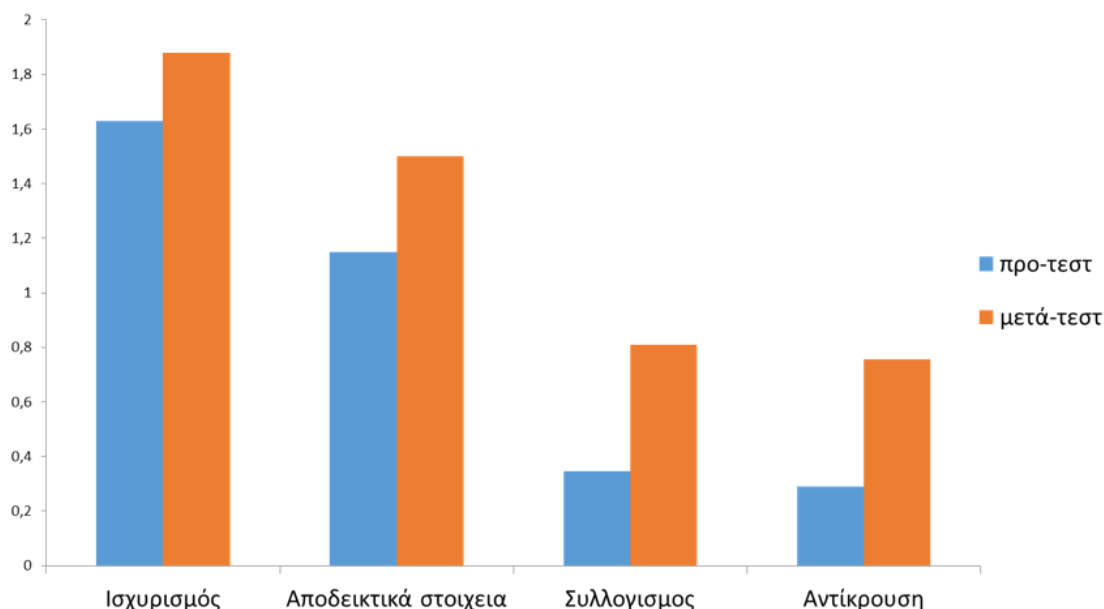


3. Αποτελέσματα

Δομή επιχειρημάτων

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς την επάρκειά τους πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Προκύπτει ότι υπάρχει μια αύξηση στην μέση τιμή των επιπέδων και των τεσσάρων συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση) μετά τη διδακτική παρέμβαση σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές πριν τη διδακτική παρέμβαση.

Σχήμα 2: Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς την επάρκειά τους πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

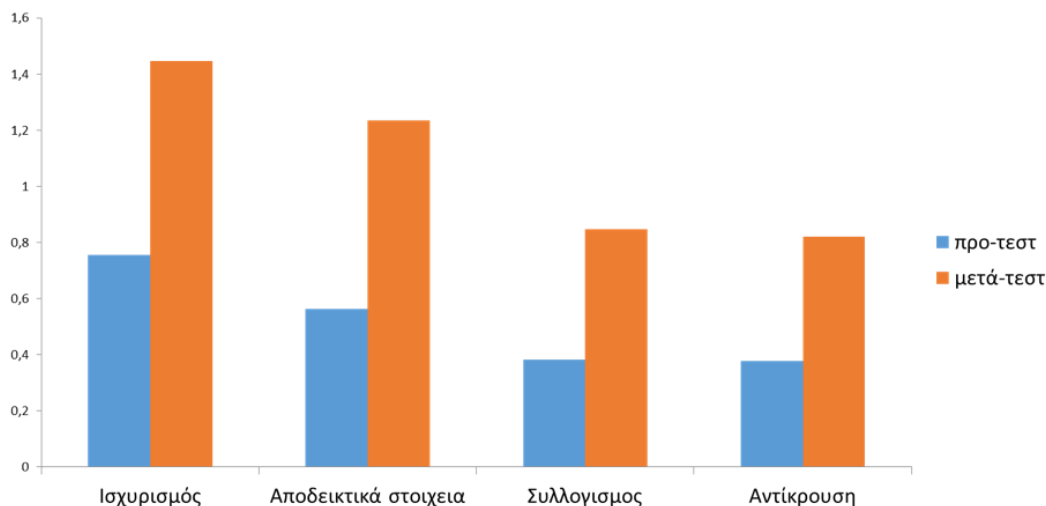


Περιεχόμενο επιχειρημάτων

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς την καταλληλότητά τους πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Διαπιστώνεται ότι υπάρχει μια αύξηση στην μέση τιμή των επιπέδων και των τεσσάρων συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς την καταλληλότητά τους μετά τη διδακτική παρέμβαση σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές πριν τη διδακτική παρέμβαση.



Σχήμα 3: Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς την καταλληλότητά τους πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.



4. Συμπεράσματα

Πριν τη διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε η ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών κρίνεται χαμηλή. Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με αποτελέσματα άλλων ερευνών (McNeill & Krajcik 2007). Έχει επισημανθεί ότι κατά την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, σπάνια τους παρέχονται ευκαιρίες να αξιολογούν επιχειρήματα και σπάνια υποστηρίζονται στην προσπάθειά τους να συγκροτούν επιχειρήματα (Newton, Driver & Osborne 1999).

Όμως, μετά τη διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε βελτιώθηκε η ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας καταδεικνύουν ότι μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε τόσο η δομή όσο και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών βελτιώθηκαν. Οι μαθητές βελτίωσαν την επάρκεια και την καταλληλότητα των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων, των συλλογισμών και των αντικρούσεων των επιχειρημάτων τους.

Η σημαντική βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό και τη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε. Δόθηκε στους μαθητές η δυνατότητα να γνωρίσουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και τον τρόπο με τον οποίο αυτά συνδέονται μεταξύ τους, να αξιολογήσουν τα επιχειρήματά τους (αυτοαξιολόγηση) και να τα τροποποιήσουν με βάση τα αποτελέσματα της αυτοαξιολόγησης που έκαναν. Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι οι παραπάνω διαδικασίες συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών (McNeill & Krajcik 2012).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας υπόκεινται στους περιορισμούς τόσο του μικρού δείγματος το οποίο δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού των μαθητών όσο και της χρήσης του ερωτηματολογίου ως μοναδικού εργαλείου συλλογής των δεδομένων.

Με βάση τα αποτελέσματα και τους περιορισμούς της εργασίας προτείνεται η πραγματοποίηση της ίδιας έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, ώστε να διερευνηθεί αν τα αποτελέσματά της θα μπορούσαν να γενικευθούν. Επίσης, προτείνεται η πραγματοποίηση αντίστοιχης έρευνας σε μαθητές των τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου, καθώς επίσης και του



Λυκείου και η συσχέτιση των ευρημάτων τους. Επιπρόσθετα, είναι αναγκαία η ποιοτική ανάλυση των γραπτών και προφορικών επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών ώστε να διερευνηθεί η εξέλιξη της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων τους για θέματα των Φυσικών Επιστημών.

5. Βιβλιογραφία

Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9–19.

Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817.

Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “Doing Science”: argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757–792.

Klein, G. (2015). A naturalistic decision making perspective on studying intuitive decision making. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 4(3), 164-168.

Kline, R. B. (1998). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: Guildwood.

Lehrer, R., & Schauble, L. (2010). What kind of explanation is a model? In M. K. Stein, & L. Kucan, (Eds.), *Instructional explanations in the disciplines* (pp. 9–22.) New York, NY: Springer.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students’ use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. Lovett & S. P. (Eds.), *Thinking with Data: The proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.

McNeill, K.L., & Knight, A.M. (2013). Teachers’ pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on k-12 teachers. *Science Education*, 96, 936-972

McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students’ construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.

National Research Council (NRC)., (2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

NGSS Lead States., (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

Newton, P., Driver, R. & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.

Sampson, V., & Walker, J. P. (2012). Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate students write to learn by learning to write in chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1443–1485.



Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345–372.

Songer, N. B. & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141-165.

Zeidler, D. L., (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81(4), 483–496.

6. Παράρτημα

Ενδεικτική ερώτηση του ερωτηματολογίου

Σε ένα σχολείο στην Αγγλία ο φίλος σου ο Jack και οι συμμαθητές του διδάσκονται για τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάδοσης του ήχου σε διαφορετικά υλικά. Ο καθηγητής ζήτησε από τους μαθητές να γράψουν και να αιτιολογήσουν την άποψη τους στην παρακάτω ερώτηση: «Από τι εξαρτάται η ταχύτητα διάδοσης του ήχου σε ένα μέσο;». Για να τους βοηθήσει τους έδωσε τον παρακάτω πίνακα ο οποίος προκύπτει από πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί.

Υλικό	Πυκνότητα	Πάχος (cm)	Ταχύτητα (m/sec)
Αέρας	Πολύ μικρή	50	343
Οινόπνευμα	Μικρή	10	1150
Χρυσός	Μεγάλη	5	3250
Γρανίτης	Πολύ μεγάλη	20	6000

Ο Jack ζητάει τη βοήθεια σου καθώς στην τάξη του τα παιδιά έχουν διαφορετικές απόψεις. Γράψε τη δική σου άποψη για την ερώτηση αυτή και αιτιολόγησε την. Επίσης προσπάθησε να πείσεις τον Jack και τους συμμαθητές του πως η δική σου άποψη είναι η μόνη ορθή σε σχέση με άλλες πιθανές απόψεις.



Χημικές εξισώσεις με σύμβολα και με προσομοιώματα: Υπάρχει εξέλιξη των γνώσεων μαθητών από τη β΄ στη γ΄ τάξη γυμνασίου; Η περίπτωση ενός πρότυπου γυμνασίου

Γιαννούλα Πανταζή,¹ Κωνσταντίνα Μαλάμου² & Γεώργιος Τσαπαρλής³

¹ Εκπαιδευτικός, υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Πρέβεζας liannapantazi@in.gr

² Εκπαιδευτικός, Πρότυπο Γυμνάσιο Ζωσιμαίας Σχολής Ιωαννίνων nmalamou@gmail.com

³ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας gtseper@cc.uoi.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνούμε κατά πόσο η γνώση των μαθητών σχετικά με την αναπαράσταση των χημικών αντιδράσεων με σύμβολα και με προσομοιώματα εξελίσσεται από τη β΄ τάξη στη γ΄ τάξη γυμνασίου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 64 μαθητές ενός πρότυπου δημόσιου γυμνασίου κατά τη διάρκεια δύο συνεχόμενων σχολικών ετών (2015-16 και 2016-17). Στο σύνολο των μαθητών βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ της επίδοσης των μαθητών στη γ΄ τάξη. Η συμπεριφορά αυτή εντοπίστηκε σε μαθητές με χαμηλότερες μέσες επιδόσεις. Μαθητές με υψηλές ή ενδιάμεσες επιδόσεις δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική μεταβολή.

Λέξεις-κλειδιά: Χημεία γυμνασίου, μοριακά μοντέλα, μοριακά προσομοιώματα, χημική αντίδραση, χημική εξίσωση.

Chemical equations with symbols and pictorial models: Are there an evolution of pupils' knowledge from 8th to 9th grade? The case of a (Greek) model school

Giannoula Pantazi,¹ Constantina Malamou² & Georgios Tsaparlis³

¹ Secondary teacher, headmaster of (EKFE), Preveza, liannapantazi@in.gr

² Secondary teacher, Zosimaia Model Lower Secondary School, Ioannina, nmalamou@gmail.com

³ University of Ioannina, Department of Chemistry, Ioannina, gtseper@cc.uoi.gr

Abstract

In this proposal, we investigate how the knowledge of pupils about the representation of chemical reactions with symbols and pictorial models evolved from the 8th to the 9th grade. The study was conducted with 64 pupils from a Greek public model lower-secondary school during two consecutive school years (2015-16 and 2016-17). It was found that there is a statistically significant difference in student performance in the 9th grade. This behavior was found to occur only with the students of lower average performance. Students with high or intermediate performance did not show a statistically significant change.

Keywords: Lower-secondary school chemistry, molecular models, pictorial models of molecules, chemical reaction, chemical equation.



1. Εισαγωγή

Πολλές μελέτες στη διδακτική των φυσικών επιστημών, ήδη από τη δεκαετία του 1970, έχουν υποστηρίξει ότι η σωματιδιακή φύση και η ατομική και μοριακή δομή της ύλης προκαλούν μεγάλες εννοιολογικές δυσκολίες στους μαθητές, οδηγώντας σε φτωχή κατανόηση (Tsaparlis 1997, Τσαπαρλής 2011). Με βάση για παράδειγμα τη θεωρία του Piaget, η σωματιδιακή φύση της ύλης απαιτεί για την κατανόησή της ικανότητες τυπικής συλλογιστικής, άρα είναι δύσκολη για τους μαθητές του γυμνασίου (Τσαπαρλής 1991). Για την άρση αυτών των δυσκολιών προτάθηκε για τη διδασκαλία και τη μάθηση της χημείας η χημική τριάδα του Johnstone (Johnstone & Wham 1982, Johnstone 2007), η οποία έχει χρησιμεύσει τόσο ως θεωρητικό πλαίσιο που καθοδηγεί την έρευνα στη διδακτική της χημείας, όσο και ως μια κεντρική ιδέα σε ποικίλα προγράμματα σπουδών (Talanquer 2011). Η χημική τριάδα του Johnstone συνδέει το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό επίπεδο της χημείας και βασίζεται στη θεωρία επεξεργασίας των πληροφοριών. Επιπροσθέτως, ο Johnstone (2007) τόνισε ότι οι σχεδιαστές προγραμμάτων σπουδών και οι συγγραφείς σχολικών βιβλίων πρέπει να σκεφτούν για μια σημαντική εισαγωγική περίοδο κατά την οποία οι μαθητές πρέπει να εξοικειώνονται με το να σκέφτονται με επιστημονικό τρόπο μόνο μέσω της χρήσης του μακροεπιπέδου και απτών εμπειριών. Μια τέτοια προσέγγιση είναι σύμφωνη με τον εποικοδομισμό και ακολουθεί την αρχή της επαγωγής με τη μετάβαση από το μακροσκοπικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο. Στο πνεύμα αυτό, οι Γεωργιάδου και Τσαπαρλής (1999) (δες επίσης Georgiadou και Tsaparlis 2000) πρότειναν και δοκίμασαν για τη γυμνασιακή χημεία μια μέθοδο τριών κύκλων, η οποία πραγματεύεται χωριστά το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το υπομικροσκοπικό επίπεδο με ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Παρ' όλα αυτά, έννοιες όπως η σωματιδιακή φύση ύλης, η ατομική και μοριακή δομή της εξακολουθούν να ταλαιπωρούν τους μαθητές. Η πλειονότητα των μαθητών του γυμνασίου και του λυκείου μπορεί εύκολα να δέχεται την ύπαρξη των σωματιδίων, αλλά είναι δύσκολο να αφομοιώσουν τις έννοιες αυτές και να τις χρησιμοποιήσουν για να εξηγήσουν άλλες χημικές έννοιες και χημικές μεταβολές. Στην Ελλάδα, οι Γκιτζιά, Σάλτα και Τζουγκράκη (2017) μελέτησαν την ικανότητα μαθητών β' λυκείου να μεταφράζουν αναπαραστάσεις χημικών αντιδράσεων από ένα επίπεδο της χημείας σε άλλο και βρήκαν ότι οι μαθητές συναντούν σημαντικές δυσκολίες σε αυτό το έργο.

Οι Wisser και Smith (2008) επισημαίνουν ότι η κατανόηση των χημικών εννοιών *χημική ουσία*, *χημικό στοιχείο*, *μείγμα*, *διάλυμα* και *χημική αντίδραση* δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική χωρίς τη χρήση σωματιδιακών μοντέλων. Τέλος, σύμφωνα με τον Παπαγεωργίου (2013), από παιδαγωγική άποψη το «μοντέλο του ατόμου» (ως ένα σημαντικό είδος σωματιδίου) και το «μοντέλο του χημικού δεσμού» (ως ο τρόπος που συγκρατεί τα άτομα μεταξύ τους στα μόρια) είναι πολύ σημαντικά, καθώς αφορούν την πρώτη συνάντηση των μαθητών με την έννοια της χημικής μεταβολής.

Σε προηγούμενη εργασία (Πανταζή & Τσαπαρλής 2016, 2017), διερευνήσαμε κατά πόσο οι μαθητές της β' τάξης γυμνασίου εξοικειώνονται με τα άτομα, τα μόρια, τα χημικά σύμβολα και τα προσομοιώματά τους, ενώ εξετάσαμε και την επίδραση διδακτικής παρέμβασης με την οποία οι χημικές αντιδράσεις διδάχθηκαν μετά την εισαγωγή των εννοιών των μορίων και των ατόμων και των συμβολισμών τους. Στην έρευνα ελήφθησαν υπόψη έξι γυμνάσια, πέντε δημόσια και ένα ιδιωτικό ($N = 286$). Για την αξιολόγηση των μαθητών, χρησιμοποιήσαμε ένα επώνυμο τεστ (σε δύο ισοδύναμες μορφές ώστε γειτονικοί μαθητές να μην απαντούν στο ίδιο τεστ) (βλέπε Εικόνα 1 και Εικόνα 2), και ένα διαγώνισμα (σε δύο ισοδύναμες μορφές), ο βαθμός των οποίων συμμετείχε στη βαθμολογία του τριμήνου. Για τη μέτρηση της αξιοπιστίας των τεστ χρησιμοποιήσαμε τον συντελεστή άλφα του Cronbach (Cronbach's alpha), οι τιμές του οποίου κυμαίνονται από 0 έως 1. Τιμές μεγαλύτερες του 0,70 σημαίνουν ότι το τεστ είναι αξιόπιστο. Στην περίπτωση μας, η τιμή του συντελεστή άλφα υπολογίστηκε με χρήση του προγράμματος SPSS και βρέθηκε ίση με: $\alpha = 0,747$.



Με βάση τις επιδόσεις και με στατιστική μεθοδολογία έγινε ομαδοποίηση των σχολείων σε δύο κατηγορίες. Σε σχολεία με σχετικά υψηλή μέση βαθμολογία των μαθητών τους και σε αυτά με χαμηλή μέση βαθμολογία των μαθητών τους. Βρέθηκε ότι οι μαθητές χαμηλής επίδοσης μεταβαίνουν με μεγαλύτερη ευκολία από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, ενώ οι μαθητές σχετικά υψηλής επίδοσης ανταποκρίνονται το ίδιο σε οποιαδήποτε μετάβαση είτε από το συμβολικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο είτε αντίστροφα. Η σύγκριση της μέσης επίδοσης των μαθητών ανά σχολείο βασίστηκε σε ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (σχολείο) One-way Anova (παραμετρική ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων *Tukey και Tamhane*, τιμή $p=0,001<0,05$) για ανεξάρτητα δείγματα και στη μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης των *Kruskal-Wallis, Asymp. Sig.<0,001*, η οποία αποτελεί τη γενίκευση του ελέγχου των *Mann-Whitney-Wilcoxon* για τρία ή περισσότερα δείγματα. Τόσο τα τεστ όσο και τα διαγνώσιμα βαθμολογήθηκαν και από τους εκπαιδευτικούς που δίδαξαν το μάθημα και από την κυρίως ερευνήτρια, με τον συντελεστή συσχέτισης *Spearman* (για τη σύγκριση της βαθμολογίας των εκπαιδευτικών και της ερευνήτριας), να είναι $\rho = 0,943$ γεγονός που καταδεικνύει την υψηλού βαθμού θετική γραμμική συσχέτιση.

Η παρούσα έρευνα έχει σκοπό να μελετήσει την εξέλιξη των σχετικών με τις χημικές αντιδράσεις γνώσεων των μαθητών από τη β' προς τη γ' τάξη γυμνασίου. Προς τούτο χρησιμοποιήσαμε το ίδιο αρχικό τεστ (στις δύο ισοδύναμες μορφές του) (του οποίου η αξιοπιστία είχε ήδη ελεγχθεί) και το ίδιο διαγώνισμα με την προηγούμενη εργασία μας (Πανταζή & Τσαπαρλής 2016). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τους μαθητές ενός πρότυπου γυμνασίου επαρχιακής πόλης. Το ερώτημα που καθοδήγησε την έρευνα είναι το αν επιτυγχάνεται, σε ποιο βαθμό επιτυγχάνεται και για ποιους μαθητές μια ικανοποιητική γνώση που θα χρησιμεύσει ως αφετηρία για την πολύ απαιτητικότερη χημεία του λυκείου. Η επιλογή του πρότυπου γυμνασίου έγινε προκειμένου να έχουμε στο δείγμα μας ικανοποιητικό αριθμό καλών μαθητών, οι οποίοι θα παράσχουν ένα μέτρο για το βέλτιστο επίπεδο χημικών γνώσεων των μαθητών γυμνασίου. Στην παρούσα πρόταση, θα περιοριστούμε στην παρουσίαση των ευρημάτων μας σχετικά με το τεστ.

2. Μεθοδολογία

Δείγμα

Η έρευνα διεξήχθη κατά τα σχολικά έτη 2015-16 για τη β' τάξη και 2016-17 για την γ' τάξη, σε ένα πρότυπο δημόσιο γυμνάσιο, με τους ίδιους 64 μαθητές, κατανεμημένους σε τρία τμήματα. Η διδάσκουσα και τις δύο χρονιές ήταν η ίδια, μία χημικός με μεταπτυχιακό στη διδακτική της χημείας και αρκετή διδακτική εμπειρία. Πέρα από βασικές οδηγίες για τον τρόπο διεξαγωγής των τεστ, καμιά διδακτική παρέμβαση ή παρατήρηση των διδασκαλιών δεν έγινε από τους δύο άλλους ερευνητές ούτε ζητήθηκε από την εκπαιδευτικό η καταγραφή των διδακτικών μεθόδων και λεπτομερειών. Επομένως η εκπαιδευτικός δίδαξε με τον συνήθη τρόπο της και μέσα στον προβλεπόμενο για τη σχετική ενότητα διδακτικό χρόνο.

Η εφαρμογή του προγράμματος και τα σχετικά τεστ στα οποία υποβάλαμε τους μαθητές ενέπιπταν ακριβώς στο αναλυτικό πρόγραμμα της χημείας β' γυμνασίου και βρίσκονταν ακριβώς στο σχολικό εγχειρίδιο. Για τον λόγο αυτόν, κρίθηκε ότι δεν απαιτούνταν καμιά ειδική άδεια από το ΙΕΠ, το σχολείο, ή τους γονείς των μαθητών. Για τον ίδιο λόγο, το τεστ στο οποίο απάντησαν οι μαθητές ήταν επώνυμο και ο βαθμός της επίδοσής τους συμμετέσχε στη βαθμολογία του τριμήνου. Με τον τρόπο αυτόν θελήσαμε να ενεργοποιήσουμε τους μαθητές να προσπαθήσουν όσο περισσότερο μπορούσαν για καλύτερη επίδοση.



Το τεστ

Χρησιμοποιήσαμε το ίδιο τεστ, σε δύο μορφές (ώστε γειτονικοί μαθητές να μην απαντούν στο ίδιο τεστ) που χρησιμοποιήσαμε και στην προηγούμενη ευρύτερη έρευνά μας (βλ. παραπάνω), για να διαπιστώσουμε κατά πόσο οι μαθητές απέκτησαν την ικανότητα να περνούν από το επίπεδο των προσομοιωμάτων (το υπομικροσκοπικό επίπεδο) στο επίπεδο των χημικών συμβόλων (το συμβολικό επίπεδο) και αντίστροφα.

Κάθε μορφή του τεστ (βλέπε Εικόνα 1 και Εικόνα 2) αποτελούνταν από δύο διαφορετικές ισοσταθμισμένες «απεικονίσεις» χημικών αντιδράσεων με χημικές εξισώσεις. Η μία απεικόνιση ήταν σε συμβολικό επίπεδο και ζητούνταν να αναπαρασταθεί σε υπομικροσκοπικό επίπεδο με προσομοιώματα (τα προσομοιώματα ατόμων και μορίων που συμμετείχαν σε αυτή δίδονταν ονομαστικά *χωρίς τα χημικά τους σύμβολα*). Η άλλη απεικόνιση της χημικής αντίδρασης ήταν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο με προσομοιώματα και ζητούνταν να αναπαρασταθεί σε συμβολικό επίπεδο (τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που υπεισέρχονταν στη χημική εξίσωση δίδονταν πάλι ονομαστικά, *χωρίς τα χημικά τους σύμβολα*). Η χρονική διάρκεια του τεστ ήταν 15 λεπτά. Στη β' γυμνασίου τα τεστ απαντήθηκαν στο μέσον της σχολικής χρονιάς ενώ στη γ' γυμνασίου στο τέλος της σχολικής χρονιάς και πριν τις απολυτήριες εξετάσεις. Τα τεστ διορθώθηκαν και βαθμολογήθηκαν από την κυρίως ερευνήτρια.

Ειδικό Ερευνητικό ερώτημα: Μπορούν οι μαθητές να περνούν από τη χημική εξίσωση με σύμβολα (συμβολικό επίπεδο) στη χημική εξίσωση με προσομοιώματα (υπομικροσκοπικό επίπεδο) και αντίστροφα; Ειδικότερα:

- A. Όταν τους δίδεται μια ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση σε συμβολικό επίπεδο, μπορούν να χρησιμοποιήσουν προσομοιώματα για να την απεικονίσουν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο;
- B. Όταν τους δίδεται μια ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση σε υπομικροσκοπικό επίπεδο με προσομοιώματα, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα σύμβολα των μορίων για να την αναπαραστήσουν σε συμβολικό επίπεδο;

3. Αποτελέσματα

Ο πίνακας 1 δίνει τις μέσες επιδόσεις (Μ.Ο.) και τις τυπικές αποκλίσεις (Τ.Α.) στο τεστ για τη β' και τη γ' τάξη γυμνασίου, ενώ ο πίνακας 2 τα αποτελέσματα της επαγωγικής στατιστικής (τεστ *t* για εξαρτημένα δείγματα). Από τον πίνακα 1 παρατηρούμε ότι υπάρχει βελτίωση από το 77,9% της β' τάξης στο 86,9% της γ' τάξης (αύξηση 9%). Η βελτίωση είναι μεγαλύτερη στο Θέμα 2 (από 75,3 σε 85,6, αύξηση 10,3%). Κάθε θέμα βαθμολογείται με άριστα το 100.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής για τη β' και τη γ' τάξη γυμνασίου του πρότυπου σχολείου (N = 64). Όλοι οι βαθμοί είναι επί τοις εκατό.

N = 64	Β' τάξη			Γ' τάξη		
	Θέμα 1	Θέμα 2	ΣΥΝΟΛΟ	Θέμα 1	Θέμα 2	ΣΥΝΟΛΟ
Μ.Ο.	80,5	75,3	77,9	88,2	85,6	86,9
Τ.Α.	32,7	34,4	28,2	25,9	25,9	21,0



Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι η επίδοση στο 1^ο θέμα ήταν μεγαλύτερη από ό,τι στο 2^ο θέμα, κάτι που παρατηρήθηκε και στην προηγούμενη έρευνά μας ($N = 64$). Δηλαδή, οι μαθητές μεταβαίνουν με μεγαλύτερη ευκολία από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο και όχι αντίστροφα. Στην προηγούμενη έρευνα η συμπεριφορά αυτή εντοπίστηκε στα σχολεία χαμηλής μέσης επίδοσης.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα επαγωγικής στατιστικής (κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα, και στατιστική σημαντικότητα για δίπλευρη κρίσιμη περιοχή), για τη β' και τη γ' τάξη γυμνασίου του πρότυπου σχολείου ($N = 64$). Οι παύλες σημαίνουν αδύνατες ή μη ενδιαφέρουσες συγκρίσεις.

	Β' τάξη Θέμα 1	Β' τάξη Θέμα 2	Γ' τάξη Θέμα 1	Γ' τάξη Θέμα 2	Γ' τάξη ΣΥΝΟΛΟ
Β' τάξη Θέμα 1	—	ΟΣ	ΟΣ	—	—
Β' τάξη Θέμα 2	ΟΣ ²³	—	—	$p = 0,019$ (Σ*)	—
Γ' τάξη Θέμα 1	ΟΣ	—	—	ΟΣ	—
Γ' τάξη Θέμα 2	—	$p = 0,019$ (Σ*)	ΟΣ	—	—
Β' τάξη ΣΥΝΟΛΟ	—	—	—	—	$p = 0,012$ (Σ*)

Εν συνεχεία, χωρίσαμε τους μαθητές, αρχικά σε δύο σχεδόν ισάριθμες ομάδες (βλέπε πίνακα 3 και 4). Ένα «ανώτερο ήμισυ» με υψηλή επίδοση ($N_A = 32$, βαθμός β' τάξης $\geq 92,5\%$) και ένα «κατώτερο ήμισυ» ($N_K = 30$, βαθμός β' τάξης $\leq 87,5\%$). Η ευκολότερη μετάβαση από το συμβολικό επίπεδο στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, χωρίς να είναι στατιστικώς σημαντική, εντοπίζεται μόνο στους μαθητές N_K , όπου: μέσος όρος της βαθμολογίας των μαθητών στη β' τάξη στο 1ο θέμα (Μ.Ο.1 = 60,2%) έναντι της βαθμολογίας στο 2ο θέμα (Μ.Ο.2 = 49,5%). Στη γ' τάξη δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των δύο μεταβάσεων (Μ.Ο.1 = 78,8% και Μ.Ο.2 = 75%). Ωστόσο παρατηρείται σημαντική βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών από την β' τάξη στην γ' τάξη (Μ.Ο.β' τάξης = 54,8% και Μ.Ο.γ' τάξης = 76,9%). Η μη μεταβολή στην επίδοση της ομάδας N_A είναι λογική, μιας και οι μαθητές αυτοί ξεκίνησαν από τη β' τάξη με ήδη υψηλές επιδόσεις (μέση επίδοση 99,5%, όπου 30 μαθητές πέτυχαν βαθμολογία 100% και μόνο δύο μαθητές 92,5%).

Πίνακας 3: Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής για τη β' και τη γ' τάξη γυμνασίου του πρότυπου σχολείου με τους μαθητές χωρισμένους σε δύο ομάδες, υψηλής ($N_A=32$) και χαμηλής ή ενδιάμεσης επίδοσης ($N_K = 30$). Όλοι οι βαθμοί είναι επί τοις εκατό.

	Β' τάξη			Γ' τάξη		
	Θέμα 1	Θέμα 2	ΣΥΝΟΛΟ	Θέμα 1	Θέμα 2	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΩΤΕΡΟ ΗΜΙΣΥ ($N_A = 32$)						
Μ.Ο.	99,5	99,5	99,5	97,0	95,5	96,2
Τ.Α.	2,7	2,7	1,8	14,3	16,1	10,4
ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΗΜΙΣΥ ($N_K = 30$)						
Μ.Ο.	60,2	49,5	54,8	78,8	75,0	76,9
Τ.Α.	37,7	33,9	24,5	31,9	30,1	24,7

²³ ΟΣ σημαίνει Όχι Σημαντικό.



Στη συνέχεια χωρίσαμε τους μαθητές της ομάδας N_k (κατώτερο ήμισυ) σε δύο ομάδες. Μία ομάδα ενδιάμεσης επίδοσης (N_E) και μία χαμηλής επίδοσης (N_X) για να μελετήσουμε εάν υπάρχει βελτίωση στην επίδοσή τους από τη β' στη γ' τάξη. Η ομάδα N_A δεν παρουσίασε μεταβολή στην επίδοσή της από τη β' στη γ' τάξη και ως εκ τούτου δεν μελετήθηκε περαιτέρω. Οι πίνακες 5 και 6 δίνουν τα αποτελέσματα περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής για τη β' και τη γ' τάξη γυμνασίου του πρότυπου σχολείου με τους μαθητές της ομάδας N_k («κατώτερο ήμισυ») χωρισμένους στις δύο ομάδες N_E και N_X . Παρατηρούμε ότι μόνο οι μαθητές χαμηλής επίδοσης σημείωσαν στατιστικώς αξιόλογη βελτίωση από τη β' (Μ.Ο. = 33,8%) στη γ' τάξη (Μ.Ο. = 77,0%). Στην περίπτωση της ομάδας N_E , ενδιάμεσης επίδοσης, η μη μεταβολή στην επίδοση δεν είναι λογική (από Μ.Ο. = 75,8% στη β' τάξη σε Μ.Ο. = 76,8% στη γ' τάξη).

Πίνακας 4: Αποτελέσματα επαγωγικής στατιστικής (κριτήριο Wilcoxon για εξαρτημένα δείγματα, και στατιστική σημαντικότητα για δίπλευρη κρίσιμη περιοχή). Για το κατώτερο ήμισυ μαθητών ($N = 30$). Οι παύλες σημαίνουν αδύνατες ή μη ενδιαφέρουσες συγκρίσεις.

	Β' τάξη Θέμα 1	Β' τάξη Θέμα 2	Γ' τάξη Θέμα 1	Γ' τάξη Θέμα 2	Γ' τάξη ΣΥΝΟΛΟ
Β' τάξη Θέμα 1	—	ΟΣ	$p=0,064(ΟΣ)$	—	—
Β' τάξη Θέμα 2	ΟΣ	—	—	$p=0,002(Σ^{**})$	—
Γ' τάξη Θέμα 1	$p=0,064(ΟΣ)$	—	—	ΟΣ	—
Γ' τάξη Θέμα 2	—	$p=0,002(Σ^{**})$	ΟΣ	—	—
Β' τάξη ΣΥΝΟΛΟ	—	—	—	—	$p=0,003(Σ^{**})$

Πίνακας 5: Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής για τη β' και τη γ' τάξη γυμνασίου του πρότυπου σχολείου με τους μαθητές του κατώτερου ημίσεος χωρισμένους σε δύο ισάριθμες ομάδες, την ομάδα ενδιάμεσης επίδοσης ($N_E = 15$) και τη ομάδα χαμηλής επίδοσης ($N_X = 15$). Όλοι οι βαθμοί είναι επί τοις εκατό.

	Β' τάξη			Γ' τάξη		
	Θέμα 1	Θέμα 2	ΣΥΝΟΛΟ	Θέμα 1	Θέμα 2	ΣΥΝΟΛΟ
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ($N_E = 15$)						
Μ.Ο.	86,3	65,3	75,8	77,3	76,3	76,8
Τ.Α.	21,9	27,2	7,2	33,9	31,4	26,0
ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ($N_X = 15$)						
Μ.Ο.	34,0	33,7	33,8	80,3	73,7	77,0
Τ.Α.	31,5	33,2	15,8	30,8	29,8	24,2

Η μη μεταβολή στην επίδοση της ομάδας N_A , «ανώτερο ήμισυ», είναι λογική όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Έκπληξη όμως προκαλεί η ενδιάμεση ομάδα (N_E), η οποία ούτε αυτή σημείωσε βελτίωση. Αντίθετα παρατηρούμε ότι η επίδοση των μαθητών της ομάδας N_E στο 1^ο θέμα μικραίνει (από Μ.Ο.1=86,3% στη β' τάξη γίνεται Μ.Ο.1=77,3% στη γ' τάξη), ενώ η επίδοσή τους στο 2ο θέμα μεγαλώνει (από Μ.Ο.2=65,3% στη β' τάξη γίνεται Μ.Ο.2=76,3% στη γ' τάξη).



Πίνακας 6: Αποτελέσματα επαγωγικής στατιστικής (κριτήριο Wilcoxon για εξαρτημένα δείγματα, και στατιστική σημαντικότητα για δίπλευρη κρίσιμη περιοχή). Για την ομάδα χαμηλής επίδοσης ($N_x = 15$). Οι παύλες σημαίνουν αδύνατες ή μη ενδιαφέρουσες συγκρίσεις.

	Β΄ τάξη Θέμα 1	Β΄ τάξη Θέμα 2	Γ΄ τάξη Θέμα 1	Γ΄ τάξη Θέμα 2	Γ΄ τάξη ΣΥΝΟΛΟ
Β΄ τάξη Θέμα 1	—	ΟΣ	$p=0,002(\Sigma^{**})$	—	—
Β΄ τάξη Θέμα 2	ΟΣ	—	—	$p=0,008(\Sigma^{**})$	—
Γ΄ τάξη Θέμα 1	$p=0,002(\Sigma^{**})$	—	—	ΟΣ	—
Γ΄ τάξη Θέμα 2	—	$p=0,008(\Sigma^{**})$	ΟΣ	—	—
Β΄ τάξη ΣΥΝΟΛΟ	—	—	—	—	$p=0,001(\Sigma^{**})$

4. Συμπεράσματα

Μέρος των μαθητών παρουσίασαν βελτίωση της επίδοσής τους από τη β΄ στη γ΄ τάξη. Ειδικότερα, η συμπεριφορά αυτή εντοπίστηκε σε μαθητές με χαμηλότερες μέσες επιδόσεις. Μαθητές με υψηλές ή ενδιάμεσες επιδόσεις δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική μεταβολή. Προκαλεί όμως έκπληξη το γεγονός ότι οι μαθητές με ενδιάμεση επίδοση δεν σημείωσαν στατιστικώς σημαντική βελτίωση. Ίσως αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι οι μαθητές της ενδιάμεσης ομάδας μπορεί να μην ενδιαφέρονται για επαγγελματική σταδιοδρομία στις θετικές επιστήμες ή ακόμη μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η χημεία από το 2016 δεν ανήκει στα γραπτάς εξεταζόμενα μαθήματα για το γυμνάσιο.

Το ότι οι μαθητές με χαμηλότερες μέσες επιδόσεις παρουσίασαν βελτίωση της επίδοσής τους από τη β΄ τάξη στη γ΄ τάξη (παρά το ότι η ύλη της γ΄ τάξης δεν αναφέρεται συστηματικά στην μετατροπή μιας χημικής απεικόνισης από τη συμβολική της μορφή στην υπομικροσκοπική της μορφή και αντιστρόφως) ίσως μπορεί να εξηγηθεί βάσει της θεωρίας του Piaget. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, στο 4^ο στάδιο, των τυπικών λογικών ενεργειών ή τυπικών συλλογισμών, το παιδί μπορεί να σκέφτεται λογικά για αφηρημένες έννοιες και να ελέγχει τις υποθέσεις συστηματικά. Η χρήση των αναλογιών γίνεται ενσυνείδητα και όχι μηχανιστικά. Μπορεί να χρησιμοποιεί μαθηματικές σχέσεις, πιθανότητες και συνδυαστική. Οι μαθητές μας ήταν ηλικιακά μεγαλύτεροι κατά έναν χρόνο, οπότε μάλλον είχαν περάσει από το στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών στο στάδιο των τυπικών συλλογισμών.

Ανεξάρτητα από τα παραπάνω, η χρήση συμβόλων για την αναπαράσταση των ατόμων, των μορίων και των χημικών αντιδράσεων είναι πολύ βασική για τη χημεία και ταυτόχρονα είναι μια πρόκληση για τον εκπαιδευτικό και τον αρχάριο μαθητή της χημείας, μιας και χρησιμοποιούνται για εναλλακτικούς αναπαραστατικούς τρόπους (Taber 2013).

5. Βιβλιογραφία

Βλάχου, Α., Πανατζή, Γ., Τσαπαρλής, Γ., Shwartz, Y., Ruth Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2011). Αξιολόγηση λειτουργικού χημικού αλφαριθμητισμού σε μαθητές λυκείου: η περίπτωση κατανόησης εννοιών στο μακροσκοπικό και στο μοριακό επίπεδο. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση». Αλεξανδρούπολη, 2011, σσ. 588-595.



Γεωργιάδου, Α. & Τσαπαρλής, Γ. (1999). Διδασκαλία γυμνασιακής χημείας με μεθόδους που βασίζονται α) σε ψυχολογικές θεωρίες και β) στο μακροσκοπικό, το συμβολικό και το μικροσκοπικό επίπεδο της χημείας. *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου “Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση”*, σσ. 65-70. Θεσσαλονίκη, Αφοί Κυριακίδη.

Γκιτζιά, Β., Σάλτα, Κ. & Τζουγκράκη, Χ. (2017). Διερεύνηση της ικανότητας μαθητών να μεταφράζουν χημικές αναπαραστάσεις για την έννοια της χημικής αντίδρασης. Στο Σταύρου Δ., Μιχαηλίδη Α. & Κοκολάκη Α.(επιμ.) *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σελ. 698-704. Ρέθυμνο.

Πανταζή, Γ. & Τσαπαρλής, Γ. (2016). Χημικές εξισώσεις στο γυμνάσιο με σύμβολα και με προσομοιώματα. *Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*. Ρόδος, 2016, σσ. 677-689.

Πανταζή, Γ. & Τσαπαρλής, Γ. (2017). Η έννοια της χημικής αντίδρασης στη γυμνασιακή χημεία. *Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Ρέθυμνο, 2017, σσ. 460-468.

Τσαπαρλής, Γ. (1991). Θέματα διδακτικής φυσική και χημείας στη μέση εκπαίδευση. Αθήνα: Γρηγόρης.

Τσαπαρλής, Γ. (2011). Σωματιδιακά και δομικά μοντέλα της ύλης: Όψεις και απόψεις της διδακτικής για τη μάθηση και τη διδασκαλία τους. *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»*, σσ. 236-245.

Georgiadou, A., & Tsapalis, G. (2000).. *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 216-217. Chemistry teaching in lower secondary school with methods based on: a) psychological theories, b) the macro, representational, and submicro levels of chemistry

Johnstone, A., & Wham, A. J. B. (1982). The demands of practical work. *Education in Chemistry*, 19, 71–73.

Johnstone, A., H. (2007). Science Education: We know the answers, let's look at the problems. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»*, Τεύχος Α, σσ. 1-11.

Papageorgiou G. (2013). Can simple particle models support satisfying explanations of chemical changes for young students?" In G. Tsapalis & H. Sevian (eds.), *Concepts of matter in science education*, pp. 319-329. Dordrecht: Springer.

Taber, K.S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 156-168.

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33, 179–195.

Tsapalis, (1997). Atomic and molecular structure in chemical education: a critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education*, 74, 922-925.

Wiser, M., & Smith, C., (2008). Learning and teaching about matter in grades K-8: When should the atomic-molecular theory be introduced? In S. Vosniadou, (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, pp. 205-239. New York: Routledge.



Παράρτημα

Εικόνα 1: Τεστ μορφής 1

Σχολείο:	Τμήμα:
Όνοματεπώνυμο:	

ΘΕΜΑ 1^ο

Δίδεται η αναπαράσταση με χημική εξίσωση της χημικής αντίδρασης



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παραπάνω χημική εξίσωση είναι χημικά σωστή, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί οι κατάλληλοι στοιχειομετρικοί συντελεστές ώστε ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής εξίσωσης.

Άτομο οξυγόνου:	Μόριο οξυγόνου:
Άτομο φθορίου:	Μόριο φθορίου:
	Μόριο οξειδίου του φθορίου:

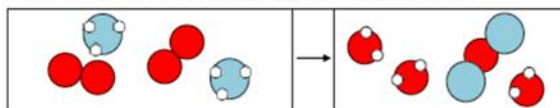
Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις την παραπάνω χημική αντίδραση με προσομοιώματα. Δηλαδή θα γυρφαφίσεις μέσα στα παρακάτω δύο κουτάκια τα απαιτούμενα σε αριθμό προσομοιώματα μορίων για κάθε αντιδρών και για το προϊόν, ώστε το αποτέλεσμα να αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική εξίσωση.

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΟΥ ΔΕΝ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΑΛΛΑ ΜΟΝΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ. ΜΠΟΡΕΙΣ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΦΟΡΕΣ.

	→	
--	---	--

ΘΕΜΑ 2^ο

Δίδεται η αναπαράσταση με προσομοιώματα μορίων μιας χημικής αντίδρασης



ΣΗΜΕΙΩΣΗ. Η παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης είναι χημικά σωστή, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί ο σωστός αριθμός προσομοιωμάτων μορίων ώστε ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα.

Άτομο οξυγόνου:	Μόριο οξυγόνου:	Μόριο αμμωνίας:
Άτομο υδρογόνου:	Μόριο αζώτου:	Μόριο υποξειδίου του αζώτου:
Άτομο αζώτου:	Μόριο νερού:	Μόριο υδρογόνου:

(Το υποξείδιο του αζώτου είναι ένα αέριο που χρησιμοποιήθηκε ως αναισθητικό)

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις μέσα στο παρακάτω κουτάκι την παραπάνω χημική αντίδραση με χημική εξίσωση. Δηλαδή να γράψεις τη σωστή χημική εξίσωση που αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική αντίδραση.

	→	
--	---	--

Εικόνα 2: Τεστ μορφής 2

Σχολείο:	Τμήμα:
Όνοματεπώνυμο:	

ΘΕΜΑ 1^ο

Δίδεται η αναπαράσταση με χημική εξίσωση της χημικής αντίδρασης



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παραπάνω χημική εξίσωση είναι χημικά σωστή, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί οι κατάλληλοι στοιχειομετρικοί συντελεστές ώστε ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής εξίσωσης.

Άτομο οξυγόνου:	Μόριο οξυγόνου:	Μόριο διοξειδίου του άνθρακα:
Άτομο υδρογόνου:	Μόριο νερού:	Μόριο μεθανίου:

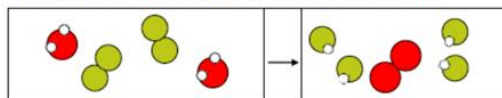
Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις την παραπάνω χημική αντίδραση με προσομοιώματα. Δηλαδή θα γυρφαφίσεις μέσα στα παρακάτω δύο κουτάκια τα απαιτούμενα σε αριθμό προσομοιώματα μορίων για κάθε αντιδρών και για κάθε προϊόν, ώστε το αποτέλεσμα να αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική εξίσωση.

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΟΥ ΔΕΝ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΑΛΛΑ ΜΟΝΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ. ΜΠΟΡΕΙΣ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΦΟΡΕΣ.

	→	
--	---	--

ΘΕΜΑ 2^ο

Δίδεται η αναπαράσταση με προσομοιώματα μορίων μιας χημικής αντίδρασης



ΣΗΜΕΙΩΣΗ. Η παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης είναι χημικά σωστή, δηλαδή έχουν υπολογιστεί και τοποθετηθεί ο σωστός αριθμός προσομοιωμάτων μορίων ώστε ο αριθμός και το είδος των ατόμων να παραμένουν σταθερά στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του βέλους.

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων που συναντάμε στην παραπάνω αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης με προσομοιώματα.

Άτομο οξυγόνου:	Μόριο οξυγόνου:	Μόριο υδρογόνου:
Άτομο υδρογόνου:	Μόριο φθορίου:	Μόριο νερού:
Άτομο φθορίου:	Μόριο υδροφθορίου:	

Από σένα ζητείται τώρα να αναπαραστήσεις μέσα στο παρακάτω κουτάκι την παραπάνω χημική αντίδραση με χημική εξίσωση. Δηλαδή να γράψεις τη σωστή χημική εξίσωση που αντιστοιχεί ακριβώς στην παραπάνω χημική αντίδραση.

	→	
--	---	--



Ερμηνεία φυσικών φαινομένων από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στα πλαίσια μιας διδακτικής μαθησιακής σειράς (ΔΜΣ), με χρήση της σωματιδιακής θεωρίας της ύλης.

Σταυρούλα Παπαθανασίου, Γεώργιος Παπαγεωργίου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα της εφαρμογής μιας συγκεκριμένης Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς (ΔΜΣ) που αξιοποιεί έννοιες του μικρόκοσμου για την ερμηνεία φυσικών φαινομένων. Η προσπάθεια επικεντρώνεται στη βελτίωση της ικανότητας ερμηνείας του φαινομένου της τήξης από μαθητές ΣΤ' τάξης του Δημοτικού μετά από δύο κύκλους εφαρμογής μιας σειράς διδασκαλιών που ενσωματώνουν έννοιες του μικρόκοσμου στην ερμηνεία του φαινομένου. Η βελτίωση της ερμηνευτικής ικανότητας των μαθητών διερευνάται και σε σχέση με το φαινόμενο της διαστολής, το οποίο δεν είχε διδαχθεί στους μαθητές.

Λέξεις-κλειδιά: Διδακτική Μαθησιακή Σειρά (ΔΜΣ), σωματιδιακή θεωρία, φυσικά φαινόμενα

Interpretation of physical phenomena by primary school students in the context of a Teaching Learning Sequence (TLS) using particle theory

Stavroula Papathanasiou, Georgios Papageorgiou

Primary Education Department, Democritus University of Thrace

Abstract

This paper presents the results of the implementation of a specific Teaching Learning Sequence (TLS) regarding the use of particle theory by primary students in order to interpret physical phenomena. The results that are presented focus on the improvement of students' ability to interpret the phenomenon of melting using the particle theory after the implementation of the TLS as well as the students' ability to interpret the phenomenon of expansion, which had not been taught to them.

Keywords: Teaching learning sequence (TLS), particle theory, physical phenomena



1. Εισαγωγή

Η έννοια των Διδακτικών Μαθησιακών Σειρών

Ο Lijnse (1995) παρουσίασε μια διδακτική προσέγγιση στηριζόμενη στην κονστρουκτιβιστική λογική, σύμφωνα με την οποία οι επιστημονικές έννοιες δεν πρέπει να διδάσκονται ως προϊόν, αλλά θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός δραστηριοτήτων έχοντας ως βάση τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών (Lijnse, 1995). Η παραπάνω λογική εντάσσεται στα πλαίσια της έρευνας για την εκπαίδευση, όπου η διδασκαλία και η μάθηση πλούσιων εννοιολογικά θεμάτων διερευνώνται χρονικά σε «μικρο-επίπεδο» (π.χ σε συγκεκριμένη περίοδο) ή σε μεσαίο (π.χ. για λίγες εβδομάδες), παρά σε «μακρο-επίπεδο» καθ' όλη τη διάρκεια διαχείρισης της διδακτέας ύλης (π.χ όλο το σχολικό έτος ή σύνολο ετών) (Kariotoglou and Tselfes 2000 στο Méheut & Psillos, 2004; Psillos & Kariotoglou, 2016). Κατά τη διάρκεια των ετών υπήρξε ποικιλία όρων για να περιγράψουν αυτόν τον τρόπο οργάνωσης της διδασκαλίας και μάθησης, ωστόσο σήμερα έχει επικρατήσει η χρήση του όρου μαθησιακές –διδακτικές σειρές (TLS). Με τον όρο αυτό υποδηλώνεται η πολύ στενή σύνδεση ανάμεσα στον προτεινόμενο τρόπο διδασκαλίας και στα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα από την πλευρά των μαθητών (Psillos & Kariotoglou, 2016). Ειδικότερα οι διδακτικές μαθησιακές σειρές είναι, τόσο μια παρεμβατική ερευνητική διαδικασία, όσο και ένα προϊόν το οποίο περιλαμβάνει διεξοδικά μελετημένες δραστηριότητες που έχουν προσαρμοστεί εμπειρικά στη λογική των μαθητών, όπως συμβαίνει και σ' ένα πακέτο προγράμματος σπουδών. Μέσα σε αυτές, κάποιες φορές, εκτός από τις κατευθυντήριες γραμμές διδασκαλίας, περιλαμβάνονται και πιθανές μορφές αντιδράσεων των μαθητών (Méheut & Psillos, 2004). Η ανάπτυξη μιας ΔΜΣ γίνεται σταδιακά μέσα από πολλαπλές εφαρμογές στα πλαίσια μιας κυκλικής πορείας εξέλιξης που εμπλουτίζεται από ερευνητικά δεδομένα (Lijnse 1995 στο Psillos, 2004). Στα πλαίσια σχεδιασμού των ΔΜΣ λαμβάνονται υπόψη, στοιχεία ερευνών αναφορικά με τις ιδέες των μαθητών για το υπό μελέτη θέμα, τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου επιστημονικού τομέα που θα μελετηθεί, «επιστημολογικές υποθέσεις», οι γενικότερες αντιλήψεις που υπάρχουν για τη μαθησιακή διαδικασία, καθώς και οι σύγχρονες παιδαγωγικές μέθοδοι (Méheut & Psillos, 2004). Επίσης, λαμβάνονται υπόψη οι «εκπαιδευτικοί περιορισμοί» και επιδιώκεται να γίνει η επιλογή των κατάλληλων διαδικασιών και φαινομένων που θα κάνουν ευκολότερη τη μαθησιακή διαδικασία (Kariotoglou, 2002).

Η έννοια του μοντέλου

Τα μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούνται στις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να θεωρηθούν ως μερικές αναπαραστάσεις αντικειμένων, γεγονότων, διαδικασιών ή ιδεών που έχουν δημιουργηθεί για συγκεκριμένους σκοπούς (Gilbert, Boulter, & Elmer, 2000 στο Mendonca & Justi, 2013) και τα οποία αποτελούν αναπαράσταση των ιδεών και όχι τα ίδια τα φυσικά αντικείμενα (Crawford & Cullin, 2004). Σύμφωνα με τον Παπαγεωργίου (2010) το μοντέλο οδηγεί σε «απλούστευση μιας πραγματικότητας (πραγματικής κατάστασης, διαδικασίας, συστήματος κ.λ.π.) που γίνεται με σκοπό την καλύτερη κατανόηση αυτής από ένα ορισμένο επίπεδο ανθρώπινης νόησης» (Παπαγεωργίου, 2010), ενώ η Χαλκιά (2012) αναφέρει ότι είναι «εξωτερικές αναπαραστάσεις των νοητικών μοντέλων των επιστημόνων και εκφράζονται μέσω του λόγου της γραπτής έκφρασης και των εικόνων» (Χαλκιά, 2012). Οι μαθητές για μεγάλο διάστημα χρησιμοποιούσαν και εκτιμούσαν τα επιστημονικά μοντέλα ως χρήσιμα εργαλεία που βελτιώνουν τη μαθησιακή διαδικασία. Ωστόσο ορισμένοι μαθητές δημοτικού και των πρώτων τάξεων του γυμνασίου αντιλαμβάνονταν τα επιστημονικά μοντέλα ως πιστά αντίγραφα του πραγματικού αντικειμένου, με λίγους μαθητές να τα αντιλαμβάνονται ως αναπαραστάσεις μιας ιδέας (Grosslight *et al.* 1991, Ingham and Gilbert 1991 στο Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002).



Η σωματιδιακή θεωρία

Αναφορικά με τη σωματιδιακή θεωρία, μια βασική παρανόηση των μαθητών σε έρευνα των Griffiths & Preston (1992) ήταν ότι θεωρούσαν την ύλη ως συνεχή και όχι ως σωματιδιακή στη φύση της (Griffiths & Preston, 1992 στο Ayas, Özmen & Çalik, 2009). Γενικά, οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν την έννοια του «κενού χώρου» ανάμεσα στα σωματίδια. (Tsitsipis, Stamonlasis & Papageorgiou, 2011). Στην περίπτωση των στερεών που δεν είναι ορατή η κίνηση των σωματιδίων, συχνά θεωρείται ότι είναι ακίνητα (Lee et al., 1993 στο Tsitsipis, Stamonlasis & Papageorgiou, 2011). Αυτό είναι το σημείο στο οποίο η ομοιότητα ανάμεσα στην επιστήμη και στις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών τελειώνει, καθώς οι μαθητές διαρκώς αποδίδουν τις μακροσκοπικές ιδιότητες της ύλης στα μικροσκοπικά σωματίδια (Albanese & Vicenti, 1997 στο Harrison & Treagust, 2002).

Πιο αναλυτικά, οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν την ιδέα του «κενού χώρου» μεταξύ των σωματιδίων. Έτσι, πολλοί από αυτούς θεωρούν ότι ο χώρος ανάμεσα στα σωματίδια είναι γεμάτος με ποικίλα είδη «οντοτήτων» όπως αέρας και σκόνη ή άλλα σωματίδια ή σωματίδια από την ίδια την ουσία (Novick & Nussbaum, 1978; Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer & Blakeslee, 1993; Johnson, 1998a στο Tsitsipis, Stamonlasis & Papageorgiou, 2011). Η εσωτερική επίσης κίνηση των σωματιδίων με βάση έρευνες, έχει βρεθεί ότι αποτελεί μια έννοια που προκαλεί δυσκολίες (Novick & Nussbaum, 1978; Lee et al., 1993; Johnson, 1998a στο Tsitsipis, Stamonlasis & Papageorgiou, 2011). Για αυτό υπάρχουν ποικίλες απόψεις αναφορικά με το πότε θα πρέπει να ενσωματωθεί η διδασκαλία της στο σχολείο. Αναφορικά με το κομμάτι της αλλαγής φυσικής κατάστασης, κάποιοι υποστηρίζουν για την κατανόηση, ότι μπορεί να βελτιωθεί εάν η έννοια των σωματιδίων ενσωματωθεί νωρίτερα στην εκπαιδευτική διαδικασία (Johnson, 1998a, b, c; Leisten, 1995; Skamp, 1999; Tsai, 1999 στο Papageorgiou, Johnson & Fotiades, 2008), αντίληψη αντίθετη με την κυρίαρχη πεποίθηση ότι το σωματιδιακό μοντέλο είναι πολύ δύσκολο, ειδικά για μικρούς μαθητές (Fensham, 1994; Harrison and Treagust, 2002 στο Papageorgiou, Johnson & Fotiades, 2008). Αναφορικά με τη φύση των σωματιδίων, οι μαθητές συχνά πιστεύουν ότι ένα σωματίδιο ή ένα μόριο είναι μια μικρή ποσότητα μιας ουσίας που έχει όλες τις μακροσκοπικές ιδιότητες της ουσίας (Tsitsipis, Stamonlasis & Papageorgiou, 2011). Επίσης, μια άλλη ιδέα αφορά στο χώρο μεταξύ των σωματιδίων στις τρεις καταστάσεις της ύλης (Harrison & Treagust, 2002). Σύμφωνα με τον Harrison (2001), οι μαθητές αντιλαμβάνονται τα σωματίδια στα στερεά να είναι σε επαφή, των υγρών να είναι περίπου ένα σωματίδιο μακριά το ένα από το άλλο και των αερίων να έχουν κενό 3-4 σωματιδίων μεταξύ τους (Harrison, 2001 στο Harrison & Treagust, 2002).

2. Μεθοδολογία

Τα ερευνητικά εργαλεία της έρευνας ήταν το ερωτηματολόγιο και η συνέντευξη, ενώ η επιλογή του δείγματος δεν έγινε με τυχαία δειγματοληψία αλλά ήταν δείγμα ευκολίας. Η πραγματοποίηση της έρευνας έγινε σε δύο κύκλους. Στον Α' κύκλο έγιναν διδασκαλίες σε 14 μαθητές της Στ' Τάξης σε Δημοτικό σχολείο του Νομού Καβάλας, ενώ ο δεύτερος πραγματοποιήθηκε σε 19 μαθητές Στ' Τάξης άλλου σχολείου του ίδιου νομού. Όλοι οι μαθητές και στους δύο κύκλους συμπλήρωσαν το σύνολο των ερωτηματολογίων και συμμετείχαν σε όλες τις διδασκαλίες του κάθε κύκλου.

Για την πραγματοποίηση των συνεντεύξεων, στον Α' κύκλο επιλέχτηκαν 6 μαθητές και στον Β' κύκλο, 7. Η επιλογή τους έγινε με βάση τις απαντήσεις τους στα ερωτηματολόγια καθώς και με βάση το βαθμό συμμετοχής τους στην τάξη κατά την πραγματοποίηση των διδασκαλιών. Η έρευνα ήταν ευρύτερη, ωστόσο στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν αποτελέσματα που απαντούν στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: «Σε ποιο βαθμό θα μπορούσε η εφαρμογή μιας Διδακτικής



Μαθησιακής Σειράς (ΔΜΣ) να βελτιώσει τη δυνατότητα μαθητών ΣΤ΄ Δημοτικού να χρησιμοποιήσουν τη σωματιδιακή θεωρία για να ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα και συγκεκριμένα την τήξη και τη διαστολή;».

Αναφορικά με την υλοποίηση της έρευνας ο Α΄ κύκλος αποτελούνταν από 6 σχέδια μαθήματος συνολικής διάρκειας 13 διδακτικών ωρών. Μετά την ολοκλήρωση του Α΄ κύκλου και την πραγματοποίηση των κατάλληλων τροποποιήσεων στα σχέδια μαθήματος, ο χρόνος διδασκαλίας μειώθηκε σε 11 διδακτικές ώρες. Για την εισαγωγή στο μικρόκοσμο η πορεία που ακολουθήθηκε στηρίχθηκε στα ακόλουθα στάδια προϋπάρχουσας εργασίας (Parageorgiou & Johnson, 2005) :

1. Ιδιότητες και διάκριση υλικού-αντικειμένου

Κάποιες ιδιότητες εξαρτώνται μόνο από το υλικό

Κάποιες ιδιότητες εξαρτώνται από το υλικό, την ποσότητα (διαστάσεις του αντικειμένου) και το σχήμα/δομή του αντικειμένου

2. Ορισμός της ουσίας

Η τήξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει η διάκριση ανάμεσα σε ένα απλό δείγμα μιας ουσίας και σε ένα μείγμα ουσιών.

Σύγκριση της συμπεριφοράς κατά την τήξη - ταυτοποίηση μιας ουσίας

Τα χαρακτηριστικά της υγρής και της στερεής κατάστασης

3. Το σωματιδιακό μοντέλο

Οι ιδέες για τα σωματίδια μπορούν να εξηγήσουν την τήξη.

Ένα δείγμα μιας ουσίας αναπαρίσταται ως μια συλλογή σωματιδίων με κενό χώρο ανάμεσά τους. Βασικά σημεία είναι:

Τα σωματίδια έχουν την ικανότητα να «συγκρατούν» το ένα το άλλο.

Πάντα κινούνται με κάποιο τρόπο (ενέργεια κίνησης) και

Τα σωματίδια μιας ουσίας παραμένουν τα ίδια σε μια αλλαγή κατάστασης.

4. Ένα δείγμα μιας ουσίας μπορεί να βρεθεί σε καθεμία από τις τρεις καταστάσεις.

Η πορεία διδασκαλίας που ακολουθήθηκε ήταν να μελετηθεί πρώτα το φαινόμενο της τήξης στα πλαίσια του μακρόκοσμου, ώστε να γίνουν κατανοητοί οι παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο. Πραγματοποιήθηκε διδασκαλία αναφορικά με την έννοια του μοντέλου και συζητήθηκε η χρησιμότητά του και τονίστηκε ότι τα μοντέλα δεν είναι η ίδια η πραγματικότητα. Κατόπιν έγινε εισαγωγή στο μικρόκοσμο και προσπάθεια ερμηνείας της τήξης με βάση τη σωματιδιακή θεωρία.

Από το σύνολο των ερωτημάτων που περιλαμβάνονταν στα ερωτηματολόγια και των δύο κύκλων θα γίνει εστίαση στα ερωτήματα τα οποία αναφέρονται σε ερμηνεία του φαινομένου της τήξης με χρήση της σωματιδιακής θεωρίας και σε ερμηνεία του φαινομένου της διαστολής με χρήση της σωματιδιακής θεωρίας. Όσον αφορά το πρωτόκολλο της συνέντευξης περιελάμβανε τρεις θεματικές, ωστόσο στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα αναλυθούν οι απαντήσεις στα ερωτήματα τα οποία αφορούν τη μικροσκοπική προσέγγιση της τήξης και την ερμηνεία του φαινομένου της διαστολής που είναι η άγνωστη κατάσταση, δηλαδή το φαινόμενο που οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν χωρίς να προηγηθεί διδασκαλία.



3. Αποτελέσματα

Ο πίνακας 1 παρουσιάζει κατηγοριοποιημένες τις απαντήσεις των μαθητών στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν το φαινόμενο της τήξης. Τόσο στα πλαίσια του Α΄ όσο και του Β΄ κύκλου, στην κατηγορία Α εντάχθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες ερμηνεύτηκε το φαινόμενο με αναφορά στις μεταβολές της θερμοκρασίας στο μικρόκοσμο, π.χ.: «Όταν η θερμοκρασία ανεβαίνει, τα σωματίδια χρησιμοποιούν την ενέργεια για να ταλαντώνονται όλο και πιο γρήγορα. Στη συνέχεια η θερμοκρασία μένει σταθερή (τήξη) και τα σωματίδια προσπαθούν να χαλαρώσουν τους δεσμούς τους. Στο τρίτο στάδιο που το κερι έχει γίνει υγρό, η θερμοκρασία αυξάνεται, τα σωματίδια χρησιμοποιούν την ενέργεια, για να γίνει πιο γρήγορη η μεταφορική κίνηση». Στην κατηγορία Β οι απαντήσεις αναφέρονταν σε τήξη των ίδιων των σωματιδίων. Στην κατηγορία Γ ερμηνεύονταν το φαινόμενο με βάση μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, με αναφορά στο ρόλο της θερμότητας και στις μεταβολές της θερμοκρασίας (η θερμοκρασία αυξάνεται πριν την τήξη και μένει σταθερή κατά την τήξη). Στην κατηγορία Δ περιγραφόταν το φαινόμενο με βάση τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά αλλά με αναφορά αποκλειστικά στην πιο υψηλή θερμοκρασία.

Πίνακας 3: Κατανομή των μαθητών στις κατηγορίες που προέκυψαν για την ερμηνεία της τήξης

Κατηγορίες	Α΄ Κύκλος (Α δείγμα - 14 μαθητές)			Β΄ Κύκλος (Β δείγμα - 19 μαθητές)	
	Αρχικό τεστ	Ενδιάμεσο τεστ	Τελικό τεστ	Αρχικό τεστ	Τελικό τεστ
Κατηγορία Α	0	0	9	0	11
Κατηγορία Β	0	2	0	0	0
Κατηγορία Γ	0	6	2	0	4
Κατηγορία Δ	14	6	2	13	1
Δεν απάντησε	0	0	1	6	3

Σε μια από τις ερωτήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο αναφορικά με το φαινόμενο της διαστολής υπήρχε μια εικόνα, όπου ράγες ενός τρένου είχαν διασταλεί μια πολύ ζεστή μέρα του καλοκαιριού. Ζητήθηκε από τους μαθητές να την ερμηνεύσουν. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένες οι απαντήσεις των μαθητών στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν το φαινόμενο με βάση το μικρόκοσμο. Στα πλαίσια και των δύο κύκλων στην κατηγορία Α εντάχθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες εξηγήθηκε επαρκώς το φαινόμενο με χρήση της σωματιδιακής θεωρίας, π.χ.: «Τα κενά μεταξύ των σωματιδίων μεγαλώνουν γιατί τα σωματίδια χρησιμοποιούν την ενέργεια για να ταλαντωθούν πιο γρήγορα». Στην κατηγορία Β οι μαθητές προσπάθησαν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο με χρήση του μικρόκοσμου, όμως μη αποτελεσματικά (π.χ. ερμηνεία του φαινομένου ως τήξη). Στην κατηγορία Γ ερμηνευόταν το φαινόμενο με βάση τα μακροσκοπικά του χαρακτηριστικά.

Σε επόμενο υποερώτημα στο τελικό ερωτηματολόγιο ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν πώς φαντάζονται ότι είναι οι ράγες πριν και μετά τη διαστολή. Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένες οι απαντήσεις των μαθητών. Τόσο στον Α΄ όσο και στον Β΄ κύκλο στην κατηγορία Α εντάχθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες οι μαθητές απεικόνισαν σωστά την κατάσταση πριν και μετά



τη διαστολή. Στην κατηγορία Β εντάχθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες οι μαθητές προσπάθησαν να το απεικονίσουν με χρήση μικρόκοσμου, ωστόσο μη αποτελεσματικά (π.χ. μεγάλωναν και τις διαστάσεις των σωματιδίων ή στη κατάσταση μετά τη διαστολή έκαναν απεικόνιση της υγρής κατάστασης). Στην κατηγορία Γ απεικόνισαν την κατάσταση πριν και μετά τη διαστολή χρησιμοποιώντας χαρακτηριστικά του μακρόκοσμου. Στην κατηγορία Δ οι μαθητές δεν έδωσαν κάποια απάντηση.

Πίνακας 4:Κατανομή των μαθητών στις κατηγορίες που προέκυψαν για την ερμηνεία της διαστολής (σε ράγες τρένου) στο τελικό ερωτηματολόγιο των 2 κύκλων

	Α' Κύκλος (Α δείγμα - 14 μαθητές)	Β' Κύκλος (Β δείγμα - 19 μαθητές)
Κατηγορίες	Τελικό τεστ	Τελικό τεστ
Κατηγορία Α	6	8
Κατηγορία Β	1	2
Κατηγορία Γ	6	7
Δεν απάντησε	1	2

Πίνακας 5:Κατανομή των μαθητών στις κατηγορίες που προέκυψαν για την απεικόνιση των ραγών τρένου (πριν και μετά τη διαστολή) με χρήση μικρόκοσμου

Κατηγορίες	Α' κύκλος (Α' Δείγμα- 14 μαθητές)	Β' κύκλος (Β' Δείγμα - 19 μαθητές)
Κατηγορία Α	7	10
Κατηγορία Β	4	4
Κατηγορία Γ	2	2
Κατηγορία Δ	1	3

Στα πλαίσια της συνέντευξης δίνονταν στους μαθητές η εικόνα μιας μεταλλικής σφαίρας, η οποία περνούσε μέσα από το άνοιγμα μιας μεταλλικής επιφάνειας. Δίπλα δίνονταν το σχέδιο της ίδιας μεταλλικής σφαίρας μετά τη θέρμανσή της, η οποία πλέον δεν περνούσε μέσα από το ίδιο άνοιγμα της ίδιας μεταλλικής επιφάνειας. Ζητήθηκε από τους μαθητές να ερμηνεύσουν το φαινόμενο. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένες οι απαντήσεις των μαθητών στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν το φαινόμενο. Στην Κατηγορία Α εντάχθηκαν εκείνες οι απαντήσεις στις οποίες ερμηνευόταν ορθά το φαινόμενο της διαστολής, με αναφορά σε εντονότερη κίνηση ή σε αύξηση των αποστάσεων των σωματιδίων, όπως π.χ.: «Τα σωματίδια παίρνουν ενέργεια και ταλαντώνονται πιο γρήγορα και σιγά-σιγά αρχίζουν να μεγαλώνουν οι αποστάσεις ανάμεσά τους και αυτό προκαλεί την αύξηση του μεγέθους της». Στην Κατηγορία Β οι μαθητές ξεκινούσαν να εξηγούν το φαινόμενο με αναφορά σε χαλάρωση των δυνάμεων, αλλά χρειάστηκαν κατάλληλες καθοδηγητικές ερωτήσεις του συνεντευκτή για την ορθή εξήγηση του φαινομένου. Στην Κατηγορία Γ οι μαθητές έδωσαν λανθασμένη εξήγηση, αναφέροντας αύξηση διαστάσεων των ίδιων των σωματιδίων.



Πίνακας 6: Κατανομή μαθητών στις κατηγορίες που προέκυψαν για την ερμηνεία του φαινομένου της διαστολής μιας μεταλλικής σφαίρας μετά τη θέρμανσή της

Κατηγορίες	Α΄ Κύκλος (δείγμα 6 μαθητές)	Β΄ Κύκλος (δείγμα 7 μαθητές)
Α΄ Κατηγορία	1	4
Β΄ Κατηγορία	4	2
Γ΄ Κατηγορία	1	1

Σε επόμενο υποερώτημα της συνέντευξης ζητήθηκε από τους μαθητές να απεικονίσουν με χρήση της σωματιδιακής θεωρίας το εσωτερικό της σφαίρας πριν και μετά τη θέρμανσή της. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένες οι απαντήσεις των μαθητών. Στην κατηγορία Α εντάχθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες οι μαθητές σχεδίασαν αποτελεσματικά την κατάσταση της μεταλλικής σφαίρας πριν και μετά τη θέρμανσή της. Στην κατηγορία Β οι μαθητές απεικόνισαν μη αποτελεσματικά την κατάσταση της σφαίρας πριν και μετά τη θέρμανσή της (π.χ. μεγάλωναν το μέγεθος των ίδιων των σωματιδίων μετά τη θέρμανση της σφαίρας).

Πίνακας 7: Απεικόνιση της κατάστασης μεταλλικής σφαίρας (πριν και μετά τη διαστολή) στη συνέντευξη και των δύο κύκλων

Κατηγορίες	Α΄ κύκλος (δείγμα 6 μαθητές)	Β΄ κύκλος (δείγμα 7 μαθητές)
Κατηγορία Α	5	6
Κατηγορία Β	1	1

4. Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση της επίδοσης των μαθητών μετά την πραγματοποίηση της διδασκαλίας (κυρίως στο Β΄ κύκλο εφαρμογής), τόσο στα πλαίσια ερμηνείας της τήξης, όσο και στην προσπάθεια μεταφοράς της γνώσης για την ερμηνεία φυσικών φαινομένων (εκείνου της διαστολής). Αυτή η βελτίωση στον Β΄ κυρίως κύκλο μπορεί να οφείλεται στον πιο ολοκληρωμένο σχεδιασμό της διδασκαλίας και στο γεγονός ότι ο Β΄ κύκλος ήταν εστιασμένος στην εκμάθηση μέσα από την προσωπική παρατήρηση και τη διεξαγωγή συζήτησης μέσα στην τάξη. Έτσι, μέσα από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας προκύπτει ότι οι μαθητές κατάφεραν σε σημαντικό βαθμό να ερμηνεύσουν αποτελεσματικά το άγνωστο φαινόμενο της διαστολής. Το στοιχείο αυτό αποτελεί ένδειξη της αποτελεσματικότητας της διδακτικής μαθησιακής σειράς (ΔΜΣ), διότι οι μαθητές κατάφεραν να μεταφέρουν τις γνώσεις τους για το μικρόκοσμο προκειμένου να ερμηνεύσουν μια άγνωστη κατάσταση. Το εύρημα αυτό αναδεικνύει και μια πιο αποτελεσματική προοπτική της διδασκαλίας τέτοιων φαινομένων, καθώς φαίνεται να τίθεται σε αμφιβολία η άποψη ότι οι μαθητές δυσκολεύονται στη μεταφορά της σωματιδιακής θεωρίας σε καινοτόμες καταστάσεις παρά την



κατάκτηση βασικών στοιχείων της θεωρίας (Novick & Nussbaum, 1981; Haidar & Abraham, 1991; Tsai, 1999 στο Ayas, Çalik & Özmen, 2009).

Ακόμη, τα παραπάνω ευρήματα φαίνεται να δείχνουν ότι είναι αποτελεσματική η επιλογή σύνδεσης μακρόκοσμου – μικρόκοσμου προκειμένου να ερμηνευθεί το φαινόμενο της τήξης, επιλογή που σχετίζεται με την άποψη των Harrison & Treagust (2002) ότι *οι εξηγήσεις των μαθητών στην αλλαγή φάσης στηρίζονται στο τι «βλέπουν»*). Παράλληλα, συνηγορούν υπέρ της άποψης ερευνητών (Parageorgiou & Johnson, 2005, Parageorgiou, Johnson & Fotiades, 2008, Johnson & Parageorgiou, 2010) που υποστηρίζουν την εισαγωγή της σωματιδιακής θεωρίας από μικρές σχετικά ηλικίες, σε αντίθεση με άλλες απόψεις, σύμφωνα με τις οποίες ο διαχωρισμός μακροσκοπικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών προκαλεί εννοιολογικά προβλήματα στους μαθητές (Krnel, Watson and Glažar, 1998), ή ότι είναι δύσκολο το σωματιδιακό μοντέλο για μικρούς μαθητές (Fensham, 1994; Harrison and Treagust, 2002 στο Parageorgiou, Johnson & Fotiades, 2008).

Συμπερασματικά, μέσα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει σημαντική βελτίωση της επίδοσης των μαθητών μετά την πραγματοποίηση της διδασκαλίας (κυρίως στο Β΄ κύκλο εφαρμογής) τόσο στα πλαίσια ερμηνείας της τήξης, όσο και στην προσπάθεια μεταφοράς της γνώσης για την ερμηνεία φυσικών φαινομένων (εκείνου της διαστολής). Αυτή η βελτίωση στον Β΄ κυρίως κύκλο μπορεί να οφείλεται στον πιο ολοκληρωμένο σχεδιασμό της διδασκαλίας στον Β΄ κύκλο και στο γεγονός ότι ο αυτός ήταν εστιασμένος στην εκμάθηση μέσα από την προσωπική παρατήρηση και τη διεξαγωγή συζήτησης μέσα στην τάξη. Συνεπώς, μέσα από την παρούσα έρευνα, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η εφαρμογή κατάλληλης διδασκαλίας μπορεί να επιτρέψει την αποτελεσματική χρήση του μικρόκοσμου για την ερμηνεία φυσικών φαινομένων και από μαθητές Δημοτικού. Τα αποτελέσματα αυτά παρά το μικρό σχετικά δείγμα και παρά το γεγονός ότι δεν εφαρμόστηκε τυχαία δειγματοληψία μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για την πραγματοποίηση επιπλέον ερευνών για την περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

5. Βιβλιογραφία

- Παπαγεωργίου, Γ. (2010). *Χημεία για Εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.
- Ayas, A. & Özmen, H. & Çalik, M. (2009). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 165-184.
- Crawford, B.A. & Cullin, M.J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1379–1401.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (2002). The particulate nature of matter: challenges in understanding the Submicroscopic world. Στο J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. Van Driel. (Ed.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (189-212).
- Johnson, P. & Papageorgiou, G. (2010). Rethinking the Introduction of Particle Theory: A Substance-Based Framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 130-150.
- Kariotoglou, P. (2002). A Laboratory-Based Teaching Learning Sequence on Fluids: Developing Primary Student Teachers' Conceptual and Procedural Knowledge. Στο Psillos, D. & Niedderer, H. (Ed.). *Teaching and Learning in*



the Science Laboratory, (79-90).

Krnj, D., Watson, R. & Glažar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20(3), 257-289.

Lijnse, P.L. (1995). "Developmental Research" As a Way to an Empirically Based "Didactical Structure" of Science. *Science Education*, 79 (2), 189-199.

Méheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research, *International Journal of Science Education*, 26:5, 515-535.

Mendonça, P.C.C. & Justi, R. (2013). The Relationships Between Modelling and Argumentation from the Perspective of the Model of Modelling Diagram. *International Journal of Science Education*, 35(14), 2407–2434.

Papageorgiou, G. Johnson, P. & Fotiades, F. (2008). Explaining melting and evaporation below boiling point. Can software help with particle ideas? *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 165-183.

Papageorgiou, G. & Johnson, P. (2005). Do Particle Ideas Help or Hinder Pupils' Understanding of Phenomena?. *International Journal of Science Education*, 27(11), 1299-1317.

Psillos, D. & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.). *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences Introducing the Science of Materials in European Schools* (11-34). Springer.

Psillos, D. (2004) An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching–learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(5), 555-578.

Treagust, D.F, & Chittleborough, G. & Mamiala, T.L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357–368.

Tsitsipis, G. & Stamovlasis, D. & Papageorgiou, G. (2011). A probabilistic model for students' errors and misconceptions on the structure of matter in relation to three cognitive variables. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10 (4), 777-802.



Διδασκαλία και μάθηση του χημικού δεσμού: παρανοήσεις και μεταγνωστικές απαντήσεις μαθητών α΄ λυκείου: η επίδραση εμπλουτισμένου διδακτικού υλικού

Ελένη Τ. Παππά¹, Γεώργιος Τσαπαρλής¹, Bill Byers³

¹ Εκπαιδευτικός, 1ο ΓΕΛ Αγίου Αθανασίου Θεσσαλονίκη

² Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας

³ Ulster University, School of Health Sciences, Jordanstown, United Kingdom

Περίληψη

Ο χημικός δεσμός είναι ένα θεμελιώδες αλλά πολύπλοκο διδακτικά θέμα. Στην παρούσα πρόταση συνοψίζουμε τις προηγούμενες μελέτες σχετικά με τις παρερμηνείες και τις εννοιολογικές δυσκολίες των μαθητών, συμπεριλαμβανομένης μιας μελέτης με Έλληνες μαθητές α΄ λυκείου. Αναφερόμαστε επίσης στη σύγκριση ανάμεσα σε ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα σε ένα ιδιωτικό σχολείο υψηλού κύρους. Η ομάδα ελέγχου διδάχθηκε χρησιμοποιώντας το σχολικό βιβλίο χημείας, ενώ η πειραματική ομάδα χρησιμοποίησε εμπλουτισμένο διδακτικό υλικό. Τέλος, παρουσιάζουμε τα ευρήματα μελέτης που ασχολείται με τις απαντήσεις της πειραματικής ομάδας σε δύο μεταγνωστικές ερωτήσεις που απαιτούσαν από τους μαθητές να δηλώσουν τις δυσκολίες που συνάντησαν στη μελέτη τους.

Λέξεις-κλειδιά: χημεία λυκείου, χημικός δεσμός, παρανοήσεις, εμπλουτισμένο εκπαιδευτικό υλικό

Teaching and learning of chemical bond: tenth-grade students' misconceptions, metacognitive answers and the influence of enriched instructional material

Eleni T. Pappa¹, Georgios Tsaparlis¹, Bill Byers³

¹ School teacher, 1o GEL Agiou Athanasiou Thessaloniki

² University of Ioannina, Department of Chemistry, Ioannina, Greece

³ Ulster University, School of Health Sciences, Jordanstown, United Kingdom

Abstract

Chemical bonding is a fundamental but instructionally complex topic. In this proposal we summarize previous studies on students' misconceptions and conceptual difficulties, including a study with Greek tenth-grade students. We also refer to the outcomes of a quasi-experimental research design using students from a prestigious private school. The control group was taught using the school chemistry textbook, while the treatment group used enriched teaching material. Finally, we present the findings of an additional piece of research that deals with the treatment groups' responses to two metacognitive questions that required students to state the difficulties they had experienced in their study.

Keywords: upper-secondary school chemistry, chemical bond, misconceptions, enriched instructional material.



1. Εισαγωγή

Ο χημικός δεσμός είναι μια από τις θεμελιώδεις έννοιες της χημείας και συνδέεται άμεσα με την κατανόηση πολλών εννοιών που διδάσκονται στο λύκειο και το πανεπιστήμιο, όπως οι χημικές αντιδράσεις και οι σχέσεις δομής-ιδιοτήτων. Ωστόσο, το θέμα αυτό έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα περίπλοκο για τους συντάκτες προγραμμάτων σπουδών, τους διδάσκοντες και τους μαθητές. Οι εννοιολογικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές έχουν ως αποτέλεσμα πολλοί από αυτούς να καταφεύγουν στην αποστήθιση και τον σχηματισμό πολλών παρανοήσεων (π.χ. Levy Nahum et al. 2007), πολλές από τις οποίες αποδεικνύονται ανθεκτικές στη διδασκαλία (πχ. Özmen 2004, Taber & Coll 2003). Δεν προκαλεί, συνεπώς, έκπληξη το γεγονός ότι η διδασκαλία του χημικού δεσμού έχει αποτελέσει και αποτελεί αντικείμενο πολλών ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία.

Σε προηγούμενη δημοσίευση (Συγγραφείς), ανασκοπήσαμε προηγούμενες, κυρίως τις πιο πρόσφατες, μελέτες σχετικά με τις εννοιολογικές δυσκολίες των μαθητών σε σχέση με το χημικό δεσμό και, επιπλέον, αναφέραμε και τα δικά μας ευρήματα από μια ερευνητική μελέτη με Έλληνες μαθητές α΄ τάξης λυκείου. Οι γνώσεις που είχαν οι μαθητές ήταν πενιχρές ενώ είχαν και διάφορες παρανοήσεις σχετικά με τις βασικές έννοιες των χημικών δεσμών. Πραγματοποιήσαμε επιπλέον, μία οιονεί πειραματική ερευνητική μελέτη με μαθητές της α΄ τάξης ενός ιδιωτικού λυκείου, στους οποίους διδάχθηκε και χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη τους είτε το σχολικό βιβλίο χημείας (η ομάδα ελέγχου) είτε εμπλουτισμένο διδακτικό υλικό με βάση το σχολικό βιβλίο (πειραματική ομάδα). Βρέθηκε ότι ενώ οι δύο ομάδες επέδειξαν παρεμφερή επίδοση σε σχέση με ορισμένες πτυχές των χημικών δεσμών, η πειραματική ομάδα επέδειξε ανώτερη επίδοση σε ορισμένες κρίσιμες πτυχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για εμάς, π.χ. ο ρόλος των ηλεκτροστατικών δυνάμεων, η ηλεκτραρνητικότητα και η πολικότητα του δεσμού στους δύο τύπους δεσμών.

Στην παρούσα πρόταση, αρχικά, συνοψίζουμε τις προηγούμενες μελέτες αναφορικά με τις παρανοήσεις των μαθητών και τις εννοιολογικές δυσκολίες σε σχέση με το θέμα του χημικού δεσμού, δίνοντας έμφαση στα ευρήματα της πρόσφατης δικής μας μελέτης, και εν συνεχεία εξετάζουμε τα ευρήματα της σύγκρισης μεταξύ των ομάδων ελέγχου και των πειραματικών ομάδων. Παρουσιάζουμε επίσης ένα επιπλέον στοιχείο έρευνας, που συμπληρώνει τα ευρήματα της προηγούμενης έρευνάς μας, ειδικότερα ασχολούμαστε με τις απαντήσεις της πειραματικής ομάδας σε δύο μεταγνωστικές ερωτήσεις που απαιτούσαν από τους μαθητές να δηλώσουν τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν σε σχέση με τη μελέτη των χημικών δεσμών.

Σύνοψη προηγούμενων ευρημάτων αναφορικά με της εννοιολογικές δυσκολίες και τις παρανοήσεις των μαθητών

- α. Ο ιοντικός δεσμός αναφέρεται απλώς ως η μεταφορά ηλεκτρονίων μεταξύ ξεχωριστών ατόμων, προκειμένου να επιτευχθούν στοιβάδες πλήρους σθένους.
- β. Το μοντέλο του ομοιοπολικού δεσμού περιγράφεται ως δύο άτομα που μοιράζονται ένα ζεύγος ηλεκτρονίων.
- γ. Ο κανόνας της οκτάδας συχνά χρησιμοποιείται από τους μαθητές ως ένα επεξηγηματικό πλαίσιο για τη χημική σταθερότητα και ως προαπαιτούμενο για έναν «σωστό» δεσμό.
- δ. Οι ομοιοπολικοί και ιοντικοί δεσμοί συχνά παρουσιάζονται μεμονωμένα, ως δεσμοί που μοιράζονται και δεσμοί που μεταφέρουν ηλεκτρόνια αντιστοίχως.



ε. Η πολικότητα του δεσμού συνδέεται άμεσα με τον ομοιοπολικό δεσμό.

στ. Οι ομοιοπολικοί και ιοντικοί δεσμοί περιγράφονται ως «πραγματικοί» χημικοί δεσμοί, ενώ οι περισσότεροι διαμοριακοί δεσμοί αναφέρονται απλώς ως δυνάμεις.

2. Μεθοδολογία

Εκπαιδευτικό υλικό

Η διδασκαλία των μαθητών της ομάδας ελέγχου (ΟΕ) της μελέτης μας έγινε χρησιμοποιώντας το σχολικό βιβλίο χημείας για την α΄ τάξη λυκείου (Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος και Κάλλης). Η διδασκαλία της πειραματικής ομάδας (ΠΟ) έγινε χρησιμοποιώντας ένα τροποποιημένο/εμπλουτισμένο διδακτικό κείμενο, το οποίο βασιζόταν στο σχολικό κείμενο, είχε την ίδια μορφοποίηση και χρώμα με αυτό και περιελάμβανε τις ίδιες ασκήσεις και προβλήματα στο τέλος για το θέμα του χημικού δεσμού. Προηγουμένως δύο καθηγητές χημείας είχαν δοκιμάσει μια αρχική έκδοση του υλικού στην α΄ τάξη του λυκείου τους και προσέφεραν ανατροφοδότηση σχετικά με τα ισχυρά και αδύναμα σημεία του. Η ανατροφοδότησή τους λήφθηκε υπόψιν κατά τη σύνταξη μιας δεύτερης έκδοσης, η οποία ακολούθως επανεξετάστηκε από τους δύο καθηγητές και από έναν τρίτο καθηγητή χημείας. Τα σχόλια των τριών αυτών «κριτών» χρησιμοποιήθηκαν στην αναθεώρηση του υλικού που κατέληξε στο τελικό κείμενο που χρησιμοποιήσαμε με την ΠΟ. Το κείμενο αυτό θα το αποκαλούμε «εμπλουτισμένο κείμενο». Σε κάθε μαθητή της ΠΟ δόθηκε ένα φυλλάδιο το οποίο περιείχε ένα έγχρωμο αντίγραφο αυτού του εμπλουτισμένου κειμένου).

Όσον αφορά τα βασικά χαρακτηριστικά και τις διαφορές μεταξύ του σχολικού και των εμπλουτισμένου κειμένου, θα πρέπει καταρχάς να αναγνωρίσουμε ότι το εμπλουτισμένο κείμενο χαρακτηρίζεται από σημαντική αύξηση του μεγέθους από 10 σελίδες που ήταν το αρχικό κείμενο, χωρίς τις ασκήσεις και τα προβλήματα, σε 15 περίπου σελίδες δηλαδή μία αύξηση, κατά ένα συντελεστή της τάξης του 1½.

Θέματα ερευνητικής δεοντολογίας

Οι μαθητές απάντησαν στις ερωτήσεις της εξέτασης στο πλαίσιο του μαθήματος χημείας. Ο διευθυντής του σχολείου ενημερώθηκε σχετικά με τον σκοπό της μελέτης και καθόλη την πορεία τηρήθηκε η σχολική δεοντολογία. Οι ερευνητές συνέστησαν στον καθηγητή να ενημερώσει τους μαθητές ότι οι ερωτήσεις αποσκοπούσαν στην αξιολόγηση της κατανόησης εκ μέρους τους ορισμένων δύσκολων εννοιών, όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα, ο κανόνας της οκτάδας και η πολικότητα του δεσμού και ότι ήλπιζαν πως η ανατροφοδότηση θα συνεισέφερε σε μελλοντική βελτίωση της διδασκαλίας. Ενημερώθηκαν επίσης οι μαθητές ότι η εξέταση αυτή δεν επρόκειτο να αντικαταστήσει τις εξετάσεις εξαμήνου, ενώ και οι επιδόσεις στην εξέταση δεν θα συνέβαλαν στους βαθμούς τους στο μάθημα της χημείας. Τέλος, οι μαθητές απάντησαν επωνύμως, ώστε να ενθαρρυνθεί η ουσιαστική συμμετοχή τους, αλλά ωστόσο ούτε τα ονόματα ούτε οι επιδόσεις τους δεν επρόκειτο να αποκαλυφθούν σε τρίτους.



Δείγματα Μαθητών

Η μελέτη διεξήχθη σε δύο μέρη: κατά το σχολικό έτος 2012-2013 για την ΟΕ (n = 49] και κατά το σχολικό έτος 2015-2016 ΠΟ (n = 46). Ο καθηγητής ήταν ο ίδιος και για την ΟΕ και την ΠΟ, ενώ διέθετε μεταπτυχιακό δίπλωμα σπουδών στην διδακτική της χημείας και τις νέες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, είχε διδάξει σε αυτό το συγκεκριμένο σχολείο για δεκαέξι έτη και επιπλέον είχε εμπειρία πέντε ετών ως ιδιωτικός εκπαιδευτικός.

Όργανο αξιολόγησης

Σχεδιάσαμε και χρησιμοποιήσαμε ένα όργανο αξιολόγησης αποτελούμενο από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιελάμβανε κλειστές ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με σκοπό της σύνδεση βασικών εννοιών της Χημείας με τα είδη των δεσμών, ενώ το δεύτερο μέρος περιελάμβανε διαζευκτικές ερωτήσεις (είτε/ή, σωστό ή λάθος), σε συνδυασμό με ανοικτές ερωτήσεις επεξήγηση που αφορούσαν έννοιες που από προηγούμενες έρευνες έχουν χαρακτηριστεί ως δυσνόητες και αιτίες δημιουργίας παρανοήσεων. Το δεύτερο μέρος ολοκληρώθηκε με τις δύο μεταγνωστικές ερωτήσεις που αναζητούσαν δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές. Πιο αναλυτικά:

Στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου, ζητήθηκε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν έννοιες που τους δόθηκαν και να τις κατηγοριοποιήσουν.

Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να συντάξουν προτάσεις χρησιμοποιώντας έννοιες που αφορούν αποκλειστικά, τον ομοιοπολικό δεσμό, τον ιοντικό δεσμό αλλά και τα δύο είδη δεσμών.

Στο β' μέρος του ερωτηματολογίου, δόθηκαν στους εκπαιδευόμενους τέσσερις ερωτήσεις. Η πρώτη εμπειρείχε έξι προτάσεις με βασικές έννοιες του χημικού δεσμού, οι οποίες έπρεπε να αξιολογηθούν αν ήταν σωστές ή λανθασμένες και να δικαιολογηθεί η απάντηση, η δεύτερη ερώτηση αφορούσε τα κριτήρια προσδιορισμού του είδους του δεσμού και οι δύο τελευταίες ήταν μεταγνωστικού τύπου και μέσω αυτών ανιχνεύονταν οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές κατά την μελέτη του κεφαλαίου. Το επίπεδο των ερωτήσεων διαζευκτικής απάντησης αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο Solo (Biggs & Collins 1982). Κάθε απάντηση του εκπαιδευόμενου για να αξιολογηθεί ποιοτικά και να ταξινομηθεί σε ένα επίπεδο αναλύεται ως προς τις τρεις ακόλουθες συνιστώσες: 1. Τον εντοπισμό και την αναφορά των στοιχείων σε μια περιγραφή και των παραγόντων σε μια αιτιολόγηση, που διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στο υπό μελέτη θέμα. 2. Τους συσχετισμούς των δεδομένων (στοιχείων – παραγόντων). 3. Την εξαγωγή τεκμηριωμένου συμπεράσματος, σύμφωνα με τα προηγούμενα. Μεταξύ δύο διαδοχικών επιπέδων εντοπίζεται πολλές φορές ένα μεταβατικό στάδιο, το οποίο παρουσιάζει την τάση εξέλιξης του μαθητή προς το αμέσως ανώτερο επίπεδο, χωρίς τελική επιτυχία. Η ανάλυση των απαντήσεων του μαθητή οδηγεί στον εντοπισμό πέντε επιπέδων κατανόησης του θέματος που μελετά.

Τα επίπεδα ταξινόμιας Solo περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια:

1. Πρώτο επίπεδο προ-δομικό, πρώιμο. Ο μαθητής με την απάντηση που δίνει: Είτε αποφεύγει την ερώτηση (άρνηση, απόκρουση), είτε μεταφέρει την ερώτηση καταφατικά (ταυτολογία), είτε κάνει έναν άσχετο συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα. Δεν εξετάζει τους διάφορους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους. Χρησιμοποιεί μόνο λίγες από τις διαθέσιμες πληροφορίες και σπάνια καταλήγει σε συμπέρασμα.

Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου: Ο μαθητής χρησιμοποιεί ανεπαρκώς κάποιο σχετικό στοιχείο κάνοντας με ανακρίβεια μία υπόθεση.



2. Στο δεύτερο επίπεδο ή μονοδομικό ο μαθητής: Επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία της παρουσίασης και επικεντρώνεται σε αυτό. Αναποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο. Σπάνια συνδέει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις. Δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή το συμπέρασμα προκύπτει βιαστικά από λίγα στοιχεία. Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του δεύτερου και τρίτου επιπέδου: Ο μαθητής επιλέγει δύο σχετικά στοιχεία που δεν συμφωνούν, είναι ασυνεπή και αποτρέπουν την εξαγωγή συμπεράσματος.

3. Στο τρίτο επίπεδο ή πολυδομικό ο μαθητής: Επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία και τα παραθέτει, αναφέροντάς τα απλώς με μία σειρά, αγνοώντας τους συσχετισμούς. Δεν χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και δεν επιχειρεί να κάνει συσχετισμούς. Συνήθως δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή οδηγείται σε εναλλακτικό συμπέρασμα ή ακόμη μπορεί να αναφέρει το αναμενόμενο συμπέρασμα αποσπασματικά, χωρίς αυτό να προκύπτει από τα δεδομένα και τη λογική που παρουσίασε πριν. Ο τόνος στο λόγο του παρουσιάζεται περιγραφικός, δηλωτικός. Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του τρίτου και τέταρτου επιπέδου : Ο μαθητής αναγνωρίζει κάποια ανακολουθία. Αλλά δεν μπορεί να την αντιμετωπίσει ή κάνει επιμέρους συσχετισμό των δεδομένων.

4. Στο τέταρτο επίπεδο συσχετιστικό, συνδυαστικό, συνθετικό, ο μαθητής: Χρησιμοποιεί τις περισσότερες ή όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο και τις ενσωματώνει σε ένα εννοιολογικό σχήμα, με το οποίο αντιμετωπίζει και τις αντικρουόμενες καταστάσεις. Αρχίζει να δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αιτίου και αποτελέσματος. Έτσι παράγει ένα επιχειρήμα και δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση σχετικών στοιχείων. Η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικώς αποδεκτό συμπέρασμα. Ως εκ τούτου δεν αναφέρεται καμία εναλλακτική λύση. Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός. Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ τέταρτου και πέμπτου επιπέδου: ο μαθητής αναγνωρίζει τη σχετικότητα της επεξήγησης, αλλά γενικεύει ανεπαρκώς.

5. Στο πέμπτο επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης, εκτεταμένης θεώρησης, ο μαθητής: Χρησιμοποιεί πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονται στα δεδομένα, γενικευμένες επιστημονικές αρχές που δείχνουν ότι το παράδειγμα είναι μόνο μία πιθανή περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις. Κάνει νέες υποθέσεις, που βασίζονται σε προηγούμενα λογικά αιτιολογημένα συμπεράσματα. Δεν επιδιώκει να προσδιορίσει ένα ορισμένο ή περιορισμένο συμπέρασμα, αλλά δοκιμάζει, υποθέτει και κρίνει άλλες πιθανές απαντήσεις, που θα ταίριαζαν στο ερώτημα. Ο τόνος στο λόγο του εμφανίζεται συμπερασματικός. Το ανώτερο πέμπτο επίπεδο θεωρείται πολύ προχωρημένο και εμφανίζεται σπάνια. Για να γίνουν πιο κατανοητά τα επίπεδα ταξινόμησης solo θα αναφερθούν στη συνέχεια παραδείγματα για κάθε επίπεδο, χρησιμοποιώντας ως αφετηρία την πρώτη πρόταση του β μέρους του ερωτηματολογίου που αφορά την έννοια της ηλεκτρωνηκότητας.

<Πρόταση 1^η: Η ηλεκτρωνηκότητα παίζει ρόλο στο σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού, όχι όμως και στο σχηματισμό του ιοντικού δεσμού>. Κατά την αξιολόγηση των απαντήσεων, αρχικά εντοπίζονταν τα στοιχεία και οι παράγοντες αιτιολόγησης της ολοκληρωμένης σωστής απάντησης και έπειτα με βάση αυτά κατατάσσονταν η κάθε απάντηση στο αντίστοιχο επίπεδο. Στοιχεία και Παράγοντες αιτιολόγησης: ορισμός ηλεκτρωνηκότητας, τρόπος σχηματισμού δεσμών, ηλεκτρόνια σθένους, ηλεκτροστατικές δυνάμεις, σχέση δεσμών με ηλεκτρωνηκότητα.

Απαντήσεις:

Πρώτο επίπεδο: Πράγματι, η ηλεκτρωνηκότητα παίζει ρόλο στο σχηματισμό του ΟΔ αλλά και του ΙΔ. (μεταφορά της ερώτησης με καταφατικό τρόπο)

Μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου: Η ηλεκτρωνηκότητα οφείλεται στην ύπαρξη ηλεκτρονίων. Επειδή και στους ΟΔ και στους ΙΔ υπάρχουν ηλεκτρόνια, η ηλεκτρωνηκότητα παίζει ρόλο και στους δύο δεσμούς.



(χρησ. ένα σχετικό στοιχείο (ηλεκτρόνια) κάνοντας με ανακρίβεια μια υπόθεση)

Δεύτερο επίπεδο: Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο το στοιχείου. Ηλεκτρόνια σθένους έχουν όλα τα άτομα είτε σχηματίζουν ιοντικούς είτε ομοιοπολικούς δεσμούς. (επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία (ηλεκτρόνια σθένους) και επικεντρώνεται σε αυτό και βγάζει βιαστικά το συμπέρασμα)

Μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου: Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στα δύο είδη δεσμών. Η δημιουργία δεσμού οφείλεται στην ύπαρξη ηλεκτρονίων σθένους των ατόμων, που σχηματίζουν πολικούς και μη πολικούς δεσμούς. (επιλέγει δύο σχετικά στοιχεία (ηλεκτρόνια σθένους και πόλωση) που τα συνδέει ανεπαρκώς και αποτρέπουν την εξαγωγή συμπεράσματος).

Τρίτο επίπεδο: Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. (επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία (ηλεκτρόνια σθένους και ατομική ακτίνα) και τα παραθέτει αναφέροντάς τα απλώς σε μια σειρά αγνοώντας τους συσχετισμούς)

Μεταβατικό στάδιο τρίτου και τέταρτου επιπέδου: Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα. (κάνει επι μέρους συσχετισμό δεδομένων που εντοπίζεται στη φράση “βαθμός μετατόπισης”)

Τέταρτο επίπεδο: Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα. Όταν η διαφορά αυτή είναι σημαντική έχουμε ιοντικό δεσμό, ενώ μικρότερες διαφορές ηλεκτραρνητικότητας οδηγούν στον πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό. (χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο και τις ενσωματώνει σε ένα εννοιολογικό σχήμα με το οποίο δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία)

Μεταβατικό στάδιο τέταρτου και πέμπτου επιπέδου: Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα. Όταν η διαφορά αυτή είναι σημαντική, όπως συμβαίνει σε πολλές περιπτώσεις ένωσης μετάλλου και αμετάλλου, έχουμε ιοντικό δεσμό ενώ μικρότερες διαφορές ηλεκτραρνητικότητας οδηγούν στον πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό (αναγνωρίζει τη σχετικότητα της επεξήγησης αλλά γενικεύει ανεπαρκώς)

Πέμπτο επίπεδο: Η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας εξαρτάται (i) από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και (ii) από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα. Όταν η διαφορά αυτή είναι σημαντική όπως συμβαίνει σε πολλές περιπτώσεις ένωσης ενός μετάλλου με ένα αμέταλλο, η μετατόπιση αυτή είναι πλήρης κι έτσι έχουμε τον ιοντικό δεσμό. Μικρότερες, όμως, διαφορές ηλεκτραρνητικότητας, όπως π.χ. όταν ενώνονται δύο αμέταλλα, δεν οδηγούν σε απώλεια και πρόσληψη ηλεκτρονίων, αλλά μόνο σε μερική μετατόπιση



του κοινού ή των κοινών ζευγών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο. Έτσι, δημιουργείται μια ασύμμετρη κατανομή φορτίου ανάμεσα στα άτομα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μερικού αρνητικού φορτίου στο πιο ηλεκτραρνητικό από αυτά και ισοδύναμου θετικού φορτίου στο λιγότερο ηλεκτραρνητικό και συνέπεια την πόλωση του ομοιοπολικού δεσμού.

Μέθοδος ανάλυσης των μεταγνωστικών ερωτήσεων

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στις δύο μεταγνωστικές ερωτήσεις περιελάμβανε δύο στάδια: (i) γενική κατηγοριοποίηση των απαντήσεων και (ii) ειδική κατηγοριοποίηση σύμφωνα με τις τέσσερις κατηγορίες μεταγνωστικής αξιολόγησης του Flavell (Flavell 1979). Η γενική κατηγοριοποίηση πραγματοποιήθηκε με χρήση απαγωγικής μεθοδολογίας. Η συμφωνία μεταξύ των δύο αξιολογητών ήταν της τάξης του 72% και οι ασυμφωνίες επιλύθηκαν με συζήτηση και συναίνεση.

3. Αποτελέσματα

Η επίδραση του εμπλουτισμένου κειμένου

1^ο μέρος του οργάνου αξιολόγησης. Ως προς τις έννοιες που συνδέονται άμεσα με τον σχηματισμό του δεσμού, δεν εντοπίστηκε καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ΟΕ και της ΠΟ για τους κρυστάλλους, τα μέταλλα, την ενέργεια, τα ηλεκτρόνια σθένους, τον κανόνα οκτάδας και τις δομές Lewis. Από την άλλη, εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές από στατιστικής άποψης στη γνώση αναφορικά με τις έννοιες: μόριο, αμέταλλο, ηλεκτραρνητικότητα, πολικότητα και τύποι ηλεκτροστατικών δυνάμεων (Coulomb, απωθητικές και ελκτικές δυνάμεις, μολονότι για τις απωστικές δυνάμεις η επίδοση ήταν ιδιαίτερα χαμηλή σε όλα τα δείγματα). Ως προς τις έννοιες που συνδέονται μόνο έμμεσα με το σχηματισμό δεσμών, οι μαθητές της ΠΟ επέδειξαν ανώτερη γνώση των εννοιών της περιόδου, του μαζικού αριθμού, της ατομικής ακτίνας και της διαλυτότητας αλλά όχι των εννοιών της ομάδας, του σημείου τήξης και του σημείου βρασμού.

2^ο μέρος του οργάνου αξιολόγησης. Η ΠΟ παρουσίασε μία στατιστικώς σημαντική ανώτερη επίδοση στις ερωτήσεις σχετικά με τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις, την ηλεκτραρνητικότητα και την πολικότητα του δεσμού, παρόλο που δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στις περιπτώσεις των ηλεκτρονίων σθένους, του κανόνα οκτάδας, των δομών Lewis ή των κριτηρίων για το σχηματισμό δεσμού.

Πιο αναλυτικά οι μαθητές συνέδεσαν σε μεγαλύτερο ποσοστό (75% κατά μέσο όρο σε σχέση με 52% πριν) τις έννοιες των δυνάμεων Coulomb, της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας και με τα δύο είδη δεσμών. Έτσι μειώθηκαν τα ποσοστά εμφάνισης βασικών παρανοήσεων που οδηγούσαν τους μαθητές να συνδέουν τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις μόνο με την διδασκαλία του ιοντικού δεσμού ενώ την ηλεκτραρνητικότητα και την πολικότητα μόνο με την διδασκαλία του ομοιοπολικού δεσμού. Οι παρανοήσεις αυτές οφείλονταν και στον τρόπο που παρουσιάζεται στο σχολικό βιβλίο ο χημικός δεσμός αλλά και στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας αυτού από τους εκπαιδευτικούς. Επίσης μειώθηκαν τα ποσοστά των μαθητών (από 86 % σε 51%) που παρουσίαζαν και περιέγραφαν τον ιοντικό δεσμό και τον ομοιοπολικό δεσμό, ως μεμονωμένους δεσμούς χωρίς να εντοπίζουν συνέχεια στην μελέτη και τις ιδιότητές τους.



Μέρος Β της Εξέτασης, Ερώτηση 4. Ποιος δεσμός, ο ιοντικός ή ο ομοιοπολικός, προκάλεσε περισσότερες δυσκολίες στην κατανόησή του; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

Αποτελέσματα: Ποιος δύσκολος ο ιοντικός δεσμός (ΙΔ): 5/46 (10,9%) / Ποιος δύσκολος ο ομοιοπολικός δεσμός (ΟΔ): 26/46 (56,5%) / Και οι δύο ήταν εξίσου δύσκολοι: 6/46 (13,0%) / Κανένας (και οι δύο ήταν εύκολοι): 6/46 (13,0%) / Καμιά απάντηση: 3/46 (6,5%). Περισσότεροι από τους μισούς μαθητές έκριναν τον ΟΔ ως δυσκολότερο, ενώ μόλις το 11% αναγνώρισε τον ΙΔ ως ευκολότερο.

Οι απαντήσεις των μαθητών κατατάχθηκαν και στις παρακάτω οι κατηγορίες: *Για τη δυσκολία των μαθητών με τους ιοντικούς δεσμούς:* γενικοί λόγοι, δυσκολίες στην κατανόηση ειδικών εννοιών και στοιχείων. *Για τη δυσκολία των μαθητών με τους ομοιοπολικούς δεσμούς:* γενικοί λόγοι, δυσκολίες στην κατανόηση ειδικών εννοιών και στοιχείων, ειδικοί λόγοι, καμιά επεξήγηση/ταυτολογία.

Μέρος Β της Εξέτασης, Ερώτηση 3: Αναφέρετε 1 ή 2 δυσκολίες που αντιμετωπίσατε στην μελέτη σας του κεφαλαίου για τους δεσμούς.

Οι απαντήσεις των μαθητών κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με τον μεταγνωστικό τους χαρακτήρα ως εξής: (α) *μεταγνωστική γνώση* (ΜΓΓ), (β) *μεταγνωστική εμπειρία* (ΜΓΕ), (γ) *καθήκοντα και στόχοι* (Κ&Σ), και (δ) *στρατηγικές ή ενέργειες* (Σ/Ε). Παρατηρήθηκε ότι οι περισσότερες απαντήσεις ανήκουν στην κατηγορία ΜΓΓ, ακολουθούμενη από την κατηγορία ΜΓΕ. Λίγες απαντήσεις ταξινομήθηκαν είτε ως Κ&Σ ή Σ/Ε.

Δυσκολίες με συγκεκριμένες έννοιες και θέματα: Πολλοί μαθητές (ανεξάρτητα ή παράλληλα με τα αρνητικά σχόλια για το φυλλάδιο) ανέφεραν δυσκολίες με συγκεκριμένα θέματα: αντιμετώπιση κατ' εξαίρεση ενώσεων, όπως το οξείδιο του άνθρακα (CO) (Σ/Ε), συντακτικοί τύποι, μοριακοί τύποι, ηλεκτρονικοί τύποι, πολικότητα και πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί, κρύσταλλοι, δεσμοί σε κρυστάλλους, σημεία τήξης, σημεία βρασμού, η έννοια της ηλεκτροθετικότητας, η σύνδεση σε ομοατομικά και ετεροατομικά μόρια, οι διαφορές και ομοιότητες μεταξύ ιοντικών και ομοιοπολικών δεσμών, οι τετηγμένοι κρύσταλλοι, οι δομές Lewis (βλέπε επίσης ανωτέρω την αιτιολογία για την Ερώτηση 4) (ΜΓΓ).

4. Συμπεράσματα

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το θέμα του χημικού δεσμού είναι ιδιαίτερα δύσκολο για τους μαθητές και συνεπώς οι συντάκτες προγραμμάτων σπουδών και οι συγγραφείς σχολικών βιβλίων ενδεχομένως να πρέπει να αποφύγουν να καταπιαστούν με όλες τις πτυχές στην πρώτη εισαγωγή του θέματος στην α' τάξη λυκείου αλλά *αντί αυτού* να ακολουθήσουν μία σπειροειδή προσέγγιση του προγράμματος μαθημάτων. Ιδίως πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι η διδακτική μας παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε ένα ιδιωτικό σχολείο υψηλού κύρους, οπότε μπορούμε να αναμένουμε χαμηλότερες επιδόσεις και περισσότερες παρανοήσεις στους λιγότερο ικανούς μαθητές.



5. Βιβλιογραφικές αναφορές

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος Παναγιώτης., Κάλλης, Α., (2003) Χημεία α Λυκείου, Ινστιτούτο Τεχνολογίας υπολογιστών και εκδόσεων Διοφαντος.

Acar, B. and Tarhan, L., (2008), Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding, *Research in Science Education*, 38 (4), 401-420.

Flavell, J. H., (1979), Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry, *American Psychologist*, 34 (10), 906-911.

Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Krajcik, J., (2007), Developing a new teaching approach for the chemical bonding concept aligned with current scientific and pedagogical knowledge. *Science Education*, 91 (4), 579–603.

Özmen, H., (2004), Some student misconceptions in chemistry: a literature review of chemical bonding, *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 147–159.

Taber, K. S., & Coll, R., (2003). Bonding, in: *Chemical education: towards research-based practice*: J. K. Gilbert, O.D. Jong, R. Justy, D.F. Treagust, and Van Driel J.H. (eds.), (pp 213-234). Dordrecht: Kluwer.



Μελέτη των ικανοτήτων των μαθητών του δημοτικού σχολείου, του Γυμνασίου και του Λυκείου να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιστημονικών επιχειρημάτων

Μιχαήλ Σκουμιός

ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η εργασία εξετάζει τις ικανότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου, του Γυμνασίου και του Λυκείου να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των γραπτών επιχειρημάτων Φυσικών Επιστημών τα οποία μελετούν. Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από 261 μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, 257 μαθητές της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και 259 μαθητές της Α΄ τάξης του Λυκείου. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι μαθητές δεν είχαν αναπτυγμένες τις ικανότητες να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων που μελετούν. Μάλιστα, διαπιστώθηκε ότι δεν προέκυψε σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών και στην ηλικία τους.

Λέξεις-κλειδιά: επιχειρήματα, αποδεικτικά στοιχεία, μάθηση Φυσικών Επιστημών, ικανότητες μαθητών

A study of primary, middle and high school students' abilities to critique the evidence of science arguments

Michael Skoumios¹

¹Department of Primary Education, University of the Aegean

Abstract

This study examines primary, middle and high school students' abilities to critique the evidence in written science arguments that they read. As a data collection instrument, a questionnaire is used, which was dispensed to 261 students of primary school (11 years old), 257 students of middle school (14 years old) and 259 students of high school (15 years old). Data analysis revealed that most of the students have not developed their abilities to critique the evidence in written science arguments. Furthermore, it was found that there is no significant differentiation between students' answers and their age.

Keywords: arguments, evidence, science learning, students' abilities



1. Εισαγωγή

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο ευρύτερο πεδίο ερευνών που μελετούν τις ικανότητες των μαθητών να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες. Η εμπλοκή των μαθητών με την αξιολόγηση επιχειρημάτων θεωρείται σημαντική αφού μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, στην οικοδόμηση νέας γνώσης και στην καλύτερη κατανόηση της φύσης της επιστημονικής γνώσης (Sandoval & Reiser 2004). Επιπλέον, οι πολίτες είναι αναγκαίο να έχουν αναπτύξει τις ικανότητες να αξιολογούν επιχειρήματα που τους παρουσιάζονται και τα μελετούν, ώστε να αντιλαμβάνονται αν είναι τεκμηριωμένα.

Ένα επιχειρήμα περιλαμβάνει τέσσερα συστατικά στοιχεία (McNeill & Krajcik 2012): ισχυρισμό (συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση), αποδεικτικά στοιχεία (δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό), συλλογισμό (συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία χρησιμοποιώντας επιστημονικές αρχές) και αντίκρουση (αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος).

Ένας ισχυρισμός μπορεί να υποστηριχθεί με διαφορετικά είδη αιτιολογήσεων, που εμπλέκουν εμπειρικά δεδομένα, ιδέες των Φυσικών Επιστημών, προσφυγή στην αυθεντία και προηγούμενες εμπειρίες (McNeill & Krajcik 2012). Μολονότι οι μαθητές χρησιμοποιούν διαφορετικά είδη αιτιολόγησης, ορισμένα είδη είναι περισσότερο αποδεκτά από την επιστημονική κοινότητα έναντι κάποιων άλλων. Ειδικότερα, η προσφυγή σε εμπειρικά δεδομένα ως είδος αιτιολόγησης είναι ευρέως αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα (Sandoval & Cam 2011). Άλλα είδη αιτιολόγησης, όπως είναι οι ιδέες των Φυσικών Επιστημών ή η προσφυγή στην αυθεντία, είναι λιγότερο αποδεκτά από την επιστημονική κοινότητα συγκριτικά με την προσφυγή σε εμπειρικά δεδομένα.

Οι έρευνες για τα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες έχουν επικεντρωθεί κυρίως στη μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων που αυτοί παράγουν. Ειδικότερα, όταν οι μαθητές καλούνται να διαμορφώσουν ένα επιχειρήμα προσπαθώντας να δώσουν απάντηση σε ένα ερώτημα που τους παρουσιάζεται, συνήθως προτείνουν ισχυρισμούς χωρίς όμως να τους συνοδεύουν με αποδεικτικά στοιχεία (Heng, Surif & Seng 2015, Jiménez-Aleixandre et al. 2000). Στην περίπτωση που προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους αυτά δεν είναι επαρκή και κατάλληλα (Sandoval & Millwood 2005). Επιπρόσθετα, οι μαθητές συνήθως δεν προτείνουν συλλογισμούς που να συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τους ισχυρισμούς, καθώς επίσης και αντικρούσεις που να αιτιολογούν γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός (σε σχέση με αυτόν που προτείνουν) είναι λανθασμένος (McNeill & Krajcik 2012; Songer & Gotwals 2012).

Μολονότι έχει μελετηθεί επαρκώς η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά τις ικανότητες των μαθητών να αξιολογούν γραπτά επιστημονικά επιχειρήματα που μελετούν (Knight et al. 2014). Επιπλέον, απουσιάζουν έρευνες που να συγκρίνουν τις ικανότητες των μαθητών της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα που μελετούν. Η πρωτοτυπία της εργασίας αυτής έγκειται στο ότι διερευνά και συγκρίνει τις ικανότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου, του Γυμνασίου και του Λυκείου να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα Φυσικών Επιστημών ως προς την ποιότητα των αποδεικτικών τους στοιχείων, ζήτημα για το οποίο δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.



2. Μεθοδολογία

Ερευνητικά ερωτήματα

Η εργασία αυτή μελετά τις ικανότητες των μαθητών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και της Α΄ τάξης του Λυκείου να αξιολογούν την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων που μελετούν για θέματα των Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα, η εργασία επιδιώκει να απαντήσει τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- (α) Είναι ικανοί οι μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και της Α΄ τάξης του Λυκείου να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα;
- (β) Είναι ικανοί οι μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και της Α΄ τάξης του Λυκείου να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται σε επιχειρήματα;
- (γ) Είναι ικανοί οι μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και της Α΄ τάξης του Λυκείου να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία (αν είναι ισχυρά ή ασθενή);
- (δ) Είναι ικανοί οι μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και της Α΄ τάξης του Λυκείου να συγκρίνουν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία;
- (ε) Υπάρχει διαφοροποίηση στις ικανότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου, του Γυμνασίου και του Λυκείου να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων που μελετούν;

Φάσεις της Έρευνας και Δείγμα

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, διαμορφώθηκε το εργαλείο συλλογής των δεδομένων που ήταν ένα ερωτηματολόγιο (πιλοτική έρευνα). Στη δεύτερη φάση το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από μαθητές και στη συνέχεια αναλύθηκαν οι απαντήσεις τους (κύρια έρευνα). Στην έρευνα συμμετείχαν 261 μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, 257 μαθητές της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και 259 μαθητές της Α΄ τάξης του Λυκείου.

Συλλογή δεδομένων

Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το γραπτό ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, συγκροτήθηκε με βάση το πλαίσιο αξιολόγησης των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων που έχει προταθεί από τους Knight et al. (2014). Το πλαίσιο αυτό εστιάζει στις ικανότητες των μαθητών: (α) να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα, (β) να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται σε επιχειρήματα, (γ) να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία (αν είναι ισχυρά ή ασθενή) και (δ) να συγκρίνουν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε οκτώ ερωτήσεις (έξι ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών και δύο ερωτήσεις ανοικτού τύπου). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι αριθμοί των ερωτήσεων και οι αντίστοιχες ικανότητες που οι ερωτήσεις εξετάζουν. Στο Παράρτημα παρουσιάζονται οι 4 από τις 8 συνολικά ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 1: Αντιστοίχιση ερωτήσεων του ερωτηματολογίου και των ικανοτήτων που αυτές εξετάζουν.

Ερωτήσεις	Ικανότητες
1 και 5	Εντοπισμός αποδεικτικών στοιχείων σε επιχειρήματα
2 και 6	Αναγνώριση αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται σε επιχειρήματα
3 και 7	Κρίση αποδεικτικών στοιχείων (αν είναι ισχυρά ή ασθενή)
4 και 8	Σύγκριση επιχειρημάτων με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία



Ανάλυση δεδομένων

Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (Ερωτήσεις 1, 2, 3, 5, 6 και 7) ταξινομήθηκαν ως «κατάλληλες» ή «ενναλακτικές». Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις (Ερωτήσεις 4 και 8) πραγματοποιήθηκε με μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που έχει προταθεί από τους Knight et al. (2014) (βλ. Πίνακας 2). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές οι οποίοι εργάστηκαν ανεξάρτητα και οι διαφωνίες τους επιλύθηκαν μέσω συζήτησης.

Πίνακας 2: Σύγκριση δύο επιχειρημάτων που έχουν τον ίδιο ισχυρισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία: κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων (Knight et al. 2014).

Επίπεδα	Περιγραφή
Επίπεδο 3	Ο μαθητής επιλέγει ορθά και κρίνει την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται και στα δύο επιχειρήματα
Επίπεδο 2	Ο μαθητής επιλέγει ορθά και κρίνει την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται μόνο στο ένα επιχείρημα
Επίπεδο 1	Ο μαθητής επιλέγει ορθά χωρίς αιτιολόγηση ή επιλέγει ορθά και αναφέρει ότι το ένα επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρότερα αποδεικτικά στοιχεία, όμως η αιτιολόγηση είναι λανθασμένη
Επίπεδο 0	Ο μαθητής δεν επιλέγει ή επιλέγει λανθασμένα

Αφού αναλύθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών, προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων και των επιπέδων των μαθητών. Η μελέτη της ύπαρξης στατιστικά σημαντικής συσχέτισης ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών (σε κάθε ερώτηση) και στην ηλικία τους πραγματοποιήθηκε με το τεστ χ^2 .

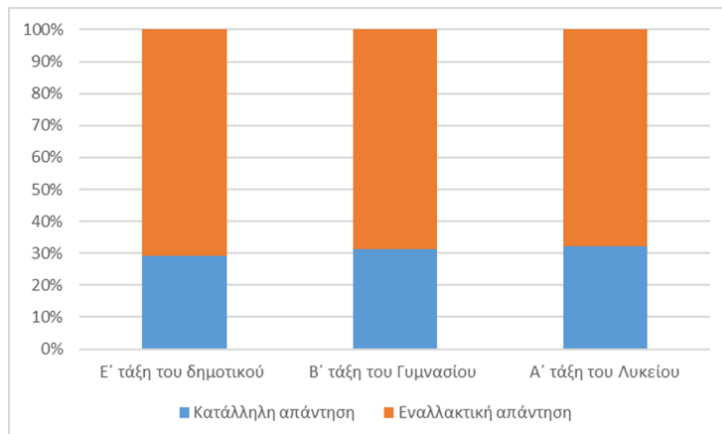
3. Αποτελέσματα

Εντοπισμός αποδεικτικού στοιχείου σε επιχείρημα

Αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που μελετούν, προέκυψε ότι σχεδόν επτά στους δέκα μαθητές δεν εντόπισαν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία που υπήρχαν στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν (στις Ερωτήσεις 1 και 5), ενώ σχεδόν τρεις στους δέκα μαθητές μπόρεσαν να εντοπίσουν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία που υπήρχαν στα επιχειρήματα (βλ. Σχήμα 1). Επιπλέον, προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών και στη τάξη φοίτησής τους, $\chi^2(2)=1,21$, $p=0,5461$.



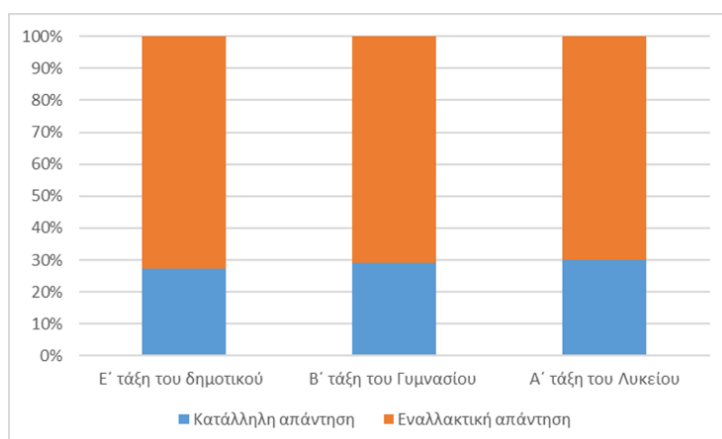
Σχήμα 1: Εκατοστιαία κατανομή των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων.



Αναγνώριση αποδεικτικού στοιχείου που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνεται σε ένα επίχειρημα

Σχεδόν επτά στους δέκα μαθητές, όπως προκύπτει από τις απαντήσεις τους στις Ερωτήσεις 2 και 6, δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν, ανάμεσα σε διάφορα δεδομένα, τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν, ενώ σχεδόν τρεις στους δέκα μαθητές τα αναγνώρισαν (βλ. Σχήμα 2). Επιπρόσθετα, προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών και στη τάξη φοίτησής τους, $\chi^2(2)=1,15$, $p=0,5627$.

Σχήμα 2: Εκατοστιαία κατανομή των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα.



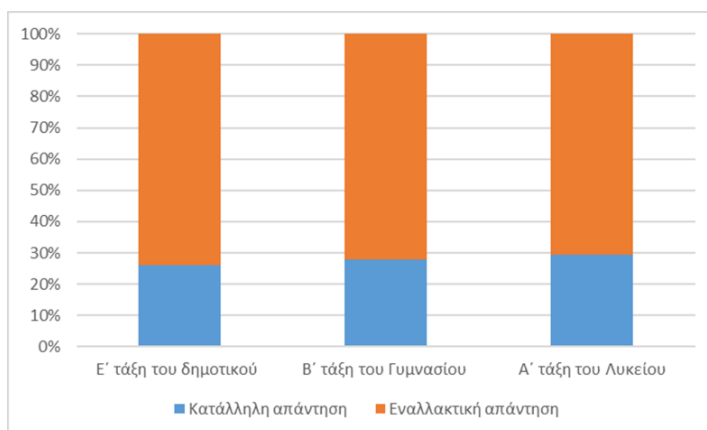
Κρίση αποδεικτικών στοιχείων

Για τις ικανότητες των μαθητών να κρίνουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο που τους δίνεται είναι ισχυρό ή ασθενές για να υποστηριχθεί ένα επίχειρημα, από την μελέτη των απαντήσεων των μαθητών στις Ερωτήσεις 3 και 7 προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν μπόρεσαν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ισχυρό ή ασθενές για να υποστηρίξει ένα συγκεκριμένο ισχυρισμό (βλ.



Σχήμα 3). Επιπλέον, προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών και στη τάξη φοίτησής τους, $\chi^2(2)=1,53$, $p=0,4653$.

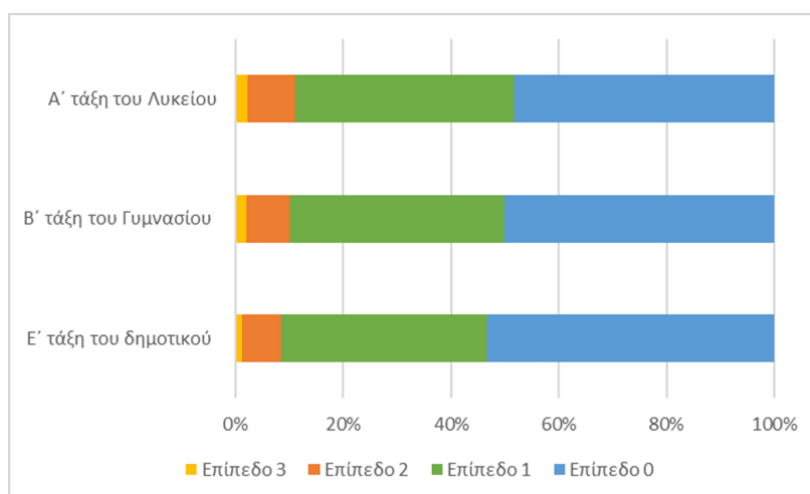
Σχήμα 3: Εκατοστιαία κατανομή των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων.



Σύγκριση επιχειρημάτων με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία

Οι περισσότεροι μαθητές (σχεδόν πέντε έως έξι στους δέκα) δεν επέλεξαν ορθά -ανάμεσα σε δύο επιχειρήματα- το ισχυρότερο επιχείρημα. Ήταν ιδιαίτερα περιορισμένο το ποσοστό των μαθητών που έκαναν ορθή επιλογή του ισχυρότερου επιχειρήματος και έκριναν την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και των δύο επιχειρημάτων. Επιπλέον, προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών και στη τάξη φοίτησής τους, $\chi^2(6)=4,52$, $p=0,6067$.

Σχήμα 4: Εκατοστιαία κατανομή των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στη σύγκριση επιχειρημάτων με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία.





Συμπεράσματα

Από την εργασία αυτή διαπιστώθηκε ότι οι ικανότητες των μαθητών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και της Α΄ τάξης του Λυκείου να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα, να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται σε επιχειρήματα, να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία και να συγκρίνουν επιχειρήματα με βάση την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων τους, δεν είναι αναπτυγμένες. Επιπλέον, προέκυψε ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά οι ικανότητες των μαθητών να αξιολογούν την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων που μελετούν με βάση τη τάξη τους. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, όπως πραγματοποιείται στο σχολικό πλαίσιο, φαίνεται ότι δεν συνεισφέρει στην ανάπτυξη των ικανοτήτων των μαθητών να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα.

Τα παραπάνω συμπεράσματα μπορούν να αποδοθούν στη διαπίστωση ότι κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση συνήθως δεν παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να αξιολογούν επιχειρήματα και δεν υποστηρίζονται οι μαθητές από τους εκπαιδευτικούς στο να συγκροτούν τεκμηριωμένα επιχειρήματα (Newton et al. 1999). Έχει επισημανθεί ότι είναι αναγκαία η δημιουργία ενός πλαισίου που να υποστηρίζει εκπαιδευτικούς και μαθητές σε ζητήματα αξιολόγησης και συγκρότησης επιχειρημάτων (Krajcik & McNeill 2009).

Στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών θα μπορούσαν να περιλαμβάνονται δραστηριότητες μέσω των οποίων οι μαθητές να εξοικειωθούν με τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και με την ανάπτυξη τεκμηριωμένων επιχειρημάτων. Επίσης, να περιλαμβάνονται δραστηριότητες που να βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν τις ικανότητες να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα που τους δίνονται, να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται σε επιχειρήματα προκειμένου αυτά να είναι πιο τεκμηριωμένα, να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία που τους δίνονται (αν είναι ισχυρά ή ασθενή) προκειμένου να υποστηρίξουν ένα ισχυρισμό και να συγκρίνουν επιχειρήματα που έχουν τον ίδιο ισχυρισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία.

Η παρούσα εργασία συνεισφέρει προς την κατεύθυνση της συγκρότησης ενός πλαισίου υποστήριξης μαθητών και εκπαιδευτικών για την ανάπτυξη των ικανοτήτων των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων που μελετούν. Όμως, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα συμπεράσματα της εργασίας υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο περιορισμένο δείγμα και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν (αποκλειστική χρήση ερωτηματολογίου).

Ως προτάσεις για μελλοντική έρευνα, προτείνεται η διερεύνηση των ικανοτήτων των μαθητών να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα με βάση την ποιότητα όχι μόνο των αποδεικτικών στοιχείων αλλά και των συλλογισμών που αυτά περιλαμβάνουν. Επιπρόσθετα, προτείνεται η σχεδίαση και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού για μαθητές που θα αποσκοπεί στην ανάπτυξη των ικανοτήτων τους να αξιολογούν γραπτά επιστημονικά επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία και τους συλλογισμούς τους.

5. Βιβλιογραφία

Heng, L. L., Surif, J., & Seng, C. H. (2015). Malaysian students' scientific argumentation: Do groups perform better than individuals? *International Journal of Science Education*, 37(3), 505–528.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B. & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757–792.



Knight, A. M., Alves, C. B., Cannady, M. A., McNeill, K. L., & Pearson, P. D. (2014, April). Assessing middle school students' abilities to critique scientific evidence. Paper presented at the annual meeting of NARST, Pittsburg, PA.

Krajcik, J., & McNeill, K. (2009). Designing Instructional Materials to Support Students' in Writing Scientific Explanations: Using Evidence and Reasoning across the Middle School Years. Paper Presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Hyatt Regency Orange County, Garden Grove, CA. April 17–21.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.

Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553–576.

Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23–55.

Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88 (3), 345–372.

Sandoval, W., & Cam, A. (2011). Elementary Children's Judgments of the Epistemic Status of Sources of Justification. *Science Education*, 95 (3): 383–408.

Songer, N. B. & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141-165.

6. Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο (ενδεικτικές ερωτήσεις)

Σε πέντε ίδια δοχεία υπάρχει νερό ίδιας θερμοκρασίας. Ζεσταίνουμε με την ίδια φλόγα και για τον ίδιο χρόνο (2 λεπτά) τα δοχεία που περιέχουν διαφορετική ποσότητα νερού. Ο κύριος Δημήτρης ζητά από τους μαθητές του να γράψουν και να υποστηρίξουν την άποψή τους για την ακόλουθη ερώτηση:

Τι επηρεάζει την αλλαγή της θερμοκρασίας του νερού που είναι στα δοχεία;

Η Ελένη χρησιμοποίησε τα στοιχεία που υπάρχουν στον ακόλουθο πίνακα για να γράψει την άποψή της.

Δοχεία	Ποσότητα νερού (σε γραμμ.)	Αλλαγή θερμοκρασίας
A	100	Πολύ μεγάλη
B	200	Μεγάλη
Γ	300	Μεσαία
Δ	400	Μικρή
E	500	Πολύ μικρή

Το κείμενο της Ελένης

Στο δοχείο με τη μεγαλύτερη ποσότητα του νερού η θερμοκρασία μεγαλώνει πιο λίγο (πρόταση 1). Όταν ζεστάναμε ένα δοχείο με νερό 100 γραμμαρίων, μετά από 2 λεπτά η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε και η αλλαγή της θερμοκρασίας ήταν πολύ μεγάλη, ενώ όταν ζεστάναμε με τον ίδιο τρόπο ένα δοχείο με νερό 500 γραμμαρίων, μετά από 2 λεπτά η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε και η αλλαγή της



θερμοκρασίας ήταν πολύ μικρή (πρόταση 2). Το δεύτερο δοχείο είχε πιο πολύ νερό και για αυτό η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε λιγότερο (πρόταση 3).

Ερώτηση 1

Σε ποια πρόταση θεωρείς ότι η Ελένη έχει στοιχεία (δεδομένα) που υποστηρίζουν την άποψή της;

- Μόνο στην πρόταση 1
- Μόνο στην πρόταση 2
- Στις προτάσεις 1 και 2
- Σε καμιά πρόταση.

Ερώτηση 2

Η Ελένη σκέφτεται να προσθέσει ακόμα ένα στοιχείο (δεδομένο) για να υποστηρίξει επιπλέον την άποψή της. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις αποτελεί στοιχείο που υποστηρίζει την άποψή της;

- Όταν ζεσταίνεται νερό με τον ίδιο τρόπο και για 2 λεπτά σε ένα δοχείο Z η αλλαγή θερμοκρασίας του νερού είναι πολύ μεγάλη
- Η ποσότητα του νερού που θερμαίνεται με τον ίδιο τρόπο και για 2 λεπτά σε ένα δοχείο Z είναι 400 γραμμ. και η αλλαγή της θερμοκρασίας του είναι μικρή.
- Η ποσότητα του νερού που θερμαίνεται με τον ίδιο τρόπο και για 2 λεπτά σε ένα δοχείο Z είναι 80 γραμμ. και η αλλαγή της θερμοκρασίας του είναι μικρή.
- Η ποσότητα του νερού που θερμαίνεται με τον ίδιο τρόπο και για τον 2 λεπτά σε ένα δοχείο Z είναι 200 γραμμ. και η αλλαγή της θερμοκρασίας του είναι μικρή.

Ερώτηση 3

Η Ελένη λέει ότι στο δοχείο με τη μεγαλύτερη ποσότητα του νερού η θερμοκρασία μεγαλώνει πιο λίγο. Η Ελένη θέλει να προσθέσει το παρακάτω στοιχείο για να ενισχύσει την άποψή της:

Η ποσότητα του νερού σε ένα ποτήρι H είναι 90 γραμμ. και η αλλαγή της θερμοκρασίας του νερού είναι πολύ μεγάλη.

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, επειδή δεν έχει σχέση με την άποψη της Ελένης
- αδύναμο, επειδή υποστηρίζει την αντίθετη άποψη από αυτήν που λέει η Ελένη
- ισχυρό, επειδή υποστηρίζει μια διαφορετική άποψη από αυτήν που προτείνει η Ελένη
- ισχυρό, επειδή υποστηρίζει την άποψη της Ελένης.

Ερώτηση 4

Ο Παναγιώτης είναι επίσης μαθητής στη τάξη του κυρίου Δημήτρη. Ο κύριος Δημήτρης ζήτησε από την Ελένη και τον Παναγιώτη να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο της Ελένης



Στο δοχείο με τη μεγαλύτερη ποσότητα του νερού η θερμοκρασία μεγαλώνει πιο λίγο. Όταν ζεστάναμε ένα δοχείο με νερό 100 γραμμαρίων, μετά από 2 λεπτά η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε και η αλλαγή της θερμοκρασίας ήταν πολύ μεγάλη, ενώ όταν ζεστάναμε με τον ίδιο τρόπο ένα δοχείο με νερό 500 γραμμαρίων, μετά από 2 λεπτά η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε και η αλλαγή της θερμοκρασίας ήταν πολύ μικρή. Το δεύτερο δοχείο είχε πιο πολύ νερό και για αυτό η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε λιγότερο.

Το κείμενο του Παναγιώτη

Στο δοχείο με τη μεγαλύτερη ποσότητα του νερού η θερμοκρασία μεγαλώνει πιο λίγο. Σε μια εκδρομή που πήγαμε ένας επιστήμονας είχε αναφέρει ότι επειδή υπάρχει μεγάλη ποσότητα νερού στη θάλασσα η θερμοκρασία του νερού αλλάζει ελάχιστα. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που δείχνει ότι σε ένα δοχείο που έχει πολύ νερό και ζεσταίνεται η θερμοκρασία του νερού μεγαλώνει πολύ λίγο.

Ποιος από τους δύο, η Ελένη ή ο Παναγιώτης υποστηρίζει καλύτερα την άποψη που προτείνει; Γιατί;



Η σωματική προσομοίωση ως εργαλείο διερεύνησης στη διδασκαλία της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης

Ιωάννης Σταράκης¹, Κρυσταλλία Χαλκιά²

¹Ε.Κ.Π.Α Τ.Ε.Α.Π.Η, ²Ε.Κ.Π.Α Π.Τ.Δ.Ε

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης σε μαθητές/τριες Ε' Δημοτικού, για τη φαινόμενη κίνησης της Σελήνης, αξιοποιώντας τη σωματική προσομοίωση ως εργαλείο διερεύνησης. Η σωματική προσομοίωση έδινε τη δυνατότητα στους μαθητές: α) να βιώνουν (έμμεσα) τις κινήσεις της Γης, με το σώμα τους β) να παρατηρούν τη Σελήνη ως ακίνητοι παρατηρητές στη Γη, με τα μάτια τους. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η σωματική προσομοίωση βοήθησε τους μαθητές να διαπιστώσουν πως η φαινόμενη κίνηση της Σελήνης οφείλεται στο συνδυασμό της ιδιοπεριστροφής της Γης και της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη, με την ίδια φορά.

Λέξεις-κλειδιά: Διδακτική Αστρονομίας, Φαινόμενη Κίνηση Σελήνης, Σωματική Προσομοίωση

The use of bodily-kinaesthetic modelling as an investigative tool in teaching Moon's apparent movement

Ioannis Starakis¹, Krystallia Halkia²

¹U.O.A Department of Early Childhood Education, ²U.O.A Department of Primary Education

Abstract

In the present paper, the results of a teaching intervention on K-5 students are presented. Its main purpose was to use bodily-kinaesthetic modelling as an investigative tool in teaching Moon's apparent movement. Bodily-kinesthetic modeling gave students the opportunity to: a) "experience" Earth's movements, through their body b) monitor the Moon as a stationery observers on Earth, through their eyesight. The implementation of the intervention showed that bodily-kinaesthetic modelling helped students realize that Moon's apparent movement is attributed to the simultaneous rotation of the Earth around its own axis and the revolving of the Moon around the Earth, both in the same direction.

Keywords: Astronomy Education, Moon's Apparent Movement, Bodily-Kinaesthetic Modelling



1. Εισαγωγή

Το ανθρώπινο σώμα χρησιμοποιείται στη διδακτική των φυσικών επιστημών είτε ως μέρος πειραματικών διατάξεων (Hadzigeorgiou et al. 2009, Anderson & Wall 2016, Herakleioti & Pantidos 2016) είτε ως εργαλείο προσομοίωσης (Tsai 1999, Aubusson & Fogill 2006, Plummer et. al. 2011).

Η χρήση του και στις δύο περιπτώσεις ενεργοποιεί το μαθητή σωματικά και διανοητικά. Τα δύο αυτά στοιχεία θεωρείται ότι αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για να επιτευχθεί η μάθηση στις φυσικές επιστήμες (Kleraker et. al. 2005).

Η σωματική προσομοίωση αποσκοπεί κυρίως στη μοντελοποίηση διαδικασιών και φαινομένων για τα οποία δεν υπάρχει εποπτεία (Σταράκης, 2008). Όπως προκύπτει βιβλιογραφικά, πριν τη προσομοίωση μελετάται το προς πρόσκτηση γνωστικό περιεχόμενο μέσω γραπτών οδηγιών ή τυπικής διδασκαλίας (Van Ments 1999). Κατά συνέπεια δεν έχει διερευνητικό χαρακτήρα αλλά χαρακτήρα εφαρμογής της προσκτηθείσας γνώσης. Είναι με άλλα λόγια το μέσο έτσι ώστε η γνώση αυτή: «...να κυλήσει στην ενδοχώρα του μαθητή και να αφομοιωθεί.» (Άλκηστis 1984).

Αυτό που χρήζει μελέτης είναι το αν θα μπορούσε η σωματική προσομοίωση να μεταφερθεί στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας και να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να διερευνηθούν και όχι απλά να αναπαρασταθούν φαινόμενα και διαδικασίες (Σταράκης, 2008).

2. Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η σωματική προσομοίωση ως εργαλείο διερεύνησης στη διδασκαλία της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης. Αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης έρευνας που στόχευε στην οικοδόμηση αντιλήψεων μαθητών Ε' δημοτικού για τις κινήσεις του συστήματος Ήλιος-Γη-Σελήνη. Στο πλαίσιο της έρευνας αρχικά καθορίστηκαν οι ακόλουθες «βασικές» κινήσεις του συστήματος:

- *ιδιοπεριστροφή Γης,*
- *περιφορά Σελήνης γύρω από τη Γη,*
- *περιφορά Γης γύρω από τον Ήλιο.*

Ακολούθως διερευνήθηκαν οι εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών για φαινόμενα που σχετίζονται με τις προαναφερθείσες κινήσεις. Τα βήματα αυτά οδήγησαν στο σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας ακολουθίας μαθημάτων που αποτελείται από τις τρεις παρακάτω ενότητες:

- *φαινόμενη κίνηση του Ήλιου,*
- *φαινόμενη κίνηση της Σελήνης,*
- *εναλλαγή των εποχών.*

Κάθε ενότητα αποτελεί, αντίστοιχα, το μέσο οικοδόμησης του επιστημονικού μοντέλου μιας εκ των προαναφερθεισών βασικών κινήσεων. Για την εφαρμογή της ακολουθίας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του «διδασκτικού πειράματος». Πρόκειται για μία μέθοδο που συνδυάζει στοιχεία κλασικής συνέντευξης και διδασκαλίας (Komorek & Duit 2004).

Η παρούσα εργασία εστιάζει στη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης και επιχειρεί να απαντήσει στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα:

«Μπορούν μαθητές Ε' Δημοτικού να αποδώσουν τη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης στο συνδυασμό της ιδιοπεριστροφής της Γης και της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη;».

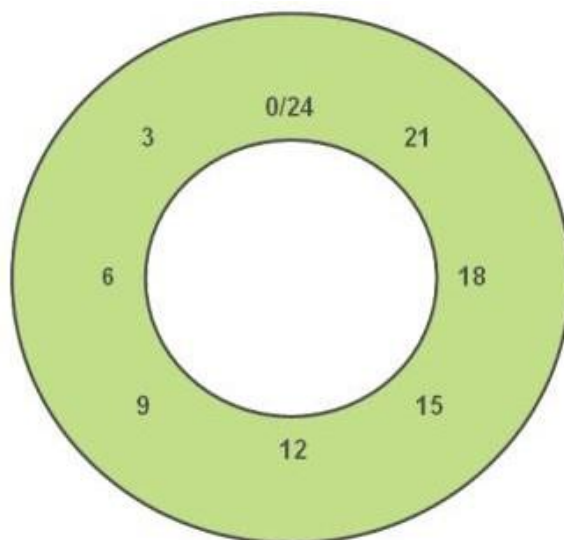


Βασικό εργαλείο διερεύνησης του ερευνητικού ερωτήματος αποτελεί η σωματική προσομοίωση. Στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές αρχικά παρατηρούν δύο φωτογραφίες (ενός ακίνητου παρατηρητή πάνω στη Γη) τραβηγμένες με 24ωρη χρονική καθυστέρηση. Οι φωτογραφίες αποκαλύπτουν ότι ύστερα από 24 ώρες η Σελήνη δε βρίσκεται στο ίδιο σημείο στον ουρανό ενώ, όπως προκύπτει βιβλιογραφικά, οι μαθητές αποδίδουν στο φαινόμενο 24ωρη περιοδικότητα (Starakis & Halkia 2010). Στη συνέχεια ένας μαθητής εισέρχεται σε ένα επιδαπέδιο ρολόι με περίοδο 24 ώρες (εικόνα 1) και άλλος ένας τοποθετείται απέναντί του. Ο πρώτος μαθητής προσομοιώνει τη Γη και ο δεύτερος τη Σελήνη. Η χρήση της σωματικής προσομοίωσης δίνει τη δυνατότητα στον πρώτο μαθητή να μπορεί καθώς κινείται να βιώνει (*έμμεσα*) και να συσχετίζει μεταξύ τους:

- τις κινήσεις της Γης (με το σώμα του) και
- τις παρατηρήσεις ενός ακίνητου παρατηρητή στη Γη (με τα μάτια του).

Δεδομένης της αριστερόστροφης ιδιοπεριστροφής της Γης σε 24 ώρες (γνώση θεωρητικά κατακτημένη από τους μαθητές κατά τη διαπραγμάτευση της πρώτης ενότητας της ακολουθίας), αναμένεται ο πρώτος μαθητής να διαπιστώσει ότι για να ισχύουν όσα είδε στις φωτογραφίες, θα πρέπει η Σελήνη σε 24 ώρες να έχει περιφερθεί ελαφρώς γύρω από τη Γη με την ίδια φορά.

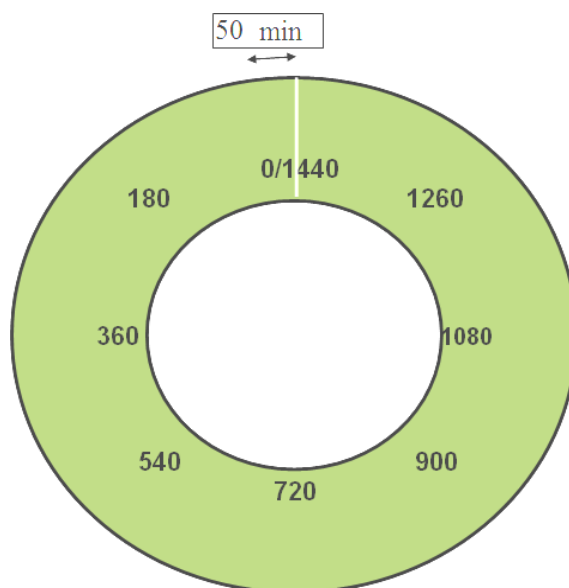
Εικόνα 1: Επιδαπέδιο ρολόι 24ωρης περιοδικότητας



Σε επόμενη φάση οι μαθητές παρατηρούν δύο άλλες φωτογραφίες που αποκαλύπτουν ότι η Σελήνη επανεμφανίζεται καθημερινά στο ίδιο σημείο στον ουρανό με περίοδο 24 ώρες και 50 λεπτά. Στη συνέχεια επαναλαμβάνεται η σωματική προσομοίωση με επιδαπέδιο ρολόι 24ωρης περιοδικότητας που αυτή τη φορά ωστόσο αναγράφει πάνω του λεπτά της ώρας (εικόνα 2). Ο πρώτος μαθητής, μέσω της προσομοίωσης, αναμένεται να διαπιστώσει ότι για να ισχύουν όσα είδε στις φωτογραφίες, θα πρέπει καθημερινά η Σελήνη να πραγματοποιεί τα 50/1440 της περιφοράς της γύρω από τη Γη. Άρα αναμένεται επίσης να υπολογίσει την περίοδο περιφοράς της Σελήνης, διαιρώντας το 1440 με το 50.



Εικόνα 2: Επιδαπέδιο ρολόι 24ωρης περιοδικότητας με αναγραφή λεπτών



Η διδακτική ακολουθία εφαρμόστηκε με τη μέθοδο του διδακτικού πειράματος σε 40 μαθητές Ε' τάξης οι οποίοι επιλέχτηκαν από 5 δημοτικά σχολεία του λεκανοπέδιου Αττικής. Από κάθε σχολείο επιλέχτηκαν 8 μαθητές με τυχαία δειγματοληψία. Σε κάθε διδακτικό πείραμα, το οποίο βιντεοσκοπήθηκε και διήρκεσε δύο διδακτικές ώρες, συμμετείχαν 4 μαθητές. Άρα συνολικά το διδακτικό πείραμα εφαρμόστηκε σε 10 ομάδες των 4 μαθητών. Για τη συλλογή δεδομένων, πραγματοποιήθηκαν pre και post συνεντεύξεις, οι οποίες έλαβαν χώρα μία μέρα πριν το διδακτικό πείραμα και ένα μήνα μετά, αντίστοιχα. Στις post συνεντεύξεις δε συμμετείχε 1 μαθητής λόγω ασθένειας. Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των συνεντεύξεων εφαρμόστηκε το « χ^2 » τεστ, ενώ για την ανάλυση των διδακτικών πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Erickson 1998)

3. Αποτελέσματα

Η ανάλυση των συνεντεύξεων έδειξε ότι μετά την εφαρμογή του διδακτικού πειράματος η πλειοψηφία των μαθητών απέδωσε ορθώς τη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης στο συνδυασμό της ιδιοπεριστροφής της Γης και της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη. Παράλληλα, η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο pre και το post test (πίνακας 1)



Πίνακας 1 : Αντιλήψεις μαθητών για τη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης, πριν και μετά το διδακτικό πείραμα

Πού οφείλεται η φαινόμενη κίνηση τη Σελήνης;	pre test N (%)	post test N (%)
Ιδιοπεριστροφή της Γης και περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη	0	31 (77,5%)
Περιφορά της Σελήνης γύρω από την ακίνητη Γη	9 (22,5%)	3 (7,5%)
Ιδιοπεριστροφή της Γης (Σελήνη ακίνητη)	13 (32,5%)	2(5)
Δεν υπάρχει φαινόμενη κίνηση της Σελήνης	12(30%)	1 (2,5%)
Περιορισμένες ή μη κατατάξιμες απαντήσεις	3(7,5%)	2 (5%)
«Δεν ξέρω»	3(7,5%)	0
Pearson chi-square χ^2 : value=78,310, df=50, $p < 0,05$		

Τέλος, από την ανάλυση διαλόγων των διδακτικών πειραμάτων προέκυψε το συμπέρασμα ότι η σωματική προσομοίωση βοήθησε τους μαθητές να διαπιστώσουν πως εκτός της αριστερόστροφης ιδιοπεριστροφής της Γης (γνώση θεωρητικά κατακτημένη από τους μαθητές κατά τη διαπραγμάτευση της πρώτης ενότητας της ακολουθίας) λαμβάνει χώρα και περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη. Συγκεκριμένα, διαπίστωσαν ότι σε 24 ώρες η Σελήνη διαγράφει αριστερόστροφα ένα μικρό τμήμα της τροχιάς της γύρω από τη Γη (πίνακας 2).

Πίνακας 2 : Αντιπροσωπευτικός διάλογος κατά τη σωματική προσομοίωση

Δάσκαλος	(στον μαθητή1 που προσομοιώνει τη Γη) Είναι 19:23 στις 31/7. Κοίτα στον υπολογιστή τη φωτογραφία και πες στη Σελήνη (μαθητή2) να σταθεί όπου νομίζεις.
Μαθ1	(απευθύνεται στον μαθ2) Εδώ μπροστά μου, κατάματα όπως στη φωτογραφία.
Μαθ2	(στέκεται μπροστά από τον μαθ1) Καλά είμαι εδώ;
Μαθ1	Ναι.
Δάσκαλος	(στον Μαθ1) Θέλω τώρα να περάσουν για εμένα 24 ώρες. Τι πρέπει να γίνει;
Μαθ1	Κάνω ολόκληρη στροφή γύρω μου. (Ταυτόχρονα, ο δάσκαλος προχωράει την προβολή στον υπολογιστή στη φωτογραφία που απεικονίζει τη Σελήνη στις 19:23, την 1/8)
Δάσκαλος:	(στον Μαθ1) Κοίτα τη φωτογραφία. Τι πρέπει να έχει συμβεί μέσα σε 24 ώρες για να δεις εσύ τη Σελήνη στο σημείο που τη δείχνει η επόμενη φωτογραφία;
Μαθ1:	Να πάει η Σελήνη ένα βηματάκι αριστερά (κατευθύνει τον μαθητή2 με το αριστερό του χέρι και έτσι αυτός μετακινείται λίγο αριστερόστροφα).
Δάσκαλος:	Τελικά, γιατί μετά από 24 ώρες η Σελήνη δε φαίνεται στο ίδιο σημείο στον ουρανό;
Μαθ1:	Γιατί η Γη έχει κάνει μία ολόκληρη γυροισιά από τον εαυτό της και το φεγγάρι έχει κάνει ένα μικρό βηματάκι γύρω από τη Γη.
Δάσκαλος	Η γυροισιά της Σελήνης γίνεται με την ίδια φορά που γυρνάει η Γη γύρω από τον εαυτό της ή με την αντίθετη;
Μαθ1	Από ότι βλέπω, με την ίδια. Και εγώ αριστερά πήγα και ο μαθ2 από εκεί πήγε.

4. Συμπεράσματα

Όπως προκύπτει από την έρευνα, η χρήση της σωματικής προσομοίωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και ως εργαλείο διερεύνησης φαινομένων-διαδικασιών. Ειδικά στην περίπτωση της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης προέκυψε ότι το εν λόγω διδακτικό εργαλείο διευκολύνει τους μαθητές να οικοδομήσουν το επιστημονικά αποδεκτό πρότυπο ερμηνείας του φαινομένου, καθώς τους δίνει τη δυνατότητα να συσχετίζουν:

- τις κινήσεις της Γης και
- τις παρατηρήσεις ενός ακίνητου παρατηρητή πάνω στη Γη.



Τα συμπεράσματα αυτά βέβαια δεν μπορούν να γενικευτούν καθώς αφορούν ένα μόνο φαινόμενο. Μπορούν ωστόσο να αποτελέσουν αφορμή για έρευνα σε περισσότερα φαινόμενα, η οποία ενδεχομένως να οδηγήσει σε πιο γενικευμένα συμπεράσματα.

5. Βιβλιογραφία

Άλκηστις (1984). Το αυτοσχέδιο θέατρο στο σχολείο. εκδ. Άλκηστις.

Σταράκης, Ι. (2008). Το Θεατρικό Παιχνίδι ως διδακτικό εργαλείο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Διαβάζω*, 482, 143-148.

Anderson, J. L., & Wall, S. D. (2016). Kinecting Physics: Conceptualization of Motion Through Visualization and Embodiment. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 161-173.

Aubusson, P. J. & Fogwill, S. (2006). Role-play as analogical modelling in science. In P. Aubusson, A. Harrison & S. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education*, (pp. 91-102) Dordrecht: Springer.

Erickson, F. (1998) *Qualitative Research Methods for Science Education*. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds): *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer, 1155-1173.

Hadzigeorgiou, Y., Anastasiou, L., Konsolas, M., & Prevezanou, B. (2009). A study of the effect of preschool children's participation in sensorimotor activities on their understanding of the mechanical equilibrium of a balance beam. *Research in Science Education*, 39(1), 39–55.

Herakleioti, E., & Pantidos, P. (2016). The contribution of the human body in young children's explanations about shadow formation. *Research in Science Education*, 46(1), 21–42.

Klepaker, T., Almendingen, S. & Tveita, J. (2005). Just for fun of it? Implications of practical teaching methods on young students' attitude and performance in natural science. e-proceedings of the ESERA conference in Barcelona, Spain, 424-428

Komorek, M., & Duit, R., (2004). The Teaching Experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 619-633.

Starakis, I. & Halkia, K. (2010). Primary School Students' Ideas Concerning the Apparent Movement of the Moon. *Astronomy Education Review*, 9(1), 101-109

Tsai, C-C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity, *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83- 91.

Van Ments, M. (1999). *The effective use of role play: Practical techniques for improving learning*: Koga



Διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μίας διδακτικής ακολουθίας για την ύλη και τη σωματιδιακή φύση της, τη μάζα και τον όγκο σαν ένα ενιαίο εννοιολογικό σύνολο, βάση για την οικοδόμηση σύνθετων εννοιών.

Γαρυφαλλιά Σταυρή ¹, Παναγιώτης Γιαννακουδάκης ²

¹ Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, 1^ο Γ/σιο Τριανδρίας ² Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η εργασία ερευνά τα μαθησιακά αποτελέσματα εφαρμογής μίας διδακτικής ακολουθίας για την οικοδόμηση των εννοιών της ύλης και της σωματιδιακής φύσης, της μάζας, του όγκου σαν ενιαίο εννοιολογικό σύστημα, στηρικτικό γνωστικό υπόβαθρο στην προσέγγιση πολυδιάστατων εννοιών όπως η πυκνότητα. Οι ιδέες των μαθητών λαμβάνονται υπόψη στον διδακτικό μετασχηματισμό και στην επιλογή των κατάλληλων διδακτικών εργαλείων όπως εισαγωγικά κείμενα αφόρμησης, αρχεία παρουσιάσεων, μοντέλα της ύλης κατασκευασμένα από μαθητές και σχεδιαστικά των κινήσεων των σωματιδίων, αναλογίες, δραματικό παιχνίδι, προσομοιώσεις, απλά πειράματα. Η παράλληλα μικροσκοπική και μακροσκοπική διδακτική προσέγγιση έφερε εξαιρετικά ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα, αν εξαιρέσουμε μικρές δυσκολίες εκεί όπου απαιτείται μαθηματική συλλογιστική.

Λέξεις-κλειδιά: ύλη, μάζα, όγκος, διδασκαλία

Investigation of the learning outcomes of a teaching sequence for its matter and particle nature, mass and volume as a single conceptual set, a basis for building complex concepts.

Garyfallia Stavri ¹, Panagiotis Giannakoudakis ²

¹ Secondary Education, 1^o Gymnasium of Triandria, ² Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

The paper explores the learning outcomes of the application of a teaching sequence for building the concepts of matter and particle nature, mass, volume as a single conceptual system, supportive cognitive background in the approach of multidimensional concepts such as density. Student ideas are taken into account in didactic transformation and in the selection of appropriate teaching tools such as introductory textbooks, presentation files, student models of matter and design of particle motions, proportions, dramatic play, simulations, simple experiments. The parallel microscopic and macroscopic didactic approach brought extremely satisfactory learning outcomes, except for small difficulties where mathematical reasoning is required.

Keywords: matter, mass, volume, teaching



1. Εισαγωγή

Η εργασία παρουσιάζει μία διδακτική παρέμβαση για την μάζα, τον όγκο και τη σωματιδιακή φύση της ύλης σε μαθητές της Α' Γυμνασίου κι ερευνά τα αποτελέσματα εφαρμογής στην τάξη, στο πλαίσιο της εννοιολογικής προετοιμασίας για την εν συνεχεία προσέγγιση της έννοιας της πυκνότητας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι α) αποτελεί αναγκαίο γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών (Driver et al., 2000) και βασική δεξιότητα το να ταξινομούν τα υλικά στις καταστάσεις της ύλης, πριν την εισαγωγή στο σωματιδιακό μοντέλο της ύλης, του οποίου η κατανόηση αποτελεί σημαντικό διδακτικό στόχο (Nussbaum 1993), β) οι μαθητές δυσκολεύονται να συνδέσουν την μάζα με την ποσότητα της ύλης (Καλλέρη, 2016), συγχέοντάς την με το βάρος και τον όγκο και γ) παρουσιάζεται επιφανειακή κατανόηση των χωρικών εννοιών, των διαδικασιών μέτρησης και υπολογισμού του όγκου (Sisman & Aksu 2016), ο οποίος συγχέεται με το σχήμα, το υλικό, το βάρος (Potari & Spiliotopoulou 1996), η παρούσα διδακτική παρέμβαση επιχειρεί: α) να προσεγγίσει εννοιολογικά την μάζα μέσω της κατανόησης της σωματιδιακής φύσης της ύλης, μη αναφερόμενη καθόλου στο βάρος και β) να γίνουν κατανοητές οι χωρικές έννοιες (μήκος, εμβαδόν, όγκος) και οι διαδικασίες μέτρησής τους με απλές δραστηριότητες μέτρησης καθημερινών αντικειμένων (κλωστές, κουτιά, χαρτιά περιτυλίγματος).

2. Μεθοδολογία

Στην διδασκαλία συμμετείχαν 25 κορίτσια και 27 αγόρια, από τρία τμήματα της Α' Γυμνασίου δημόσιου σχολείου που βρίσκεται σε αστική περιοχή, στο κέντρο της Θεσσαλονίκης.

Διδακτικοί στόχοι – Μοντέλο διδασκαλίας

Οι γνωστικοί διδακτικοί στόχοι που τέθηκαν είναι να κατανοήσουν οι μαθητές την έννοια της ύλης και των υλικών, να διαχωρίζουν τα υλικά από τα αντικείμενα, να γνωρίσουν και να κατανοήσουν την σωματιδιακή φύση της ύλης στο απλούστερο επίπεδο της μέσω κατασκευών μοντελοποίησης με απλά, καθημερινά υλικά και δραματικού παιχνιδιού, να αποδίδουν στην στερεά, υγρή και αέρια κατάσταση της ύλης τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, να εξηγούν την έννοια της μάζας και να την συνδέουν με το μέγεθος και το πλήθος των δομικών λίθων του υλικού, να κατανοήσουν τον όγκο ως φυσικό μέγεθος και να εκφράσουν λεκτικά τον ορισμό του, να περιγράφουν τον τρόπο εύρεσης του όγκου υγρού μέσα σε δοχείο, να περιγράφουν τον τρόπο εύρεσης του όγκου σωμάτων κανονικού γεωμετρικού σχήματος και ακανόνιστου σχήματος, να εξηγούν τον τρόπο εύρεσης του όγκου σωμάτων ακανόνιστου σχήματος, να κατανοήσουν τον σημαντικό ρόλο της εύρεσης της μέσης τιμής κατά τις μετρήσεις φυσικών μεγεθών. Στους ανωτέρω στόχους προστίθενται στόχοι δεξιοτήτων που αφορούν στην παρατήρηση υλικών κι αντικειμένων, στην κατασκευή μοντέλων με καθημερινά υλικά για την απεικόνιση των δομικών λίθων της ύλης, στην συμμετοχή σε δραματικό παιχνίδι αναλαμβάνοντας συγκεκριμένο ρόλο, στην σχεδιαστική απεικόνιση της συμπεριφοράς των σωματιδίων της ύλης σε στερεά, υγρά και αέρια σώματα, στην χρήση του ογκομετρικού κυλίνδρου, στην μέτρηση της μάζας και του όγκου στερεών και υγρών και στην δραματοποίηση μίας φυσικής διαδικασίας.

Η εποικοδομητική μάθηση αποτελεί το γενικό πλαίσιο δομής της διδασκαλίας και των φύλλων εργασίας. Η καθοδηγούμενη ανακαλυπτική μάθηση εφαρμόζεται στις πειραματικές δραστηριότητες. Το μοντέλο μεταφοράς της γνώσης χρησιμοποιείται στην εισαγωγή της ορθής επιστημονικής ορολογίας των υπό εξέταση εννοιών, καθώς και μαθηματικών εννοιών όπως αυτή της αναλογίας (μάζα - ποσότητα ύλης).



Πρότερες ιδέες μαθητών

Πριν τον ορισμό των διδακτικών στόχων προηγήθηκε ο διδακτικός μετασχηματισμός, όπου λήφθηκαν υπόψη οι ιδέες των μαθητών, που εκμαιεύτηκαν με την βοήθεια ερωτηματολογίου. Περιείχε ερωτήσεις ανοικτού τύπου, προκειμένου οι μαθητές να αναπτύξουν ελεύθερα τις απόψεις τους για: α) τις έννοιες της ύλης και του υλικού, β) το πώς 'χτίζονται' τα υλικά (σωματιδιακή φύση της ύλης), γ) τις φυσικές καταστάσεις της ύλης, δ) την έννοια της μάζας και του όγκου, ε) την εννοιολογική σχέση μάζας και βάρους, στ) τους τρόπους εύρεσης του όγκου υλικών σωμάτων κανονικού γεωμετρικού σχήματος.

Τα ερωτήματα τέθηκαν στους μαθητές χωρίς καμία προηγούμενη συζήτηση ή προετοιμασία σχετική με το περιεχόμενό τους. Στόχος ήταν να ανιχνευθούν οι αντιλήψεις τους, όπως αυτές σχηματίστηκαν βάσει: α) των γνώσεων που απέκτησαν στην δημοτική εκπαίδευση, δεδομένου ότι στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού ασχολήθηκαν με την μελέτη των υπό εξέταση εννοιών και β) των βιωματικών εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή.

Είναι αξιοσημείωτο ότι για περισσότερους από τους μισούς μαθητές ηλικίας 12-13 ετών η λέξη – έννοια ύλη ήταν κάτι το άγνωστο, που η νοηματοδότησή του τους προβλημάτισε αρκετά. Το 1/6 των μαθητών πίστευαν πως είναι 'ότι μαθαίνουν στο σχολείο', αναφερόμενο στην ύλη των εξετάσεων. Το 1/10 των μαθητών την συνέδεσαν με την μάζα ή τα διάφορα είδη υλικών, εμφανίζοντας έτσι μια ελλιπή επιστημονική γνώση που αποκτήθηκε στο δημοτικό. Για την έννοια "υλικά" η πλειοψηφία αναφέρθηκε σε συγκεκριμένα παραδείγματα ή έδωσε την άμεση απάντηση 'αυτό που κατασκευάζονται τα αντικείμενα'. Οι φυσικές καταστάσεις της ύλης (στερεή, υγρή και αέρια) ήταν γνωστές και κατανοητές, όσον αφορά τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά τους, στην πλειοψηφία των μαθητών. Μικρό ποσοστό της τάξης (1/10 του δείγματος) τις είχε συγκεχυμένες νοηματικά με άλλα φυσικά φαινόμενα (διαστολή, συμπίκνωση, βαρύτητα). Όσον αφορά τους δομικούς λίθους της ύλης το ήμισυ σχεδόν των μαθητών δεν γνώριζε πώς δομούνται τα σώματα, ενώ το 1/4 ανέφερε τα άτομα και μόρια, γνώσεις που αποκόμισαν κατά τη στοιχειώδη εκπαίδευση. Οι υπόλοιποι αναφέρθηκαν σε 'τουβλάκια ή σφαιρίδια', αντικείμενα που χρησιμοποιούνται στις γέφυρες αναλογιών για την κατανόηση των δομικών λίθων και παραπέμπουν σε εικόνες των βιβλίων των φυσικών επιστημών του Δημοτικού. Η έννοια της μάζας, ως η ποσότητα της ύλης της περιεχόμενης σε ένα σώμα, δεν είναι ξεκάθαρη για μαθητές της Α' Γυμνασίου, αφού οι απαντήσεις ισοκατανέμονται ποσοστιαία ανάμεσα σε "ποσότητα υλικού", "βάρος", "μέγεθος", ενώ ένας στους δέκα μαθητές αδυνατεί να την εξηγήσει. Όσον αφορά την έννοια του όγκου, οι περισσότεροι μαθητές γνωρίζουν και κατανοούν την επιστημονικά ορθή απάντηση, ότι δηλαδή όγκος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα υλικό σώμα. Μικρό ποσοστό την συνδέει με το "μέγεθος" ή την συγγεί με την μάζα σε ερώτηση σύγκρισης όγκων. Ένας στους τρεις μαθητές γνωρίζει πώς να υπολογίσει τον όγκο ενός σώματος απλού, κανονικού γεωμετρικού σχήματος (κουτιού). Περίπου οι μισοί μαθητές δηλώνουν ότι δεν γνωρίζουν, αν και το έχουν διδαχθεί στα μαθηματικά της στοιχειώδους εκπαίδευσης. Οι υπόλοιποι αναφέρονται στη μέτρηση των διαστάσεων, αλλά δεν είναι κατανοητός ο μαθηματικός συλλογισμός υπολογισμού του, γεγονός που δηλώνει αδυναμίες στην ουσιαστική κατανόηση μαθηματικών τύπων κι εφαρμογής τους στην πράξη.

Διδακτική πορεία

Η διδακτική πράξη αποτελείται από δύο φάσεις. Η πρώτη απαρτίζεται από τρία μέρη. Κάθε μέρος διήρκεσε δύο συνεχόμενες διδακτικές ώρες, εντός του ωρολογίου σχολικού προγράμματος. Η δεύτερη φάση αφορά την διανομή του ερωτηματολογίου αξιολόγησης της διδασκαλίας, την συμπλήρωσή του από τους μαθητές και την επεξεργασία του.



Στο πρώτο μέρος της διδασκαλίας οι μαθητές αφού μελετήσουν ένα κείμενο για την ύλη και τα υλικά σώματα, ασχολούνται με δραστηριότητες διάκρισης αντικειμένων από τα υλικά κατασκευής τους, τα οποία και κατονομάζουν. Κατόπιν παρακολουθούν το αρχείο παρουσίασης Δομικοί λίθοι.pptx για τους δομικούς λίθους των υλικών σωμάτων, που τους εισάγει στο θέμα της δραστηριότητας, με την προβολή κτισμάτων από τούβλα και παιχνιδιών από πλαστικά τουβλάκια. Παρακολουθούν τις κινήσεις των δομικών λίθων στα στερεά, υγρά και αέρια σώματα σε σχετική προσομοίωση. Σχεδιάζουν τις κινήσεις των δομικών λίθων στις τρεις φυσικές καταστάσεις της ύλης. Κατασκευάζουν οι ίδιοι μοντέλα της ύλης που απεικονίζουν τους δομικούς λίθους της, με απλά υλικά όπως οδοντογλυφίδες και μπαλίτσες πλαστελίνης διαφόρων χρωμάτων και μεγεθών.

Στην συνέχεια μία ομάδα μαθητών αναλαμβάνει να «παιξει» τον ρόλο των σωματιδίων της ύλης στην στερεά, υγρή και αέρια κατάσταση αντίστοιχα ως εξής: ταλαντώσεις του σώματος σε σταθερές θέσεις (στερεά), τήρηση σταθερών αποστάσεων μεταξύ τους με χρήση ίσου μήκους σχοινιών και ταυτόχρονη παράλληλη μετακίνηση (υγρή), κινούνται άτακτα προς οποιαδήποτε κατεύθυνση αρχικά σε έναν εσωτερικό κύκλο. Κατόπιν εξαπλώνονται κινούμενοι άτακτα και κατακλύζουν τον μεγαλύτερο κύκλο, κινούμενοι σε όλη την αίθουσα (αέρια).

Στο δεύτερο μέρος της διδασκαλίας ασχολούνται με την έννοια της μάζας, η οποία συνδέεται άμεσα με την ποσότητα της ύλης μέσα από την σύγκριση δύο κουτιών σοκολάτας με διαφορετικό πλήθος τεμαχίων σοκολάτας. Δεν γίνεται καμία αναφορά στο βάρος. Προτιμούν το κουτί που δίνει την αίσθηση ότι είναι πιο βαρύ καθώς τα κρατούν και τα δύο στα χέρια, γιατί «έχει περισσότερη σοκολάτα». Με την χρήση μιας ομάδας 4 ζαριών και τον ζυγό διαπιστώνουν ότι η μετρούμενη μάζα είναι ανάλογη της ποσότητας της ύλης του πλαστικού (ομάδες 1, 2, 3, 4 πλαστικών ζαριών). Βρίσκουν πειραματικά την μάζα υγρού ακολουθώντας σταδιακά την διαδικασία (απόβαρο, υπολογισμός μάζας υγρού). Συνδέουν την μάζα των μοντέλων της ύλης που κατασκεύασαν με το πλήθος και την μάζα ενός εκάστου των δομικών λίθων, ζυγίζοντας τα επιστημονικά μοντέλα με τα διαφορετικού μεγέθους και χρώματος σφαιρίδια πλαστελίνης.

Στο τρίτο μέρος της διδασκαλίας ασχολούνται με τον όγκο. Κατανοούν την έννοια του όγκου και τον ρόλο της μέσης τιμής στις μετρήσεις, υπολογίζουν τον όγκο σωμάτων κανονικού γεωμετρικού κι ακανόνιστου σχήματος. Συγκεκριμένα γίνεται εισαγωγή των χωρικών εννοιών μέσω του αρχείου παρουσίασης Χώρος-όγκος.pptx που παρουσιάζει αντικείμενα διαφόρων μεγεθών. Συζητούν για το μέγεθος του χώρου που καταλαμβάνουν και ποιές βασικές έννοιες χρησιμοποιούμε για να τον ορίσουμε (μήκος, εμβαδόν επιφάνειας, όγκος). Μετρούν το μήκος μιας κλωστής, το εμβαδόν χαρτιών περιτυλίγματος και τον όγκο διαφόρου μεγέθους κουτιών. Βρίσκουν την χωρητικότητα ενός μπουκαλιού με την βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου και του νερού της βρύσης. Επαναλαμβάνουν τις μετρήσεις και κατανοούν τον σημαντικό ρόλο των πολλών μετρήσεων και της μέσης τιμής τους. Περιγράφουν και βρίσκουν πειραματικά τον όγκο σώματος ακανόνιστου σχήματος. Δραματοποιούν την διαδικασία εύρεσης του όγκου σώματος εμβαπτιζομένου σε υγρό, μέσω του όγκου του εκτοπιζόμενου υγρού ως εξής: Ένας μαθητής κάθεται δεξιά στο τέλος μίας σειράς πέντε καθήμενων μαθητών. Οι επόμενοι στην σειρά "γλιστρούν", μετακινούμενοι στις θέσεις προς τα αριστερά, καταλαμβάνοντας διαδοχικά ο καθένας το κάθισμα του επόμενου, ώσπου ο τελευταίος μαθητής πέφτει από το τελευταίο κάθισμα (εκτοπίζεται). Εξηγούν τι συμβαίνει με την βύθιση της μπάλας από πλαστελίνη μέσα στο νερό, παραλληλίζοντας τον νέο μαθητή και τους καθήμενους με τους δομικούς λίθους της πλαστελίνης και του νερού αντίστοιχα.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

Για την αξιολόγηση του μαθησιακού αποτελέσματος επιλέχτηκε το ερευνητικό εργαλείο του ερωτηματολογίου. Οι λόγοι επιλογής του ήταν: α) το πλήθος των εννοιών που συμπεριλαμβάνονται στο εξεταζόμενο εννοιολογικό σύνολο, β) οι μαθησιακές πτυχές της κάθε μίας (κατανόηση έννοιας,



διαδικασία μέτρησης, συσχέτιση εννοιών μέσω μαθηματικής συλλογιστικής), που έπρεπε να προσεγγισθούν διδακτικά και να αξιολογηθούν στην συνέχεια ως προς το μαθησιακό αποτέλεσμα, γ) τα επίπεδα διαφοροποίησης των μαθητών όσον αφορά τις επιδόσεις και τις μαθησιακές δυνατότητες.

Τα ερευνητικά ερωτήματα εξέτασαν τα επίπεδα κατανόησης των μαθητών για την ύλη και τη σωματιδιακή φύση της, τη μάζα και τη σύνδεσή της με το μέγεθος και το πλήθος των δομικών λίθων, τον όγκο και την εύρεσή του για υγρά και στερεά σώματα κανονικού / ακανόνιστου σχήματος. Συγκεκριμένα ήταν τα κάτωθι:

Ερώτημα 1. Τι είναι η ύλη; α) ό,τι έχει μάζα, β) κάθε τι που έχει μάζα και καταλαμβάνει όγκο, γ) δεν γνωρίζω

Ερώτημα 2. Τι σημαίνει ότι ένα ζάρι από χαλκό έχει μεγαλύτερη μάζα από ένα σιδερένιο ζάρι; (Όγκος ζαριού 1cm^3). α) πιάνει περισσότερο χώρο, β) έχει μεγαλύτερη ποσότητα ύλης, γ) είναι πιο βαρύ, δ) δεν γνωρίζω

Ερώτημα 3. Ένα σώμα Α περιέχει 15 δομικούς λίθους (σωματίδια) που ζυγίζει 1 μονάδα μάζας ο καθένας. Ένα σώμα Β περιέχει 10 δομικούς λίθους (σωματίδια) που ζυγίζει 2 μονάδες μάζας ο καθένας. Ποιο σώμα έχει μεγαλύτερη μάζα και γιατί; α) Το Β γιατί έχει συνολικά περισσότερες μονάδες μάζας, β) Το Α γιατί έχει συνολικά περισσότερες μονάδες μάζας, γ) Το Α γιατί έχει περισσότερους δομικούς λίθους, δ) Δεν γνωρίζω

Ερώτημα 4. Τι εννοούμε όταν λέμε ότι ο όγκος του πορτοκαλιού είναι μεγαλύτερος από τον όγκο μίας ελιάς; α) Το πορτοκάλι είναι πιο βαρύ από την ελιά, β) Το πορτοκάλι πιάνει περισσότερο χώρο από την ελιά, γ) Η ελιά πιάνει περισσότερο χώρο από το πορτοκάλι, δ) δεν γνωρίζω.

Ερώτημα 5. Ποια είναι η διαδικασία για να βρείτε την μάζα του νερού που είναι μέσα σε ένα ποτήρι;

Ερώτημα 6. Μπορείς να προτείνεις έναν από τους παρακάτω τρόπους για να βρεις τον όγκο ενός κουτιού παπουτσιών; α) Μετρώ τις τρεις διαστάσεις του, β) Μετρώ τις τρεις διαστάσεις του και τις πολλαπλασιάζω μεταξύ τους, γ) Μετρώ τις τρεις διαστάσεις του και τις προσθέτω, δ) δεν γνωρίζω.

Ερώτημα 7. Μπορείς να προτείνεις έναν τρόπο για να βρεις τον όγκο μίας μικρής πέτρας ακανόνιστου σχήματος, χρησιμοποιώντας τον ογκομετρικό κύλινδρο;

3. Αποτελέσματα

Ερευνώντας τις πρότερες ιδέες των μαθητών διαπιστώθηκε ότι οι αντιλήψεις τους είναι γερά εδραιωμένες και απέχουν, στην πλειοψηφία τους και σε πολλά γνωστικά σημεία, από την επιστημονική άποψη. Η κατανόηση βασικών εννοιών των φυσικών επιστημών που διδάχθηκαν στην στοιχειώδη εκπαίδευση φαίνεται επιφανειακή και ελλιπή. Οι λόγοι ασφαλώς πρέπει να αναζητηθούν στις χρησιμοποιούμενες μεθόδους διδακτικής προσέγγισης. Δεδομένης όμως της κατάστασης, οι εκπαιδευτικοί της επόμενης βαθμίδας οφείλουν να λάβουν υπόψη τους τις αντιλήψεις των μαθητών στον διδακτικό μετασχηματισμό που προηγείται της ανάπτυξης του σχεδίου μαθήματος και στην επιλογή των κατάλληλων διδακτικών εργαλείων, προκειμένου αυτές να τροποποιηθούν και να εξελιχθούν προς τις επιστημονικά ορθές,

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διδακτικής πορείας που ακολουθήσαμε κατέδειξε ότι όσον αφορά την έννοια της ύλης, η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών (94,3%) κατανόησε την έννοια ως κάθε τι που έχει μάζα και καταλαμβάνει όγκο, σε αντίθεση με τις απόψεις τους πριν την διδασκαλία που ήταν προϊόντα εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή, όπως "ύλη είναι ότι βλέπουμε κι αγγίζουμε". Στο ερώτημα "Τι σημαίνει ότι ένα ζάρι από χαλκό έχει μεγαλύτερη μάζα από ένα σιδερένιο ζάρι" ποσοστό



μαθητών 90,4% απάντησε ότι μεγαλύτερη μάζα σημαίνει μεγαλύτερη ποσότητα ύλης Το 5,7% προτίμησε την απάντηση δηλαδή μεγαλύτερη μάζα έχει το πιο βαρύ σώμα. Ένα μικρό ποσοστό του 3,8% θεώρησαν ότι μεγαλύτερη μάζα σημαίνει μεγαλύτερο όγκο, επιμένοντας στην σύγχυση της μάζας με τον όγκο. Σημαντικό ερώτημα της έρευνας αποτέλεσε αυτό που εξέταζε τα επίπεδα κατανόησης της σύνδεσης της μάζας ενός υλικού σώματος με το πλήθος των δομικών λίθων του και την μάζα καθενός, στα πλαίσια της προετοιμασίας των μαθητών για την εισαγωγή τους στην πιο σύνθετη έννοια της Πυκνότητας. Διαπιστώθηκε ότι το 92,3% των μαθητών κατανόησε ότι μεγαλύτερης μάζας είναι το σώμα που οι δομικοί του λίθοι συνολικά έχουν μεγαλύτερη μάζα, πολλαπλασιάζοντας το πλήθος τους με τις μονάδες μάζας ενός εκάστου. Ποσοστό 5,8% θεώρησε μεγαλύτερης μάζας το σώμα που περιελάμβανε περισσότερα σωματίδια, μη προχωρώντας στην πιο σύνθετη σκέψη να λάβει υπόψη και την μάζα καθενός και να πολλαπλασιάσει τα μεγέθη.

Παρά το γεγονός ότι ο όγκος γίνεται κατανοητός στο Δημοτικό και γενικά είναι μία έννοια ευκολότερη στην κατανόησή της από την μάζα, τα αποτελέσματα, αν και πολύ ικανοποιητικά, κατέδειξαν ότι τελικά υπάρχουν δυσκολίες στην κατανόησή του. Το 92,3 % έδωσε την σωστή απάντηση συνδέοντας τον όγκο με τον χώρο που καταλαμβάνει ένα σώμα, ένα ποσοστό όμως 7,7% θεώρησε ότι μεγαλύτερος όγκος σημαίνει μεγαλύτερο βάρος, εξακολουθώντας να συγχέει τον όγκο με το βάρος.

Διερευνώντας τις απαντήσεις των ερωτημάτων που αφορούν σε πειραματικές διαδικασίες, παρατηρήθηκαν ελλείμματα κατανόησης στην σειρά της διαδικασίας, που προκαλούν πτώση στο ποσοστό των ορθών απαντήσεων. Φαίνονται να πηγάζουν από δυσκολίες στην εφαρμογή μιας απλής μαθηματικής συλλογιστικής, όπως αυτή της αφαίρεσης ή του πολλαπλασιασμού που πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε κάποιο στάδιο της πειραματικής διαδικασίας Έτσι το 88,5 % των μαθητών (έναντι του 92-94 % στα θεωρητικά ερωτήματα) γνωρίζει πώς να βρίσκει πειραματικά την μάζα ενός υγρού, να υπολογίζει τον όγκο ενός κουτιού κανονικού γεωμετρικού σχήματος και να βρίσκει πειραματικά τον όγκο στερεού σώματος ακανόνιστου σχήματος με χρήση ογκομετρικού κυλίνδρου.

4. Συμπεράσματα

Τα μαθησιακά αποτελέσματα χαρακτηρίστηκαν από πολύ ως και πάρα πολύ ικανοποιητικά βάσει: α) του ποσοστού μαθητών που επέλεξαν την ορθή απάντηση, β) του βαθμού δυσκολίας της ερώτησης, γ) της περιορισμένης διάρκειας της διδασκαλίας στα στενά πλαίσια του ωρολογίου σχολικού προγράμματος και δ) της μη ύπαρξης δομών για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Ο ακολουθούμενος διδακτικός μετασχηματισμός βασίστηκε στην σωματιδιακή φύση της ύλης (Dole 2013). Λήφθηκαν υπόψη τα συμπεράσματα άλλων ερευνητών, όπως η ποιοτική και ποσοτική προσέγγιση στην προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής (Maclin et al. 1997), ο κύκλος εκμάθησης του Hitt (2005) που περιλαμβάνει την πειραματική διερεύνηση, τις εξηγήσεις μέσω μοντελοποίησης και την χρήση επιστημονικών συμβόλων. Χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλά μοντέλα για την κατανόηση της ύλης (Smith & Unger 1997), απλές δραστηριότητες για την μάζα και τον όγκο (Smith, 2007). Εφαρμόστηκαν δραστηριότητες αυξανόμενης πολυπλοκότητας που σύμφωνα με τους Voulgaris & Evangelidou (2004) βοηθούν στην ουσιαστική κατανόηση της έννοιας του όγκου.



Πίνακας 1. Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της διδακτικής προσέγγισης

Ερώτημα	(α)	(β)	(γ)	(δ)
1. Τι πιστεύετε ότι είναι η ύλη;	Μάζα	Μάζα κι όγκο	Ότι βλέπουμε κι αγγίζουμε	Δεν γνωρίζω
	3,8 %	94,3 %	1,9 %	0 %
2. Αντιστοιχίσεις φυσικών καταστάσεων της ύλης με τα χαρακτηριστικά τους.	Επαρκής απάντηση	Λανθασμένη απάντηση		
	96,1 %	3,9 %		
3. Τι σημαίνει ότι ένα ζάρι από χαλκό έχει μεγαλύτερη μάζα από ένα σιδερένιο ζάρι; (Όγκος ζαριού 1cm ³);	Περισσότερο χώρο	Έχει μεγαλύτερη ποσότητα ύλης	Είναι πιο βαρύ	Δεν γνωρίζω
	3,8 %	90,4 %	5,7 %	0 %
4. Σύμμα Α: 15 δομικούς λίθους (σωματίδια), 1 μονάδα μάζας ο καθένας. Σύμμα Β: 10 δομικούς λίθους (σωματίδια), 2 μονάδες μάζας ο καθένας. Ποιο σύμμα έχει μεγαλύτερη μάζα και γιατί;	Το Β περισσότερες μονάδες μάζας	Το Α, περισσότερες μονάδες μάζας	Το Α, περισσότερους δομικούς λίθους	Δεν γνωρίζω
	92,3 %	1,9 %	5,8 %	0%
5. Τι εννοούμε όταν λέμε ότι ο όγκος του πορτοκαλιού είναι μεγαλύτερος από τον όγκο μίας ελιάς;	Το πορτοκάλι είναι πιο βαρύ από την ελιά	Το πορτοκάλι πιάνει περισσότερο χώρο από την ελιά	Η ελιά πιάνει περισσότερο χώρο από το πορτοκάλι	Δεν γνωρίζω
	7,7 %	92,3 %	0 %	0%
6. Ποια είναι η διαδικασία για να βρείτε την μάζα του νερού που είναι μέσα σε ένα ποτήρι;	Ζυγίζετε το ποτήρι με το νερό	Μάζα άδειου ποτηριού και μετά γεμάτου ποτηριού	Διαδικασία με αφαίρεση	Δεν γνωρίζω
	0 %	11,5 %	88,5 %	0%
7. Εύρεση του όγκου ενός κουτιού παπουτσιών.	Μετρώ τις τρεις διαστάσεις	Μετρώ διαστάσεις και τις πολλαπλασιάζω μεταξύ τους	Μετρώ τις διαστάσεις και τις προσθέτω	Δεν γνωρίζω
	5,8 %	88,4 %	5,8 %	0%
8. Εύρεση του όγκου μίας μικρής πέτρας ακανόνιστου σχήματος	Βύθισμα σε ογκομετρικό κύλινδρο	Ο όγκος της είναι η ένδειξη της στάθμης του νερού κατά την βύθιση	Ορθή απάντηση με υπολογισμό της μεταβολής της στάθμης του υγρού	Δεν γνωρίζω
	3,8 %	7,7 %	88,5 %	0 %

Η κατανόηση της σωματιδιακής φύσης της ύλης ως βάση για την εννοιολογική προσέγγιση της μάζας αποφεύγοντας την συσχέτισή της με το βάρος, η διδασκαλία μέσω μοντελοποίησης κι απλών πειραματικών δραστηριοτήτων με καθημερινά υλικά απλοποίησαν την εκπαιδευτική πράξη,



επιτυγχάνοντας αμεσότερη ποιοτική προσέγγιση των εξεταζομένων εννοιών και διαδικασιών. Οι απόψεις των μαθητών, που εκμαιεύτηκαν στην αρχική συζήτηση, υπαγόρευσαν την επιλογή των διδακτικών εργαλείων σε κάθε στάδιο της διδακτικής παρέμβασης, γεγονός που αποτελεί βασικό στοιχείο της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας και πρέπει να λαμβάνεται οπωσδήποτε υπόψη κατά την εκπαιδευτική πράξη. Τα διδακτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, όπως δραματικό παιχνίδι, αρχεία παρουσιάσεων, επιστημονικά μοντέλα της σωματιδιακής φύσης της ύλης κατασκευασμένα από μαθητές, απλά πειράματα και προσομοιώσεις, αποδείχθηκε ότι δύνανται να προσφέρουν τα βέλτιστα μαθησιακά αποτελέσματα εφόσον χρησιμοποιούνται συνδυαστικά, στην κατάλληλη θέση της διδακτικής ακολουθίας και υπηρετούν συγκεκριμένους, προκαθορισμένους, διδακτικούς στόχους (γνωστικούς και δεξιότητων). Οι ανωτέρω θέσεις ενισχύονται από το γεγονός ότι ελάχιστο ποσοστό μαθητών 3-4% διατήρησε τις αρχικές λανθασμένες αντιλήψεις του. Η επιστημονικά ορθή γνωστική εννοιολογική βάση οικοδομήθηκε σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό και με τέτοιο τρόπο, ώστε να προσεγγισθούν στην συνέχεια με επιτυχία άλλες πολύπλοκες έννοιες, όπως η πυκνότητα. Ωστόσο, όπου απαιτείται η εφαρμογή μαθηματικής συλλογιστικής μέσω πράξεων, ποσοστό 11-12% των μαθητών αντιμετώπισαν δυσκολία, γεγονός που πιθανώς δηλώνει κάποιο κενό των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών στην εφαρμογή των μαθηματικών σε διδακτικές ενότητες των φυσικών επιστημών. Η κάλυψη αυτού του κενού στις τάξεις του δημοτικού και του γυμνασίου κρίνεται απαραίτητη, διότι θα υποβοηθήσει την εννοιολογική προσέγγιση και θα ενισχύσει την εφαρμοζόμενη μαθηματική λογική στις πειραματικές διαδικασίες.

5. Βιβλιογραφία

Καλλέρη, Μ. (2016) "Έννοιες και φαινόμενα από τον φυσικό κόσμο για μικρά παιδιά, Ostrakon Publishing, Θεσσαλονίκη.

Dole, S., Hilton, G., Hilton, A. & Goos, M. (2013) Considering Density through a Numeracy Lens: Implications for Science Teaching, *International Conference: New Perspectives in Science Education*, Florence.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V., (2000) Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών, Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών. Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.

Hitt, A. M. (2005) Attacking a Dense Problem: A Learner-centered Approach to Teaching Density, *Science Activities*, 42 (1), 25-29.

Maclin, D., Grosslight, L. & Davis, H. (1997) Teaching for Understanding: A Study of Students' Preinstruction Theories of Matter and a Comparison of the Effectiveness of Two Approaches to Teaching About Matter and Density, *Cognition and Instruction*, 15(3), 317-393.

Nussbaum, J. (1993) Η σωματιδιακή φύση της ύλης στην αέρια κατάσταση στο Driver, R., Guesne, E. & Timberghien, A., Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες. Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα.

Potari, D. & Spiliotopoulou, V. (1996) Children's approaches to the concept of volume, *Science Education*, 80(3), 341-360.

Sisman, G. & Aksu, M. (2016) A Study on Sixth Grade Students' Misconceptions and Errors in Spatial Measurement: Length, Area, and Volume, *International Journal of Science and Mathematics*, 14(7), 1293-1319.

Smith, C. & Unger, C. (1997) What's in Dots-per-box? Conceptual Bootstrapping with Stripped-down Visual Analogs, *The Journal of the Learning Sciences* 6 (2), 143 -181.



Δυσκολίες φοιτητών του ΠΤΔΕ στην ερμηνεία φαινομένων του στατικού ηλεκτρισμού: Μια διερευνητική διδακτική πρόταση με χρήση μοντέλων μικρόκοσμου

Κωνσταντίνα Στεφανίδου¹, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη¹, Αναστασία Φερεντίνου², Κωνσταντίνος Σκορδούλης¹

¹Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος ευρύτερης έρευνας που έλαβε χώρα σε δύο φάσεις στο πλαίσιο Υποχρεωτικού Εργαστηρίου Φυσικής Παιδαγωγικού Τμήματος με δείγμα 200 φοιτητών/τριων ανά φάση. Παρουσιάζει τις δυσκολίες που έχουν οι φοιτήτριες και φοιτητές στην ερμηνεία της ηλεκτρισμού με επαγωγή όπως αυτές χαρτογραφήθηκαν μέσω πειραματικών διδασκαλιών επιβεβαιωτικού χαρακτήρα καθώς και τα πρώτα ευρήματα από την διδακτική παρέμβαση που ακολούθησε μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων διερευνητικού χαρακτήρα στις οποίες εντάχθηκαν μοντέλα μικρόκοσμου. Οι φοιτητές φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία στην περίπτωση των μονωτών έναντι των αγωγών. Η ενσωμάτωση μοντέλων μικρόκοσμου φαίνεται να δίνει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην κατανόηση του διαφορετικού ρόλου των ηλεκτρονίων στους αγωγούς και στους μονωτές.

Λέξεις-κλειδιά: στατικός ηλεκτρισμός, ηλεκτρισμός με επαγωγή, μικροσκοπικές διαδικασίες

Student teachers' difficulties in explaining phenomena of static electricity: An Inquiry Based Teaching approach using microscopic models

Constantina Stefanidou¹, Constantina Tsalapati¹, Anastasia Ferentinou², Constantine Skordoulis¹

¹National & Kapodistrian University of Athens, ²University of Thessaly.

Abstract

This paper is part of an empirical research that was conducted during a mandatory Physics Laboratory course in two phases. The sample of each phase consisted of 200 undergraduate primary teacher students. It presents the difficulties students have in explaining the induction as mapped through confirmatory experimental teaching. To overcome these, an inquiry-based teaching approach using microscopic modeling is proposed and implemented. The first findings indicate that most students find difficult to explain the microscopic procedures of an insulator. It seems that the inclusion of microscopic modeling enhances the understanding of the role of electrons in conductors and insulators.

Keywords: static electricity, induction, microscopic procedures



1. Εισαγωγή

Τα ηλεκτρικά φαινόμενα αποτελούν μέρος του αναλυτικού προγράμματος κάθε εκπαιδευτικής βαθμίδας. Από το δημοτικό σχολείο οι μαθητές διδάσκονται την έννοια του ηλεκτρικού φορτίου, τους τρόπους ηλεκτρίσης, τη διάκριση αγωγών/μονωτών και το ηλεκτρικό κύκλωμα προκειμένου σταδιακά να κατακτήσουν πιο απαιτητικές έννοιες και διαδικασίες που σχετίζονται με τα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα (Guruswamy et al. 1997).

Διαπιστώνεται ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν το φορτίο ως έννοια, παρόλο που στα σχολικά εγχειρίδια αποτελεί την πρώτη ενότητα του ηλεκτρισμού (Eylon & Ganiel 1990, Galili 1993, Guruswamy et al. 1997, Thacker et al. 1999). Οι ιδέες που παρατηρούνται συχνότερα είναι ότι «ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα δεν έχει ηλεκτρικό φορτίο» (Calilot & Xuan 1993, Thacker et al. 1999) καθώς και ότι ένα φορτισμένο σώμα έχει «μόνο ηλεκτρόνια ή μόνο πρωτόνια» ανάλογα αν είναι φορτισμένο αρνητικά ή θετικά αντίστοιχα (Siegel & Lee 2001). Ωστόσο, η πλειονότητα των μαθητών (Calilot & Xuan 1993, Siegel & Lee 2001) και των φοιτητών παιδαγωγικών τμημάτων (Guruswamy et al. 1997, Hermita et al. 2017) πιστεύει ότι η ηλεκτρίση προκαλείται μόνο με τριβή.

Το φαινόμενο της ηλεκτρίσης με επαγωγή παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον. Πιο συγκεκριμένα, μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και φοιτητές κολλεγίου έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις σχετικά με την ηλεκτρίση των αγωγών από επαγωγή εξηγώντας και το ρόλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Αντίθετα, στην περίπτωση της ηλεκτρικής πόλωσης, δυσκολεύονταν να εξηγήσουν τις αντίστοιχες διαδικασίες (Park 2001). Προκειμένου οι τρόποι ηλεκτρίσης να γίνουν πιο κατανοητοί συνιστάται η ένταξη μοντέλων στην διδακτική διαδικασία. Συνεπώς, οι Borghi et al (2007) πρότειναν την ενσωμάτωση μοντέλων-σκέιτς από τους μαθητές ώστε να εξηγούν πληρέστερα τις πειραματικές τους παρατηρήσεις. Ενώ, οι Petridou et al (2009) σχεδίασαν και εφάρμοσαν ένα λογισμικό για την πόλωση που υφίσταται σε ατομικό επίπεδο ένας μονωτής παρουσία ηλεκτρικού φορτίου.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος ευρύτερης έρευνας που αφορά τη μελέτη εννοιολογικών δυσκολιών που παρουσιάζουν φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος σχετικά με τα φαινόμενα του στατικού ηλεκτρισμού, καθώς και τους ενδεχόμενους τρόπους αντιμετώπισης τους. Εστιάζει στην ηλεκτρίση με επαγωγή, ενώ ο σκοπός της είναι να παρουσιάσει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές στην κατανόηση του φαινομένου καθώς και το πώς η ένταξη μοντέλων του μικρόκοσμου συμβάλλει στην ερμηνεία του φαινομένου της επαγωγής αλλά και στην σύνδεση μεταξύ μακροσκοπικών και μικροσκοπικών διαδικασιών. Σε ό,τι αφορά το δεύτερο σκέλος της εργασίας που αφορά τη διδακτική παρέμβαση διερευνητικού χαρακτήρα με χρήση μοντέλων βρίσκεται σε εξέλιξη.

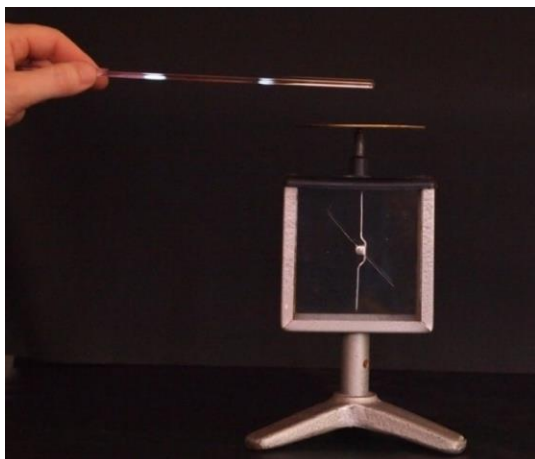
2. Μεθοδολογία

Η έρευνα έλαβε χώρα σε δύο φάσεις στο πλαίσιο Υποχρεωτικού Εργαστηρίου Φυσικής. Το δείγμα αποτελούνταν από 400 φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι 200 φοιτητές συμμετείχαν στην πρώτη φάση, δηλαδή στην χαρτογράφηση των δυσκολιών μέσα από πειραματικές διδασκαλίες επιβεβαιωτικού χαρακτήρα όπου καλούνταν να εκτελέσουν τα πειράματα του στατικού ηλεκτρισμού αφού είχαν μελετήσει την αντίστοιχη θεωρία. Οι υπόλοιποι 200 φοιτητές/τριες της δεύτερης φάσης, συμμετείχαν σε πειραματικές δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα με χρήση μοντέλων του μικρόκοσμου, όπου καλούνταν να διατυπώνουν υποθέσεις, να πειραματίζονται, να εξηγούν και να σχεδιάζουν μοντέλα των εξηγήσεών τους καθώς και να συγκρίνουν τα μοντέλα αυτά με αναπαραστάσεις του μικρόκοσμου μέσω λογισμικών. Το δείγμα και στις δύο φάσεις

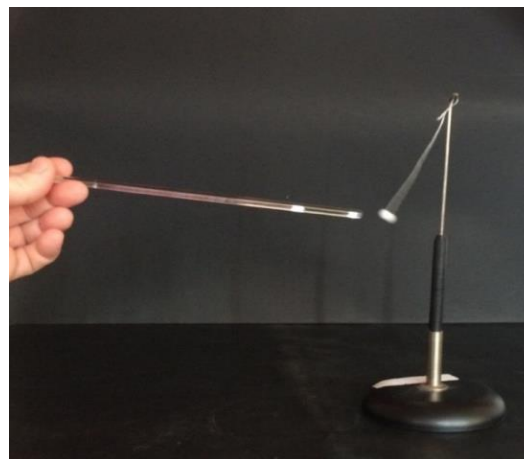


χωρίστηκε σε 10 τμήματα των 20 ατόμων ενώ κάθε τμήμα εργάστηκε σε ζεύγη. Κατά την πρώτη φάση, εφόσον ολοκληρώθηκε η διδακτική ακολουθία του στατικού ηλεκτρισμού συλλέχθηκαν οι γραπτές εργασίες των φοιτητών/τριών. Για την ανάδειξη των εννοιολογικών δυσκολιών ακολούθησε ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων τους και περιγραφική στατιστική για την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων (Gay et al. 2012). Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα πειράματα ηλεκτρίσης με επαγωγή σε αγωγό (Εικόνα 1) και μονωτή (Εικόνα 2).

Εικόνα 1: Ηλέκτριση με επαγωγή σε αγωγό

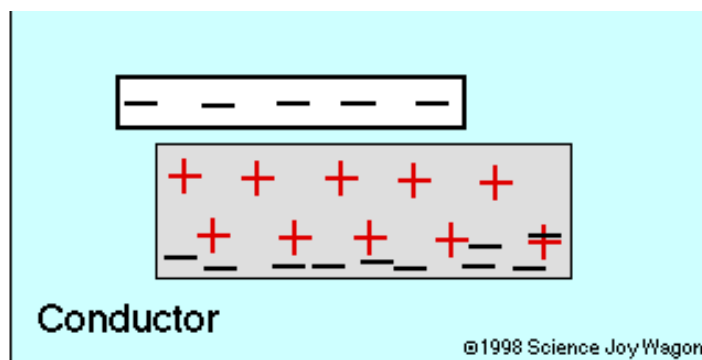


Εικόνα 2: Ηλέκτριση με επαγωγή σε μονωτή



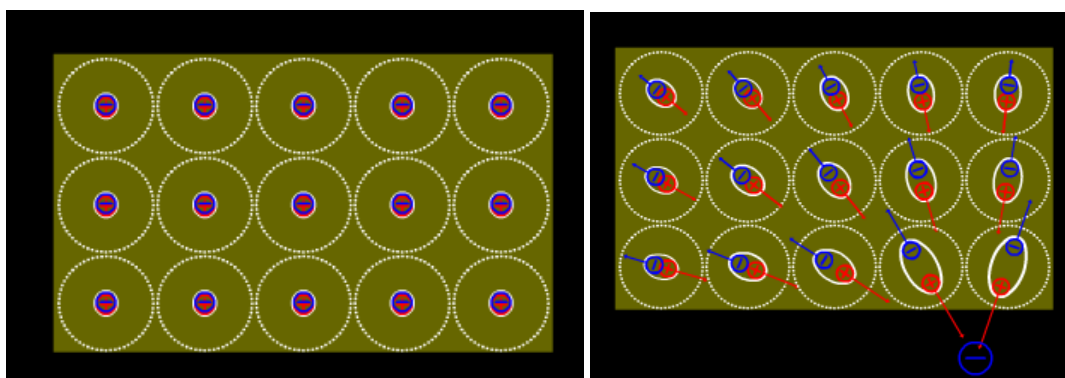
Κατά τη δεύτερη φάση, εφαρμόστηκε διδακτική ακολουθία διερευνητικού χαρακτήρα. Αρχικά, ζητήθηκε από τους φοιτητές να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους και να προσπαθήσουν να τις εξηγήσουν. Ακολούθησε ο πειραματικός έλεγχος αυτών και η σχεδίαση μοντέλων αναπαράστασης μικροσκοπικών διαδικασιών. Στη συνέχεια, τους δόθηκαν μοντέλα μικρόκοσμου (στιγμιότυπα λογισμικών) με σκοπό τον εμπλουτισμό των εξηγήσεων τους ώστε να καταλήξουν στην επιστημονικά αποδεκτή άποψη. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στο ρόλο των ηλεκτρονίων στους αγωγούς και στους μονωτές. Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 3 & 4) φαίνονται τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν. Ακολούθησε ανάλυση περιεχομένου των φύλλων εργασίας.

Εικόνα 3: Ηλέκτριση με επαγωγή – αγωγός (Carter 2012)





Εικόνα 4: Ηλέκτριση με επαγωγή – μονωτής (<http://zeus.physics.auth.gr/polarization/>)



3. Αποτελέσματα

3.1 Εννοιολογικές δυσκολίες στην ερμηνεία της ηλέκτρισης από επαγωγή

Από την ανάλυση περιεχομένου των εργασιών προκύπτει ότι η πλειονότητα των φοιτητών/τριών παρουσιάζει δυσκολία στην ερμηνεία της ηλέκτρισης με επαγωγή. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση των αγωγών (ηλεκτροσκόπιο), το 73% των φοιτητών μπορούσε να δώσει επιστημονικά ορθές εξηγήσεις ενώ το 27% αποδίδει την ηλέκτριση του ηλεκτροσκόπιου στα ηλεκτρόνια που πέρασαν μέσω του αέρα από τη γυάλινη ράβδο στο ηλεκτροσκόπιο. Στην περίπτωση του μονωτή (σφαιρίδιο φελιζόλ), μόνο το 12% των φοιτητών μπόρεσε να δώσει την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση για την πόλωση του μονωτή (φελιζόλ) εξαιτίας της φορτισμένης ράβδου. Στο Πίνακα 1 φαίνεται η ποσόστωση των δυσκολιών των φοιτητών για την ηλέκτριση με επαγωγή ενώ στον Πίνακα 2 παρατίθενται ενδεικτικά αποσπάσματα από τις απαντήσεις των φοιτητών για κάθε κατηγορία.

Πίνακας 1: Ποσοτική % αποτύπωση δυσκολιών φοιτητών σχετικά με την ηλέκτριση με επαγωγή

Είδος υλικού	Επιστημονικά αποδεκτή	Έλξη λόγω φορτίων που μεταφέρονται από το ένα σώμα στο άλλο μέσω του αέρα	Έλξη λόγω του ότι το φορτισμένο σώμα έλκει το αφόρτιστο (χωρίς εξήγηση)	Έλξη λόγω του ότι τα δύο σώματα είναι αντίθετα φορτισμένα	Έλξη λόγω του ότι τα δύο σώματα ήρθαν σε επαφή	Σύνολο
Αγωγός	73	27	-	-	-	100
Μονωτής	12	14	42	17	15	100



Πίνακας 2: Αποσπάσματα απαντήσεων των φοιτητών σχετικά με την ηλέκτριση με επαγωγή

Είδος υλικού	Επιστημονικά αποδεκτή	Έλξη λόγω φορτίων που μεταφέρονται από το ένα σώμα στο άλλο μέσω του αέρα	Έλξη λόγω του ότι το φορτισμένο σώμα έλκει το αφόρτιστο (χωρίς εξήγηση)	Έλξη λόγω του ότι τα δύο σώματα είναι αντίθετα φορτισμένα	Έλξη λόγω του ότι τα δύο σώματα ήρθαν σε επαφή
Αγωγός	Όταν η θετικά φορτισμένη γυάλινη ράβδος πλησιάζει το μεταλλικό δίσκο του ηλεκτροσκοπίου, τα ηλεκτρόνια του δίσκου έλκονται από τη ράβδο και έτσι συγκεντρώνονται στο δίσκο. Τότε τα φύλλα φορτίζονται θετικά και απομακρύνονται μεταξύ τους.	Η φορτισμένη ράβδος που πλησιάζει το δίσκο του ηλεκτροσκοπίου του μεταφέρει φορτία μέσω του αέρα και έτσι φορτίζεται και ανοίγουν τα φύλλα του.	-	-	-
Μονωτής	Η θετικά φορτισμένη γυάλινη ράβδος έλκει τα ηλεκτρόνια των ατόμων του φελιζόλ που βρίσκονται προς τη πλευρά της ράβδου με τέτοιο τρόπο ώστε να τείνουν να πλησιάσουν σε αυτή. Έτσι τα άτομα μοιάζουν να είναι αρνητικά φορτισμένα από τη μία πλευρά (προς τη ράβδο) και θετικά φορτισμένα από την άλλη πλευρά.	Ηλεκτρικά φορτία (ηλεκτρόνια ή πρωτόνια) πηδούν από τη γυάλινη ράβδο προς το μπαλάκι του φελιζόλ. Έτσι, αυτό από αφόρτιστο που ήταν, τώρα φορτίζεται και έλκεται από τη γυάλινη σφαίρα.	Η φορτισμένη ράβδος έλκει το μπαλάκι του φελιζόλ γιατί είναι ελαφρύ.	Η ράβδος έλκει το μπαλάκι γιατί αυτή είναι θετικά φορτισμένη και το μπαλάκι από φελιζόλ αρνητικά.	Τα δύο σώματα ακούμπησαν μεταξύ τους, το ένα μετέφερε τα περισσευούμενα φορτία στο άλλο και έτσι αυτά έλκονται.

3.2 Ευρήματα διδακτικής πρότασης

Σύμφωνα με τα πρώτα ευρήματα που προκύπτουν από την ανάλυση περιεχομένου των φύλλων εργασίας που συμπλήρωσαν οι φοιτητές/τριες κατά τη διάρκεια της διερευνητικής διδασκαλίας, παρατηρείται προοδευτική βελτίωση στις ερμηνείες τους μέσω των αναπαραστάσεων τους καθώς και της χρήσης των στιγμιότυπων του μικρόκοσμου.

Οι δραστηριότητες αντιστοίχισης μεταξύ οργάνων που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο και μοντέλων μικροσκοπικών διαδικασιών ενθαρρύνει την κατανόηση και σύνδεση μακροσκοπικών φαινομένων και μικροσκοπικών διεργασιών. Στο τέλος της παρέμβασης, οι περισσότεροι φοιτητές/τριες, δίνουν επιστημονικά αποδεκτές ερμηνείες για την ηλέκτριση με επαγωγή των αγωγών αλλά και των μονωτών.



Η πιο σημαντική συνεισφορά της παρούσας εργασίας είναι ότι λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα της βιβλιογραφίας (Calilot & Xuan 1993, Thacker et al. 1999) εστιάζει στις δυσκολίες των φοιτητών σχετικά με τις μικροσκοπικές διεργασίες της ηλεκτρίσης με επαγωγή, που σχετίζονται και με την ελλιπή γνώση της ατομικής δομής. Επιπλέον, προκύπτει ότι η χρήση των μοντέλων του μικρόκοσμου, όπως διερευνάται και από άλλους ερευνητές (Petridou et al. 2009) μπορεί να εφαρμοστεί στην εκπαίδευση των φοιτητών σε ευρεία κλίμακα στο πλαίσιο του Εργαστηρίου Φυσικής.

4. Συμπεράσματα

Κατά την πρώτη φάση της εμπειρικής έρευνας, χαρτογραφήθηκαν οι δυσκολίες που αφορούν στην κατανόηση του φαινομένου της ηλεκτρίσης με επαγωγή, οι οποίες φαίνεται να οφείλονται στην περιορισμένη γνώση και αντίληψη των φοιτητών για τις μικροσκοπικές διεργασίες. Ωστόσο, μέσω της προτεινόμενης παρέμβασης στην οποία εντάσσονται η δημιουργία μοντέλων από τους ίδιους τους φοιτητές και η αξιοποίηση στιγμιότυπων λογισμικών φαίνεται να γεφυρώνεται το χάσμα μεταξύ των φαινομένων της ηλεκτροστατικής και των μικροσκοπικών διαδικασιών της.

5. Βιβλιογραφία

- Borghi, L., De Ambrosis, A., & Mascheretti, P. (2007). Microscopic models for bridging electrostatics and currents. *Physics education*, 42(2), 146.
- Calilot, M. & Xuan, A. N. (1993). Adults' misconceptions in electricity, in: *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Misconceptions Trust.
- Carter, A. (2012, May 24). Conductors and Insulators. Retrieved from <https://www.eeweb.com/profile/andrew-carter/articles/conductors-and-insulators>
- Eylon, B. S. & Ganiel, U. (1990). Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electrostatics in students' reasoning. *International Journal of Science Education*, 12, 79–94.
- Galili, I. (1993). Perplexity of the field concept in teaching-learning aspect, in: *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Misconceptions Trust.
- Gay, L., Mills, G. & Airasian, P. (2012). *Education Research, Competencies for Analysis and Analysis*. Pearson.
- Guruswamy, C., Somars, M. D. & Hussey, R. G. (1997). References Students' understanding of the transfer of charge between conductors. *Physics Education*, 32, 91–96.
- Hermita, N.,Suhandi, A., Syaodih,E., Samsudin, A., Isjoni,Johan, H., Rosa, F., Setyaningsih, R., Sapriadi and Safitri, D. (2017). Constructing and Implementing a Four Tier Test about Static Electricity to Diagnose Pre-service Elementary School Teacher' Misconceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012167.
- Park, J. (2001) Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics. *International Journal of Science Education*, 23:12, 1219-1236, DOI: 10.1080/09500690110049097
- Petridou, E., Psillos, D., Hatzikraniotis, E., & Viiri, J. (2009). Design and development of a microscopic model for polarization. *Physics Education*, 44(6), 589.



Siegel, A. M. & Lee, J. A. C. (2001). *'But electricity isn't static': science discussion, identification of learning issues, and use of resources in a problem-based learning education course*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO.

Thacker, B. A., Ganiel, U. & Boys, D. (1999). Macroscopic phenomena and microscopic processes: student understanding of transients in direct current electric circuits. *American Journal of Physics*, 67, S25–S31.



Τα γενετικά τεστ: ένα κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα για τη διδασκαλία βασικών αρχών της Γενετικής

Χρήστος Στεφάνου, Ευαγγελία Μαυρικάκη, Ντία Γαλανοπούλου

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧηNET)»

Περίληψη

Σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μια πρόταση διδασκαλίας βασικών εννοιών της Γενετικής, η οποία στηρίζεται στην αξιοποίηση του κοινωνικο-επιστημονικού ζητήματος «Γενετικά τεστ». Οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με κοινωνικές και ηθικές προεκτάσεις των γενετικών τεστ μέσω της μελέτης περιπτώσεων, διαπραγματεύτηκαν επιστημονικές έννοιες της Γενετικής και επεξεργάστηκαν κοινωνικο-επιστημονικά διλήμματα. Η πρόταση εφαρμόστηκε πιλοτικά σε φοιτητές παιδαγωγικού τμήματος και τα αποτελέσματα ήταν πολύ θετικά όσον αφορά την κατανόηση των βασικών επιστημονικών εννοιών της Γενετικής.

Λέξεις-κλειδιά: γενετικά τεστ, κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα, διδασκαλία Γενετικής, τριτοβάθμια εκπαίδευση

Genetic tests: a socio-scientific issue for teaching Genetics basic concepts

Christos Stefanou, Evangelia Mavrikaki, Dia Galanopoulou

Postgraduate Programme "Chemical Education and New Educational Technologies"

Abstract

A proposal for teaching Genetics basic concepts was designed and implemented based on the socio-scientific issue "Genetic testing". Teacher students came into contact with the social and ethical implications of genetic testing through case studies, they were taught scientific concepts of Genetics and they had also to deal with socio-scientific dilemmas. Results showed a very positive impact on their understanding of basic scientific concepts of Genetics.

Keywords: genetic testing, socio-scientific issues, teaching Genetics, tertiary education



1. Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν σήμερα οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στις σχολικές τάξεις είναι η έλλειψη ενδιαφέροντος εκ μέρους των μαθητών για τα επιστημονικά αντικείμενα που διδάσκονται (Sjoberg & Schreiner 2010). Έτσι, ένα κρίσιμο ερώτημα που απασχολεί την επιστημονική κοινότητα είναι: «πώς μπορούν να κινητοποιηθούν οι μαθητές για να κατανοήσουν τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών;». Τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα θα μπορούσαν ίσως να αποτελέσουν ένα ενδιαφέρον και ταυτόχρονα αποτελεσματικό πλαίσιο κατανόησης του επιστημονικού περιεχομένου, αλλά και εξάσκησης στην επιχειρηματολογία και την τεκμηρίωση με τη χρήση επιστημονικών δεδομένων (Driver et al. 2000, Holbrook & Rannikmae 2017, Sadler 2004, Sadler 2011, Zeidler & Keefe 2003, Zeidler & Nichols 2009). Τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα είναι σύνθετα κοινωνικά ζητήματα, συχνά αμφιλεγόμενα, που επιδέχονται πολλαπλές λύσεις. Οι λύσεις αυτές προέρχονται από την ανάλυση επιστημονικών δεδομένων, αλλά απαιτούν την εξέταση και πρόσθετων κοινωνικών και ηθικών παραγόντων. Μπορούν να καλύψουν όλο το εύρος των Φυσικών Επιστημών, παραδείγματα δε αποτελούν η κλιματική αλλαγή, ο χειρισμός των αποβλήτων, αλλά και η κλωνοποίηση οργανισμών ή η χρήση βλαστοκυττάρων. Συνοψίζοντας τη σχετική βιβλιογραφία, τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα συνιστούν ένα περιβάλλον μάθησης στο οποίο οι μαθητές επιχειρηματολογούν και συμμετέχουν σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων για πραγματικά ζητήματα που έχουν νόημα και για τους ίδιους. Έτσι εξασκούνται και στην ανάπτυξη επιχειρηματολογίας αξιοποιώντας επιστημονικά δεδομένα.

Οι εφαρμογές της Γενετικής προσφέρονται για τέτοιου τύπου διδασκαλία, καθώς οι κοινωνικές και ηθικές τους προεκτάσεις είναι σημαντικές, ενδιαφέρουν τους μαθητές και αποτελούν εύφορο έδαφος για διάλογο (Byrce & Gray 2004). Παράδειγμα αποτελούν τα γενετικά τεστ, από τα αποτελέσματα των οποίων μπορεί να επιβεβαιωθεί ή να αποκλειστεί η υποψία για κάποια γενετική ανωμαλία ή να προσδιορισθεί η πιθανότητα ένα άτομο να αναπτύξει και να μεταβιβάσει κάποια γενετική διαταραχή. Σήμερα υπάρχουν περισσότερα από 1000 γενετικά τεστ διαθέσιμα και ο αριθμός τους αυξάνεται συνεχώς. Η μεγάλη σημασία του θέματος, αλλά και το γεγονός ότι δεν έχει δοκιμαστεί μέχρι σήμερα συστηματική διδασκαλία του συγκεκριμένου κοινωνικο-επιστημονικού ζητήματος, μας οδήγησαν στην παρούσα μελέτη. **Σκοπός** της ήταν ο σχεδιασμός και η εφαρμογή μιας διδακτικής πρότασης που θα αξιοποιεί το κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα «Γενετικά τεστ» ως πλαίσιο για τη διδασκαλία βασικών επιστημονικών εννοιών της Γενετικής και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης πρότασης, ιδιαίτερα όσο αφορά την κατανόηση επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές. Είναι γνωστό ότι τα ζητήματα που σχετίζονται με την υγεία του ανθρώπου κινητοποιούν τους μαθητές, οι δε σχετικές βιολογικές έννοιες περιέχονται στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

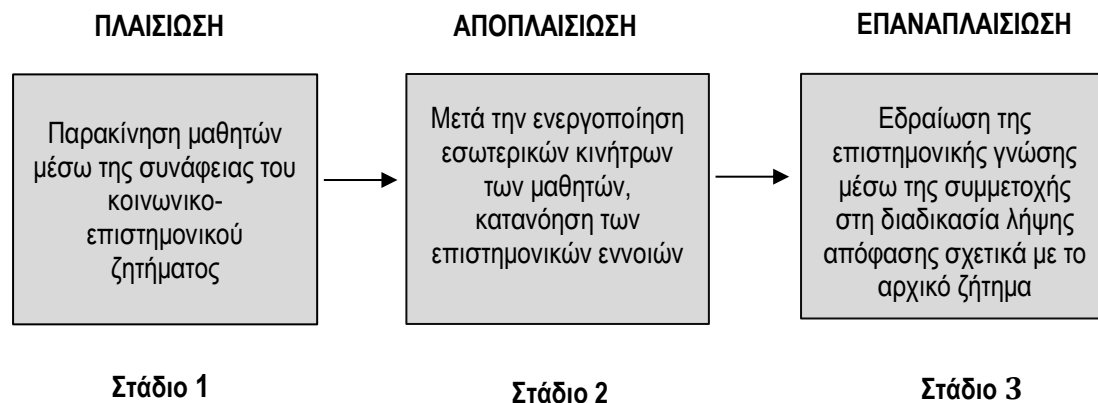
2. Μεθοδολογία

Στη μελέτη συμμετείχαν φοιτητές και φοιτήτριες του Β' έτους του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών, αποτελεί δε «αληθινό» πειραματισμό με ομάδα ελέγχου και μετρήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (ΠΡΟ και ΜΕΤΑ) με το ίδιο εργαλείο μέτρησης. Πήραν μέρος 55 φοιτητές (33 στην ομάδα ελέγχου και 22 στην πειραματική ομάδα) μετά από πρόσκληση για παρακολούθηση σεμιναρίου με τίτλο «Γενετικά τεστ και κοινωνικές προεκτάσεις» που θα γινόταν δυο φορές. Κάθε φοιτητής επέλεξε μια από τις δυο ημέρες, χωρίς να γνωρίζει αν θα είναι στην πειραματική ομάδα ή την ομάδα ελέγχου. Το σεμινάριο περιελάμβανε 6 ώρες διδασκαλίας καταμετρημένες σε 3 δίωρα μαθήματα σε χρονικό διάστημα 3 εβδομάδων. Η διδασκαλία στην ομάδα ελέγχου περιείχε όλες τις επιστημονικές έννοιες που υπήρχαν και στη διδασκαλία της



πειραματικής ομάδας. Δεν περιείχε όμως τα τμήματα της διδακτικής παρέμβασης που διαπραγματεύονται κοινωνικές ή ηθικές προεκτάσεις. Η διδασκαλία οργανώθηκε έτσι, ώστε και στις δυο ομάδες να έχει την ίδια συνολική διάρκεια. Ως εργαλείο μέτρησης (ΠΡΟ και ΜΕΤΑ) χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο επιστημονικών γνώσεων με 13 κλειστές και 2 ανοικτές ερωτήσεις. Οι βασικές έννοιες, των οποίων η κατανόηση ελέγχθηκε με το ερωτηματολόγιο, ήταν μεταξύ άλλων οι εξής: κληρονομικότητα, γονίδια, χρωμοσώματα, αλληλουχία νουκλεοτιδίων, πρωτεΐνες, από τα γονίδια στις πρωτεΐνες, μεταλλάξεις, γενετικά τεστ, εξέλιξη. Ως κατάλληλη μέθοδος επεξεργασίας των δεδομένων επελέγη η ανάλυση συνδιακύμανσης ή συμμεταβλητή ανάλυση (ANCOVA) (Dimitrov & Rumrill 2003, Huitema 2014). Η διδακτική πρόταση του κοινωνικο-επιστημονικού ζητήματος (σχήμα 1) ακολουθεί το μοντέλο των τριών σταδίων: Πλαισίωση - Αποπλαισίωση – Επαναπλαισίωση (Holbrook & Rannikmae 2010).

Σχήμα 1: Τα στάδια της διδασκαλίας σύμφωνα με το μοντέλο των Holbrook & Rannikmae (2010)



Στο 1^ο στάδιο γίνεται ουσιαστικά η εισαγωγή στο κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα «Γενετικά τεστ» και η διαπραγμάτευση των ηθικών και κοινωνικών προεκτάσεων του θέματος. Χαρακτηριστικό της πρότασης είναι το ότι η συζήτηση για τις χρήσεις των γενετικών τεστ και τις προεκτάσεις τους υποστηρίζεται από επιλεγμένες μελέτες περίπτωσης, κυρίως ιστορίες προσώπων που κάποια στιγμή στη ζωή τους αντιμετώπισαν το δίλημμα να κάνουν ή όχι γενετικό τεστ. Οι ιστορίες αυτές παίζουν το ρόλο του «σεναρίου» στο μοντέλο των Holbrook & Rannikmae (2010), σύμφωνα με το οποίο μόνο εφόσον οι μαθητές δείξουν ενδιαφέρον για το σενάριο μπορεί στη συνέχεια να γίνει η μετάβαση από τη διαπραγμάτευση του σεναρίου στη διαδικασία κατανόησης των επιστημονικών εννοιών που συνδέονται με το συγκεκριμένο κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα. Οι μελέτες περίπτωσης παρουσιάζονται σε αποσπάσματα οπτικοακουστικού υλικού και πλαισιώνονται με ερωτήματα προς τους μαθητές, που τους ωθούν να διαμορφώσουν τη δική τους προσωπική στάση και να επιχειρηματολογήσουν εξετάζοντας το ζήτημα της χρήσης γενετικών τεστ από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Presley et al. 2013). Τα γενετικά τεστ που συμπεριλάβαμε ήταν το προσυμπτωματικό γενετικό τεστ για τη νόσο του Huntington, το τεστ προδιάθεσης για τον καρκίνο του μαστού και ο προεμφυτευτικός γενετικός έλεγχος.

Στο 2^ο στάδιο της διδακτικής πρότασης παρουσιάζονται αποπλαισιωμένες όλες οι επιστημονικές έννοιες της Γενετικής, που είναι απαραίτητες για τη διαπραγμάτευση του κοινωνικο-επιστημονικού ζητήματος «Γενετικά τεστ» (Van der Zande et al. 2011). Στο 3^ο στάδιο γίνεται «επαναπλαισίωση» της επιστημονικής γνώσης. Η διδασκαλία δηλαδή των επιστημονικών εννοιών επιστρέφει σταδιακά στο πλαίσιο των γενετικών τεστ και, εν είδει «καταληκτικής εμπειρίας» (Presley et al. 2013), τίθενται και πάλι στους

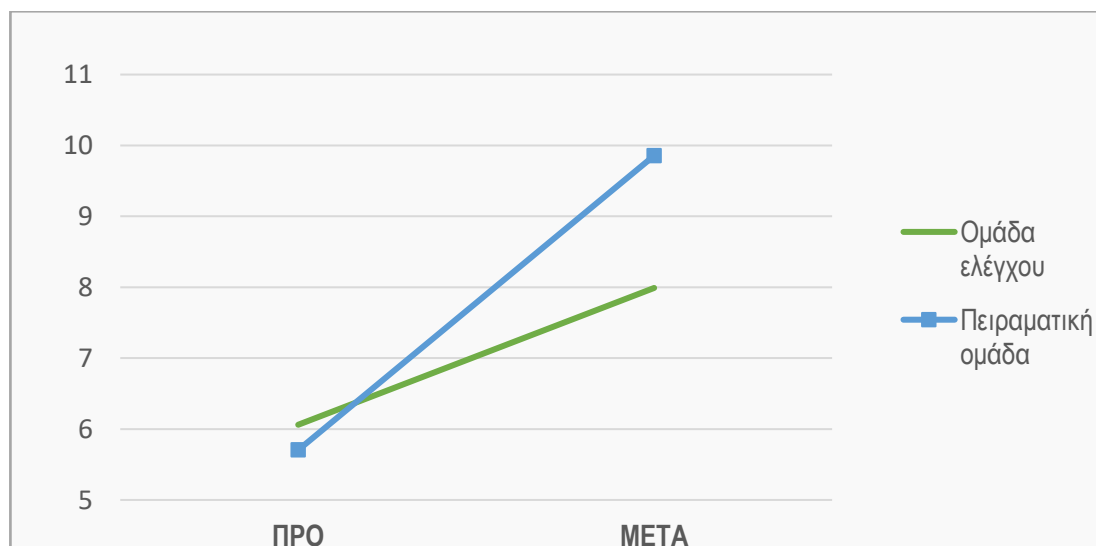


μαθητές κοινωνικο-επιστημονικά διλήμματα. Για παράδειγμα, θέσαμε στους συμμετέχοντες στην πειραματική ομάδα το ερώτημα: «Κάνοντας γενετικό τεστ, μπορεί κανείς να γνωρίζει αν υπάρχουν αυξημένες πιθανότητες να αναπτύξει στο μέλλον καρκίνο του μαστού. Εσείς θα κάνατε αυτό το γενετικό τεστ; Ποιες είναι οι πιθανές συνέπειες του να γνωρίζετε το αποτέλεσμα;»

3. Αποτελέσματα

Πριν από την εφαρμογή των διδακτικών προσεγγίσεων δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων στο επίπεδο κατανόησης των βασικών επιστημονικών εννοιών της Γενετικής ($p=0.51>0.05$). Μετά την ολοκλήρωση, ωστόσο, των διδακτικών παρεμβάσεων, τόσο η πλαισιωμένη πρόταση διδασκαλίας όσο και η συμβατική πρόταση είχαν θετική επίδραση στο μέσο επίπεδο κατανόησης των επιστημονικών εννοιών από τους συμμετέχοντες στη μελέτη. Είναι ενδιαφέρον όμως ότι στην ομάδα ελέγχου σημειώθηκε αύξηση του μέσου επιπέδου κατανόησης κατά 31,8%, ενώ στην πειραματική ομάδα το αντίστοιχο ποσοστό αύξησης ήταν 73,0%, έχουμε δηλαδή στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση στην πειραματική ομάδα ($p=0.023<0.05$). Τα αποτελέσματα αυτά εμφανίζονται συνοπτικά στο σχήμα 2 και δείχνουν ότι η ομάδα των φοιτητών στην οποία διδάχθηκαν τα γενετικά τεστ με τη μορφή κοινωνικο-επιστημονικού ζητήματος εμφάνισε υψηλότερο μέσο επίπεδο κατανόησης των βασικών επιστημονικών εννοιών της Γενετικής σε σχέση με την ομάδα στην οποία εφαρμόστηκε η συμβατική διδακτική παρέμβαση.

Σχήμα 2: Μέση επίδοση της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις



Τα αποτελέσματα του σχήματος 2 υποδεικνύουν μια θετική επίδραση μεγάλου μεγέθους της πειραματικής διδασκαλίας στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών που επίσης αναφέρουν θετική επίδραση τέτοιων προτάσεων διδασκαλίας στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών της Γενετικής (Dori et al. 2003, Sadler et al. 2016, Venville & Dawson 2010, Zohar & Nemet 2002). Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζουν οι επεξεργασίες των διλημάτων (δεν παρουσιάζονται αναλυτικά εδώ): οι φοιτητές της πειραματικής ομάδας ήταν σε θέση να αναπτύξουν πιο εμπειριστατωμένα επιχειρήματα από τους φοιτητές της ομάδας ελέγχου και ήταν



περισσότερο ευαισθητοποιημένοι σχετικά με το ψυχοκοινωνικό φορτίο που συνδέεται με τα αποτελέσματα των γενετικών τεστ.

4. Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, μπορούμε βέβαια να υποθέσουμε ότι οι ηθικές και κοινωνικές προεκτάσεις των γενετικών τεστ μπορούν να αποτελέσουν ένα προκλητικό για τους μαθητές πλαίσιο διδασκαλίας επιστημονικών εννοιών του κλάδου της Γενετικής. Όπως προκύπτει και από τη βιβλιογραφία, όταν το πλαίσιο είναι γνώριμο στους μαθητές και τους αφορά προσωπικά, η πλαισιωμένη διδασκαλία δίνει νέες προοπτικές για ενεργό συμμετοχή των μαθητών και ευκαιρίες για μάθηση με νόημα (Holbrook & Rannikmae 2017). Με όρους τοποθετημένης μάθησης θα λέγαμε ότι καλλιεργήθηκαν οι συνθήκες για τη δημιουργία μιας κοινότητας πρακτικής, της οποίας οι ταυτότητες και ο λόγος δεν βασίστηκαν στην επαγγελματική ή σχολική επιστήμη, ούτε στην επιτυχία στις εξετάσεις, όπως είθισται στη δευτεροβάθμια (αλλά και την τριτοβάθμια) εκπαίδευση (Sadler 2009), αλλά στην επιστήμη όπως αυτή υπάρχει στις βιωμένες εμπειρίες των πολιτών.

5. Βιβλιογραφία

- Bryce, T., & Gray, D. (2004). Tough acts to follow: the challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal of Science Education*, 26, 717–733.
- Dimitrov, D.M., & Rumrill, D.J. (2003). Pretest-posttest designs and measurement of change. *Work*, 20, 159–165.
- Dori, Y.J., Tal, R.T., & Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies - Can we improve higher order thinking skills of nonscience majors? *Science Education*, 87, 767–793.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287–312.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2010) Contextualisation, de-contextualisation, re-contextualisation: A science teaching approach to enhance meaningful learning for scientific literacy. In: Eilks, I., & Ralle, B. (eds.) *Contemporary science education*. Aachen: Shaker Verlag, pp. 69–82.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2017). Context-based teaching and Socio-scientific Issues. In: Taber, K.S., & Akpan, B. (eds.). *Science Education: An international course companion*. Rotterdam: Sense Publishers, pp. 279–294.
- Huitema, B.E. (2014). Analysis of covariance in a pretest - posttest experiment. In Wiley StatsRef: Statistics Reference Online (Balakrishnan, N., Colton, T., Everitt, B., Piegorsch W., Ruggeri F., & Teugels, J.L. eds). doi:[10.1002/9781118445112.stat06624](https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat06624).
- Presley, M.L., Sickel, A.J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S.B., & Izci, K. (2013) A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22, 26-32.
- Sadler, T.D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in classrooms as a means of achieving goals of Science Education. In: Sadler, T.D. (ed.) *Socio-scientific Issues in the Classroom*. Dordrecht: Springer; pp. 1-10.
- Sadler, T.D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45, 1–42.
- Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513–536.
- Sadler, T.D., Romine, W.L., & Topçu, M.S. (2016) Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38, 1622–1635.



Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2020). *The ROSE project. Overview and key findings*. University of Oslo. <https://www.roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>.

Van der Zande, P., Waarlo, A.J, Brekelmans, M., Akkerman, S.F., & Vermunt, J.D (2011) A knowledge base for teaching biology situated in the context of genetic testing. *International Journal of Science Education*, 33, 2037i2067.

Venville, G.J., & Dawson, V.M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 952-977.

Zeidler, D.L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in Science Education. In: Zeidler, D.L. (ed.) *The role of moral reasoning on socioscientific Issues and discourse in Science Education*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, pp. 7-38.

Zeidler, D.L., & Nichols, B.H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*.21, 49–58.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35–62.



Ενίσχυση ενδιαφέροντος και βελτίωση μαθησιακών αποτελεσμάτων με σκοπό τη δημιουργία κινήτρων μάθησης για την έννοια της ενέργειας

Γεωργία Τόλη, Μαρία Καλλέρη

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συνοπτική παρουσίαση μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στη διερεύνηση, με στόχο την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος των μαθητών και στην βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων για την ενέργεια. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής της. Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων είναι $N=110$ για την πειραματική ομάδα και $N=96$ για την ομάδα ελέγχου. Η παρέμβαση εφαρμόστηκε στην Β΄ Γυμνασίου στο μάθημα της Φυσικής. Διερευνήσαμε τη συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου εμπλοκής των μαθητών με το ενδιαφέρον και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχουν σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των μαθησιακών αποτελεσμάτων, του ενδιαφέροντος και του επιπέδου εμπλοκής.

Λέξεις κλειδιά: ενέργεια, ενδιαφέρον, διερεύνηση

Generating motives for the topic of energy: Enhancing students' interest and learning outcomes

Georgia Toli, Maria Kallery

Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

In the present work we briefly describe an intervention aiming at enhancing secondary students' interest and academic achievement for the topic of energy and present the results of its implementation. The intervention was embedded in the physics course in the second year of high school. The total number of the participants was $N=110$ for the experimental group and $N=96$ for the control group. We investigated the correlation between the level of engagement, interest and learning outcomes. The results showed that there are significant positive correlations between interest, academic achievement and level of engagement.

Keywords: energy, interest, inquiry

1. Εισαγωγή



Η διδασκαλία της ενέργειας αποτελεί αντικείμενο πολυετών ερευνών στο χώρο της εκπαιδευτικής έρευνας, τόσο στον διεθνή όσο και στον ελλαδικό χώρο (AAAS, 1993, Papadouris and Constantinou, 2016). Η πολύπλευρη σπουδαιότητα της έννοιας και ο ενοποιητικός της ρόλος την καθιστούν μεγίστης σημασίας πράγμα που σημαίνει ότι οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να στοχεύουν στη χρήση στρατηγικών δημιουργίας κινήτρων μαθητών για την εκμάθηση της έννοιας με σκοπό να βοηθηθούν τόσο στη σχολική όσο και στην καθημερινή ζωή. Στο χώρο της εκπαιδευτικής έρευνας και ψυχολογίας υπάρχουν μελέτες που στοχεύουν στη δημιουργία κινήτρων για διάφορες έννοιες του φυσικού κόσμου όχι όμως συγκεκριμένα για την έννοια της ενέργειας το οποίο και αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Μια από τις βασικότερες συνιστώσες κινητοποίησης είναι το ενδιαφέρον. Έρευνες απέδειξαν τη σπουδαιότητά του για την εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών (Harackiewicz, Smith & Priniski, 2016). Το ενδιαφέρον αποτελεί ισχυρό παράγοντα κινητοποίησης, συνδέεται άμεσα με την εμπλοκή των μαθητών, ενεργοποιεί τη μάθηση και είναι ζωτικής σημασίας για την ακαδημαϊκή επιτυχία (O'Keefe & Linnenbrink-Garcia, 2014). Με τον όρο Ενδιαφέρον (Interest) εκφράζεται η εμπλοκή σε μια δραστηριότητα που είναι αρεστή και επιθυμητή. Το ενδιαφέρον διακρίνεται σε καταστασιακό και προσωπικό (Renninger, Hidi & Krapp, 1992). Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε μόνο στο καταστασιακό ενδιαφέρον. Το καταστασιακό ενδιαφέρον διακρίνεται σε 'πυροδοτούμενο' (triggered) και 'διατηρούμενο' (maintained). Με βάση τα παραπάνω σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση μια παρέμβαση που στοχεύει στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την έννοια της ενέργειας και την επίτευξη επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων. Η παρέμβαση εφαρμόστηκε σε δημόσιο σχολείο στη Β' Γυμνασίου, στα πλαίσια του μαθήματος της Φυσικής. Σκοπός μας ήταν να διερευνήσουμε εάν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ενδιαφέροντος, του επιπέδου εμπλοκής και των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται συνοπτικά ο σχεδιασμός της παρέμβασης και τα αποτελέσματα της εφαρμογής της και συγκεκριμένα ο τρόπος συσχέτισης του επιπέδου ενδιαφέροντος και εμπλοκής των μαθητών με τα μαθησιακά αποτελέσματα, και για την πειραματική ομάδα και για την ομάδα ελέγχου. Η παρούσα εργασία αποτελεί ένα μικρό μέρος μιας ευρύτερης, έρευνας που αφορά την ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μεθοδολογίας για τη δημιουργία κινήτρων μάθησης για την ενέργεια στο μάθημα της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, στα πλαίσια εκπόνησης διδακτορικής διατριβής.

2. Μεθοδολογία

Η παρέμβαση: σχεδιασμός και εφαρμογή

Η παρέμβαση υλοποιήθηκε πιλοτικά στη διάρκεια του σχολικού έτους 2015-2016 και ακολούθησαν δύο άλλες εφαρμογές κατά τα σχολικά έτη 2016-2017 και 2017-2018 στις οποίες συμπεριλαμβάνονταν και οι συνεντεύξεις των μαθητών. Η διάρκεια της παρέμβασης και στις δύο εφαρμογές ήταν από τον Ιανουάριο μέχρι και τον Μάιο. Ο σχεδιασμός έγινε σύμφωνα με την αντίστοιχη ύλη για την έννοια της ενέργειας, όπως προβλέπεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Στην έρευνα συμμετείχαν δύο ομάδες μαθητών, η πειραματική και η ομάδα ελέγχου. Ο αριθμός των μαθητών είναι για την πειραματική ομάδα συνολικά N=110 και για την ομάδα ελέγχου N=96. Ο σχεδιασμός της παρέμβασης βασίστηκε στην δομημένη διερεύνηση, στη θεωρία του εποικοδομητισμού και στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για την έννοια της ενέργειας. Για την ανίχνευση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών δόθηκε ένα τεστ το οποίο περιείχε ερωτήσεις ανοικτού τύπου για την έννοια της ενέργειας γενικά, αλλά και για το έργο δύναμης, την κινητική και τη δυναμική ενέργεια. Το συγκεκριμένο τεστ δόθηκε μόνο στην πειραματική ομάδα. Η διδασκαλία στην ομάδα ελέγχου ήταν δασκαλοκεντρική και οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά.



Οι δραστηριότητες των μαθητών της ομάδας ελέγχου περιορίστηκαν κυρίως σε αυτές του σχολικού εγχειριδίου. Για το σχεδιασμό της παρέμβασης λάβαμε υπόψη τα προσωπικά ενδιαφέροντα μαθητών για θέματα από την καθημερινότητα, το οποίο αποσκοπούσε στην πυροδότηση του ενδιαφέροντος. Η πυροδότηση του ενδιαφέροντος είναι ιδιαίτερα βασική γιατί σε συνδυασμό με το εκπαιδευτικό και διδακτικό πλαίσιο ενισχύει την εμπλοκή των μαθητών. Οι μαθητές ρωτήθηκαν πριν τον σχεδιασμό της παρέμβασης για πράγματα από την καθημερινότητα και στη συνέχεια οι απαντήσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν και συσχετίστηκαν με τις αντίστοιχες ενότητες που σχετίζονται με την έννοια της ενέργειας. Οι ερωτήσεις ήταν από θεματικά πεδία όπως αθλητισμός και διατροφή. Η παρέμβαση περιλάμβανε σχεδιασμό πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές, καταστάσεις επίλυσης προβλημάτων, συζητήσεις με όλη την τάξη, διαδικασίες ανατροφοδότησης και ομαδική εργασία. Για τη διατήρηση του ενδιαφέροντος η εμπλοκή των μαθητών ήταν ιδιαίτερα κρίσιμη. Για τον λόγο αυτό όλοι οι μαθητές είχαν ενεργό ρόλο συμμετέχοντας στο σχεδιασμό πολύ απλών πειραμάτων και κατασκευών κάνοντας ταυτόχρονα χρήση κατάλληλα σχεδιασμένου λογισμικού, το οποίο ήταν ιδιαίτερα εύκολο στη χρήση και βοήθησε στο να κατανοήσουν τις βασικές έννοιες που συνδέονται με την ενέργεια. Για τον σχεδιασμό του λογισμικού δόθηκε έμφαση στην ακριβή απόδοση αναλόγου με κατεύθυνση την κατανοητή από μαθητές διαδικασία στα πειράματα καθώς και στη δυνατότητα του εκπαιδευτικού να αλληλεπιδρά με το σύστημα ώστε να διευκολύνεται η εκπαιδευτική διαδικασία. Εργαλείο υλοποίησης πειραμάτων είναι η πλατφόρμα ανοικτού κώδικα 'Glowscript' στην οποία χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού VPython. Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται ενδεικτικά το περιβάλλον του λογισμικού που σχεδιάστηκε. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα με τη βοήθεια της 3D απεικόνισης να κατανοήσουν τις σχετικές με την ενέργεια έννοιες. Συγκεκριμένα εξασκήθηκαν στα εξής:

- Υπολογισμός έργου δύναμης ομόροπτης, αντίροπτης και κάθετης στη μετατόπιση.
- Εξάρτηση του έργου σταθερής δύναμης από τη μετατόπιση
- Υπολογισμός και εξάρτηση της κινητικής ενέργειας από τη μάζα και την ταχύτητα
- Υπολογισμός και εξάρτηση της δυναμικής ενέργειας από τη μάζα, το ύψος και την επιτάχυνση της βαρύτητας.

Η συγκρότηση των δραστηριοτήτων της παρέμβασης βασίστηκε στην θεωρία των Hidi & Renninger (2006) για την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος. Η δομή της παρέμβασης παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.

Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα για το ενδιαφέρον, το επίπεδο εμπλοκής και τα μαθησιακά αποτελέσματα συλλέχθηκαν και από την πειραματική ομάδα και από την ομάδα ελέγχου. Για την αξιολόγηση της παρέμβασης δόθηκαν σε όλους τους μαθητές ερωτηματολόγια για κάθε έναν από τους παραπάνω παράγοντες, τα οποία βασίστηκαν σε συγκεκριμένα ερευνητικά εργαλεία (Mitchell, 1993, Linnenbrink-Garcia et al, 2010), τροποποιήθηκαν κατάλληλα και προσαρμόστηκαν στα δεδομένα της έρευνας. Συγκεκριμένα δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο για το ενδιαφέρον με 13 ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο για το καταστασιακό ενδιαφέρον ήταν δομημένο ως εξής:

1) Πυροδοτούμενο ενδιαφέρον (Triggered Interest). Συνολικά επτά ερωτήσεις. Ακολουθούν δύο ενδεικτικές ερωτήσεις.

- a. Το μάθημα για την ενέργεια με ενθουσιάζει τόσο πολύ που είναι πολύ εύκολο να προσέχω.
- b. Ο καθηγητής μου διδάσκει την ενέργεια με τρόπο που με ενθουσιάζει.

2) Διατηρούμενο ενδιαφέρον (Maintained Interest). Συνολικά έξι ερωτήσεις. Ακολουθούν δύο ενδεικτικές ερωτήσεις.

- a. Πιστεύω ότι αυτά που διδασκόμαστε φέτος για την ενέργεια είναι πολύ χρήσιμα για μένα.



b. Αυτά που μαθαίνω για την ενέργεια μπορώ να τα εφαρμόσω στην καθημερινότητα μου.

Για το επίπεδο εμπλοκής δόθηκε σε όλους τους μαθητές και των δύο ομάδων ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς το οποίο αποτελούνταν από δεκατέσσερις συνολικά ερωτήσεις. Υπάρχουν τέσσερις συνιστώσες εμπλοκής των μαθητών (Fredricks et al 2016), η συναισθηματική (4 ερωτήσεις), η κοινωνική (2 ερωτήσεις), η συμπεριφορική (3 ερωτήσεις) και η γνωστική (5 ερωτήσεις). Ενδεικτική ερώτηση γνωστικής εμπλοκής είναι η εξής: «Όταν έκανα λάθος σε κάποιο θέμα για την ενέργεια προσπαθούσα να καταλάβω το γιατί». Επίσης μόνο για την πειραματική ομάδα πραγματοποιήθηκε εκτός από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων και παρατήρηση από τον διδάσκοντα. Για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, σύμφωνα με τους γνωστικούς στόχους, δόθηκε σε όλους τους μαθητές τεστ το οποίο περιείχε ερωτήσεις από όλες τις ενότητες που αφορούν την έννοια της ενέργειας και συγκεκριμένα τον υπολογισμό έργου σταθερής δύναμης, την κινητική ενέργεια, τη δυναμική ενέργεια, τη μηχανική ενέργεια και τη διατήρησή της. Οι ερωτήσεις ήταν διαβαθμισμένης δυσκολίας και εξετάστηκε κατά πόσο οι μαθητές κατανόησαν όχι μόνο τα εύκολα ζητήματα που αφορούν την έννοια της ενέργειας αλλά και πιο σύνθετα στα οποία απαιτείται εμβάθυνση και κριτική ικανότητα. Για τις απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια για το ενδιαφέρον και το επίπεδο εμπλοκής χρησιμοποιήθηκε τετραβάθμια κλίμακα Likert (1: Διαφωνώ απόλυτα, 2: Διαφωνώ λίγο, 3: Συμφωνώ λίγο, 4: Συμφωνώ απόλυτα).

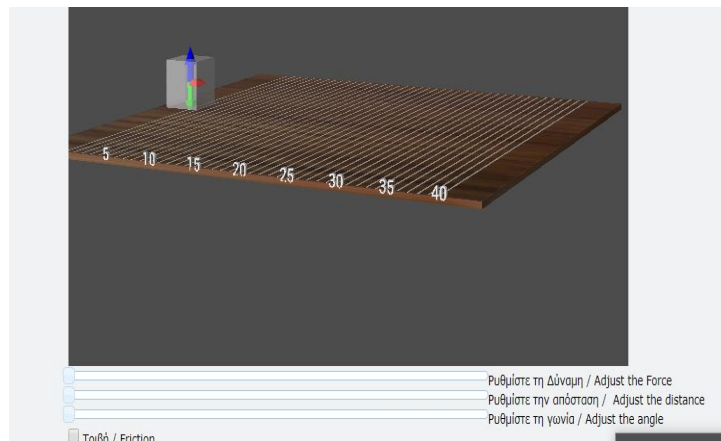
3. Αποτελέσματα

Τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν, κατηγοριοποιήθηκαν και η στατιστική τους ανάλυση και επεξεργασία έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS. Αρχικά υπολογίσαμε τον μέσο όρο των απαντήσεων των μαθητών από τα ερωτηματολόγια για το ενδιαφέρον, το επίπεδο εμπλοκής και τα μαθησιακά αποτελέσματα χρησιμοποιώντας συμβατική μέθοδο. Η τιμή 1 αντιστοιχεί στο χαμηλότερο επίπεδο για κάθε μία από τις μεταβλητές και η τιμή 4 στο υψηλότερο επίπεδο. Στο Διάγραμμα 1 φαίνονται οι τιμές των μέσων όρων των παραγόντων και για τις δύο ομάδες. Στον κατακόρυφο άξονα οι τιμές υπολογίστηκαν με βάση τις απαντήσεις των μαθητών, με το 1 να αντιστοιχεί στην ελάχιστη των παραγόντων και το 4 στην μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε τις διαφοροποιημένες τιμές για τις 2 ομάδες και την ύπαρξη αυξημένων τιμών των παραγόντων για την πειραματική ομάδα που είναι και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Για να δείξουμε τη συσχέτιση των μεταβλητών υπολογίσαμε τον συντελεστή Pearson r οι τιμές του οποίου για την πειραματική ομάδα είναι 0,862, μεταξύ ενδιαφέροντος και επιπέδου εμπλοκής, 0,876 μεταξύ ενδιαφέροντος και μαθησιακών αποτελεσμάτων και 0,905 για το επίπεδο εμπλοκής και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Οι τιμές για την ομάδα ελέγχου είναι αντίστοιχα 0,867, 0,757, και 0,809. Εάν ο συντελεστής συσχέτισης είναι μικρότερος ή ίσος του 0,29 δεν υπάρχει συσχέτιση, εάν κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,3 και 0,49 υπάρχει χαμηλή συσχέτιση, εάν κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,5 και 0,69 η συσχέτιση είναι μέτρια, εάν είναι μεταξύ 0,7 και 0,79 η συσχέτιση είναι υψηλή και τέλος εάν είναι μεταξύ 0,8 και 0,99 η συσχέτιση θεωρείται πολύ υψηλή. Από τις τιμές καταδεικνύεται η πολύ υψηλή συσχέτιση των μεταβλητών και για τις δύο ομάδες σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις εκτός από την περίπτωση της υψηλής συσχέτισης του ενδιαφέροντος και των μαθησιακών αποτελεσμάτων για την ομάδα ελέγχου. Πρόκειται δηλαδή για τα επιθυμητά αποτελέσματα σε όλες τις περιπτώσεις. Υπολογίστηκε επίσης για όλους τους μαθητές ο μέσος όρος για κάθε μία μεταβλητή και παρατηρήθηκε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις οι τιμές ήταν παραπλήσιες. Ενδεικτικά παρουσιάζεται ο μέσος όρος των μεταβλητών 5 μαθητών του δείγματος της πειραματικής ομάδας και των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα διαγράμματα 2 και 3 αντίστοιχα. Όπως και στο Διάγραμμα 1 έτσι και εδώ η τιμή 1 αντιστοιχεί στο χαμηλότερο και η τιμή 4 στο μέγιστο. Στην πειραματική ομάδα οι τιμές είναι υψηλότερες από αυτές της ομάδας ελέγχου. Τέλος για τον έλεγχο αξιοπιστίας υπολογίστηκαν οι

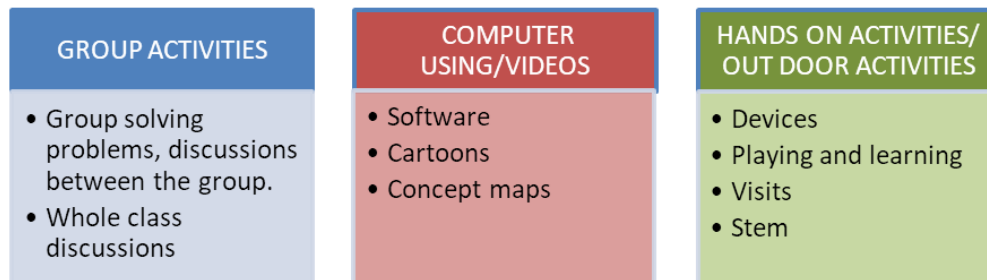


τιμές 0,879 και 0,866 του παράγοντα Cronbach α για το ενδιαφέρον και για το επίπεδο εμπλοκής αντίστοιχα.

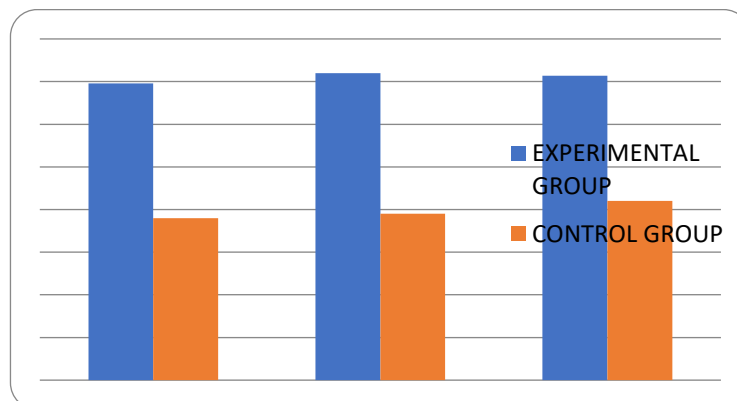
Εικόνα 1: Περιβάλλον λογισμικού για την έννοια της ενέργειας



Σχήμα 1: Διδακτικές και μαθησιακές δραστηριότητες της παρέμβασης

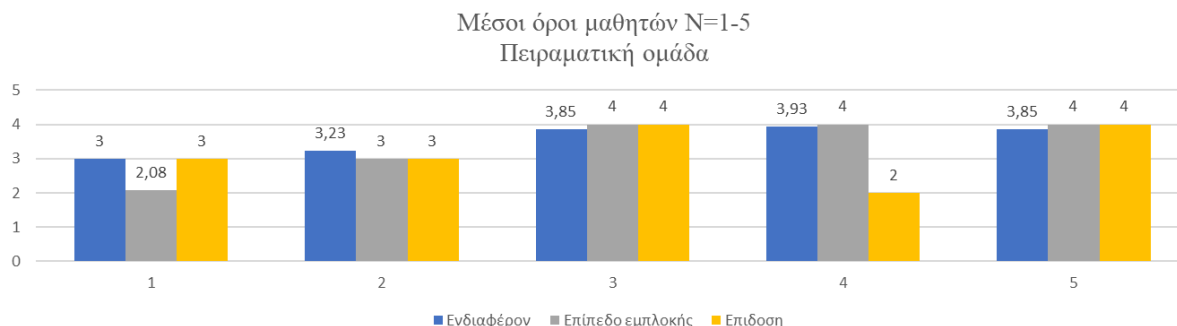


Διάγραμμα 1: Επίπεδο ενδιαφέροντος, επιπέδου εμπλοκής και μαθησιακών αποτελεσμάτων για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.

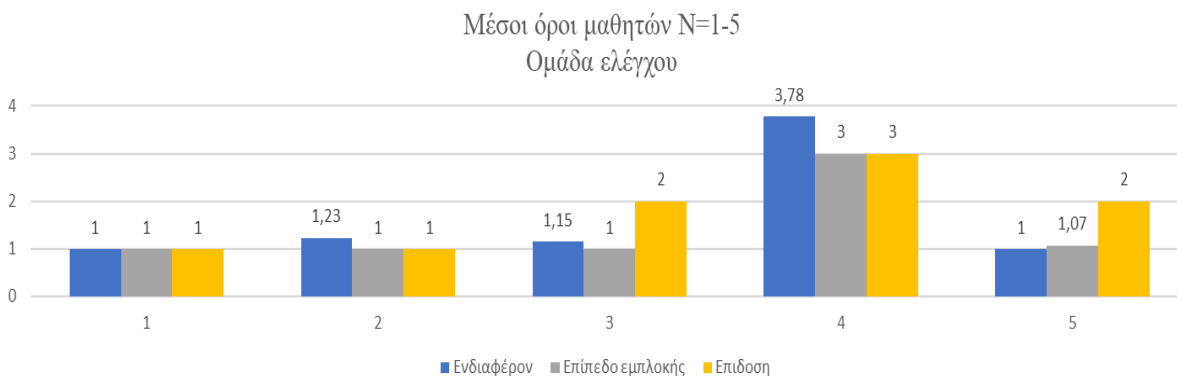




Διάγραμμα 2: Μέσοι όροι 5 μαθητών της πειραματικής ομάδας.



Διάγραμμα 3: Μέσοι όροι 5 μαθητών της ομάδας ελέγχου.



4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης συμφωνούν με τα ευρήματα που παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 1, 2 και 3 και καταδεικνύουν την ύπαρξη ισχυρής θετικής συσχέτισης μεταξύ υψηλού επιπέδου ενδιαφέροντος, επιπέδου εμπλοκής και υψηλών μαθησιακών αποτελεσμάτων για την πειραματική ομάδα. Επίσης καταδεικνύουν ότι το χαμηλό επίπεδο ενδιαφέροντος και το χαμηλό επίπεδο εμπλοκής συσχετίζονται θετικά για την ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα είναι αρκετά ενθαρρυντικά και τονίζουν την ισχυρή επίδραση του ενδιαφέροντος στα μαθησιακά αποτελέσματα δίνοντας προοπτικές ότι μια τέτοιου είδους παρέμβαση μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματική. Αυτό οφείλεται από τη μία στο γεγονός ότι η χρήση του απλού λογισμικού έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να κατανοήσουν έννοιες που συνδέονται με την ενέργεια και από την άλλη στην χρησιμοποιούμενη διδακτική προσέγγιση στην οποία δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην εμπλοκή και τον ενεργό ρόλο όλων των μαθητών αλλά κυρίως στη σύνδεση της ενέργειας με τα ενδιαφέροντα των παιδιών από την καθημερινότητα. Οι αλλαγές στον τρόπο διδασκαλίας που λάμβαναν χώρα σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης επηρέασαν θετικά την ψυχολογία των μαθητών. Επίσης οι στόχοι που αφορούσαν την ομαδική επίλυση προβλημάτων ήταν προκλητικοί αλλά ταυτόχρονα και εφικτοί, επομένως ήταν δυνατό να διατηρείται το ενδιαφέρον των μαθητών. Οι μαθητές κατανόησαν τη σπουδαιότητα της έννοιας της ενέργειας και τον λόγο για τον οποίο αποτελεί



ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους. Όπως φαίνεται από τη μελέτη μας, ο σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων που στοχεύουν στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντος, την ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας και την εμπλοκή των μαθητών στις δραστηριότητες είναι δυνατό να δημιουργήσουν κίνητρα μάθησης.

5. Βιβλιογραφία

- AAAS. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York, NY: American Association for the Advancement of Science.
- Fredricks, J. A., Wang, M. T., Schall Linn, J., Hofkens, T. L., Sung, H. C., Parr, A. K., & Allerton, J. J. (2016). Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. *Learning and Instruction*.
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest matters: The importance of promoting interest in education, 3, 220–227. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*. doi:10.1177/2372732216655542
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, 111–127.
- Linnenbrink-Garcia, L., Durik, A. M., Conley, A. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Karabenick, S.A., et al. (2010). Measuring situational interest in academic domains. *Educational and Psychological Measurement*, 70 (4), 647–671.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85, 424–436.
- O’Keefe, P. A., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). The role of interest in optimizing performance and self-regulation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 53, 70–78.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. (2016). Investigating middle school students’ ability to develop energy as a framework for analyzing simple physical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 119–145.



Εννοιολογήσεις της γαλιλαϊκής σχετικότητας από υποψήφιους δασκάλους

Χρήστος Υφαντής, Στέφανος Ασημόπουλος

ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση των διαδικασιών διδασκαλίας και μάθησης υποψήφιων δασκάλων για βασικές έννοιες της γαλιλαϊκής κινηματικής. Στην έρευνα συμμετείχαν είκοσι δύο δευτεροετείς φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω της μεθόδου του διδακτικού πειράματος. Η ποιοτική ανάλυση των δεδομένων μέσω της συνεχούς συγκριτικής μεθόδου κατέδειξε ότι οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να διαχειριστούν τις βασικές έννοιες της γαλιλαϊκής σχετικότητας. Ωστόσο, καταγράφηκαν σημαντικές δυσκολίες στην εννοιολόγηση της έννοιας του συστήματος αναφοράς ως προς το οποίο μελετάται η κίνηση, καθώς και στην εννοιολογική κατανόηση για την ταχύτητα.

Λέξεις-κλειδιά: γαλιλαϊκή σχετικότητα, σχετικότητα, αναλλοίωτο, υποψήφιοι δάσκαλοι, διδακτικό πείραμα

Pre-service teachers' understandings of Galilean Relativity

Christos Yfantis, Stefanos Assimopoulos

Department of Primary Education, University of Thessaly

Abstract

The purpose of this study was to investigate the teaching and learning processes of pre-service teachers approaching basic concepts of Galilean kinematics. Participants were twenty-two sophomore students of the Department of Primary Education of University of Thessaly. Data obtained through the teaching experiment methodology. The qualitative analysis of data conducted by the constant comparative method of analysis showed that the participants were able to manage the basic concepts of Galilean Relativity. However, the participants encountered many difficulties in the conceptualization of the concept of frames of reference as well as in the conceptual understanding of the concept of velocity.

Keywords: galilean relativity, relativity, invariance, pre-service teachers, teaching experiment methodology



1. Εισαγωγή

Οι θεωρίες της Φυσικής του 20^{ου} αιώνα ανέτρεψαν ριζικά την κλασσική θεώρηση του κόσμου η οποία έως τότε ήταν σε μεγάλο βαθμό συμβατή με την ανθρώπινη εμπειρία (Ford 1980). Η ένταξη των θεωριών αυτών στα σύγχρονα προγράμματα των Φυσικών Επιστημών αποτελεί αντικείμενο συνεχούς διαπραγμάτευσης μεταξύ των μελών της επιστημονικής κοινότητας (Arriasseca & Greca 2012). Παρότι έχει καταγραφεί η δυνατότητα μαθητών/τριών δευτεροβάθμιας και φοιτητών/τριών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης να διαχειριστούν τις βασικές έννοιες και ιδέες της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας (Dimitriadi & Halkia 2012), δεν έχει διερευνηθεί η δυνατότητα μαθησιακής διαπραγμάτευσης προαπαιτούμενων εννοιών, όπως της γαλιλαϊκής σχετικότητας.

1.1. Βασικές έννοιες της γαλιλαϊκής σχετικότητας

Η αρχή της σχετικότητας της κίνησης υπονοείται ήδη από τη διατύπωση των νόμων της κλασσικής μηχανικής (Ford 1980, Hewitt 2009). Η αποδοχή αυτής της αρχής αναδεικνύει την ανάγκη προσδιορισμού της θέσης από την οποία παρατηρείται η κίνηση και μετρούνται τα κινηματικά μεγέθη (Klinaku 2014, Saltiel & Malgrange 1980). Η θέση αυτή η οποία κατά τη μελέτη της κίνησης θεωρείται ότι βρίσκεται σε ηρεμία, ονομάζεται σύστημα αναφοράς (Hewitt 2009).

Στο πλαίσιο της γαλιλαϊκής σχετικότητας της κίνησης, οι μετρήσεις από δύο διαφορετικά αδρανειακά συστήματα αναφοράς (ή αλλιώς διαφορετικούς παρατηρητές) συμφωνούν ως προς συγκεκριμένα μεγέθη και πτυχές ενός φαινομένου και διαφωνούν ως προς άλλα. Η διαφωνία των μετρήσεων στις όψεις ενός φαινομένου μεταξύ των διαφορετικών αδρανειακών συστημάτων αναφοράς αποδίδεται με τον όρο «σχετικότητα», ενώ η συμφωνία τους προσδιορίζεται ως «το αναλλοίωτο» των μετρήσεων (Ford 1980). Στο πλαίσιο της κινηματικής και της κλασσικής μηχανικής, στις περιοχές διαφωνίας περιλαμβάνονται η θέση του κινούμενου αντικείμενου που προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες του και η ταχύτητά του. Οι περιοχές συμφωνίας εντοπίζονται στη μέτρηση της μάζας του κινούμενου σώματος, στην επιτάχυνσή του, στις δυνάμεις που ασκούνται, στο χρόνο και στους νόμους της κίνησης.

1.2. Εναλλακτικές ιδέες για τη γαλιλαϊκή σχετικότητα

Τις τελευταίες τέσσερις και πλέον δεκαετίες, στη βιβλιογραφία της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών συναντώνται ερευνητικές προσπάθειες στις οποίες διερευνώνται οι εναλλακτικές ιδέες για βασικές έννοιες και μεγέθη της γαλιλαϊκής κινηματικής σε πληθυσμούς μαθητών/τριών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά και φοιτητές/τριες θετικών και ανθρωπιστικών σχολών. Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας καταδεικνύει ότι τα συστήματα αναφοράς για τους πληθυσμούς αυτούς, στερούνται της λειτουργικής τους αξίας και της ερμηνευτικής τους δυνατότητας για την περιγραφή και μελέτη της κίνησης (Panse et al. 1994). Ακόμη, οι χωρικές θέσεις και οι χωρικές αποστάσεις θεωρούνται ως μεγέθη ανεξάρτητα της θέσης μέτρησής τους (Ramadas et al. 1996). Η ταχύτητα αποδίδεται ως εγγενές, εσωτερικό χαρακτηριστικό του εκάστοτε κινητού, περιγραφόμενο με δυναμικούς όρους περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο την ανάγκη για τον προσδιορισμό και τη μέτρηση των μεγεθών που απαιτούνται για τον υπολογισμό της (Ramadas et al. 1996). Γίνεται συνεπώς, εμφανές ότι η μελέτη και η περιγραφή της κίνησης υλοποιείται στη βάση ενός γεωμετρικού χώρου ο οποίος αποτελεί το απόλυτο σύστημα αναφοράς και δυναμικών ερμηνευτικών πλαισίων περιγραφής της κίνησης και της ταχύτητας. Τα εννοιολογικά πλαίσια ερμηνείας της κίνησης που σκιαγραφούνται από τις εναλλακτικές ιδέες ουσιαστικά αντιβαίνουν την ίδια την αρχή της σχετικότητας της κίνησης.



1.3. Διατύπωση του ερευνητικού σκοπού

Η υπάρχουσα ερευνητική βιβλιογραφία στη θεματική αυτή σκιαγραφεί επαρκώς τις αρχικές ιδέες μαθητών/τριών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και φοιτητών/τριών στην προσέγγιση της σχετικότητας της κίνησης. Στην παρούσα έρευνα, κεφαλαιοποιώντας αφενός την έρευνα για τις εναλλακτικές ιδέες και αφετέρου τις ερευνητικά τεκμηριωμένες προτάσεις για τη διδασκαλία της θεματικής της γαλιλαϊκής κινηματικής, επιχειρείται η διερεύνηση των διαδικασιών διδασκαλίας και μάθησης υποψήφιων εκπαιδευτικών για τις έννοιες του χρόνου, του χώρου και της ταχύτητας στο πλαίσιο της γαλιλαϊκής σχετικότητας. Πιο συγκεκριμένα, ως βασικός σκοπός της έρευνας τέθηκε: α) η μελέτη της ανάπτυξης των ιδεών των φοιτητών, β) η αποτύπωση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν στην προσπάθεια χειρισμού των επιμέρους εννοιών, καθώς και γ) η καταγραφή των τρόπων με τους οποίους επιχειρούν να ανταποκριθούν στις δυσκολίες αυτές.

2. Μεθοδολογία

2.1. Ερευνητικός σχεδιασμός

Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται μια πληθώρα μεθόδων και επιμέρους μεθοδολογιών οι οποίες υποστηρίζουν την διερεύνηση των εννοιολογήσεων και των διαδικασιών μάθησης, η θεωρητική βάση των οποίων κυρίως εντοπίζεται στην ποιοτική έρευνα (Komorek & Duit 2004). Στην παρούσα έρευνα, η αναγκαιότητα ολιστικής θέασης τόσο της ανάπτυξης της μάθησης των φοιτητών/τριών, όσο και της εξέλιξης του διδακτικού πλαισίου οδήγησε στην επιλογή του διδακτικού πειράματος (teaching experiment) ως εργαλείου συλλογής των δεδομένων (Molina et al. 2007). Οι δυσκολίες εντοπισμού υποψηφίων για συμμετοχή σε περισσότερες της μιας διδακτικής συνάντησης οδήγησε στην επιλογή της πολλαπλής εφαρμογής ενός κύκλου του διδακτικού πειράματος με την υλοποίηση μιας δίωρης διδακτικής συνάντησης για το κάθε ζευγάρι συμμετεχόντων.

Οι συναντήσεις του διδακτικού πειράματος υλοποιήθηκαν με τη συμμετοχή είκοσι δύο δευτεροετών προπτυχιακών φοιτητριών και φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2015-2016. Οι περιορισμένες δυνατότητες πρόσβασης σε μέλη του πληθυσμού οδήγησαν στην επιλογή της βολικής δειγματοληψίας ως μεθόδου επιλογής του δείγματος (Cohen et al. 2007). Η συγκρότηση των εταιρικών ομάδων οργανώθηκε βάσει της διαθεσιμότητας των συμμετεχόντων για την παρουσία τους στις συναντήσεις. Στις διδακτικές συναντήσεις ακόμη, συμμετείχαν ο πρώτος συγγραφέας της παρούσας έρευνας ως ερευνητής-εκπαιδευτικός και εκ παραδρομής ένας εκ των τεσσάρων εξωτερικών ερευνητών (δύο μεταπτυχιακοί φοιτητές και δύο υποψήφιοι διδάκτορες) ως μη συμμετοχικός παρατηρητής. Οι συναντήσεις μαγνητοσκοπούνταν ύστερα από την έγκαιρη ενημέρωση και τη σαφή δήλωση της συμφωνίας όλων των συμμετεχόντων.

2.2. Κατάρτιση του διδακτικού υλικού

Το προσχέδιο του διδακτικού υλικού των συναντήσεων καταρτίστηκε βάσει: α) των αρχών σχεδιασμού εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προώθησης της εννοιολογικής αλλαγής (Vosniadou et al. 2001), β) των κατευθύνσεων των προηγούμενων ερευνών ως προς την κατασκευή του διδακτικού υλικού (Bowden et al. 1992, McDermott 2009, Saltiel & Malgrange 1980) και γ) των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων των ερευνών αναφορικά με τις εναλλακτικές ιδέες για τις υπό διαπραγμάτευση έννοιες. Οι επιμέρους μεθοδολογικού χαρακτήρα επιλογές, όπως η αξιοποίηση ερωτημάτων πρόβλεψης,



ατομικής επεξήγησης και γενίκευσης επιλέχθηκαν βάσει της αξιοποίησής τους σε προηγούμενες εφαρμογές του διδακτικού πειράματος στην έρευνα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Komorek & Duit 2004). Η αρχική αυτή εκδοχή του διδακτικού υλικού αξιολογήθηκε από δύο ερευνητές (οι οποίοι στη συνέχεια συμμετείχαν στην έρευνα ως παρατηρητές) ως προς την επιστημονική του εγκυρότητα, την πληρότητα της κάλυψης του περιεχομένου της επιλεγθείσας θεματικής, καθώς και ως προς την αντιστοιχία των δραστηριοτήτων με το επιστημονικό περιεχόμενο της ευρύτερης θεματικής. Στην τελική εκδοχή του διδακτικού υλικού ελήφθησαν υπόψη τόσο η κρίση των δύο ερευνητών, όσο και τα αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής του υλικού σε ζευγάρι φοιτητριών. Η ανάλυση της πιλοτικής εφαρμογής ανέδειξε ζητήματα που αφορούσαν κυρίως την ανάγκη περιορισμού του αριθμού και της έκτασης των δραστηριοτήτων.

Σε κάθε συνάντηση γινόταν διαπραγμάτευση πέντε δραστηριοτήτων στις οποίες δίνονταν οι στιγμιαίες θέσεις κινητών σε 2 ή 3 διαφορετικές χρονικές στιγμές. Τα κινητά κινούνταν στο ίδιο επίπεδο με παράλληλους φορείς κίνησης και σταθερές ταχύτητες ως προς το έδαφος (Εικόνα 1). Οι συμμετέχοντες καλούνταν:

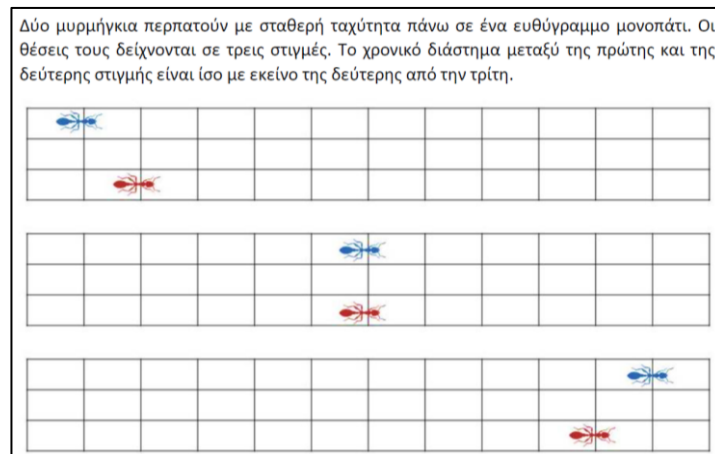
- α) να συζητήσουν τη συμφωνία ή τη διαφοροποίηση της μέτρησης ενός προκαθορισμένου χρονικού διαστήματος μετρημένου από συγκεκριμένο παρατηρητή ως προς τις μετρήσεις του ίδιου χρονικού διαστήματος από άλλους παρατηρητές,
- β) να προσδιορίσουν τις αποστάσεις που μετακινήθηκε κάθε κινητό ως προς τους διαφορετικούς παρατηρητές μεταξύ συγκεκριμένων χρονικών στιγμών,
- γ) να συζητήσουν τη συμφωνία ή τη διαφοροποίηση των αποστάσεων μετακίνησης του κάθε κινητού όπως αυτές μετρήθηκαν από τους διαφορετικούς παρατηρητές κατά το προηγούμενο βήμα,
- δ) να υπολογίσουν τις ταχύτητες κάθε κινητού ως προς τους διαφορετικούς παρατηρητές και
- ε) να συζητήσουν τη συμφωνία ή τη διαφοροποίηση των μετρήσεων των παρατηρητών για τις ταχύτητες που υπολόγισαν.

2.3. Ανάλυση των δεδομένων

Οι βιντεοσκοπήσεις των έντεκα διδακτικών συναντήσεων απομαγνητοφωνήθηκαν αυτολεξεί. Η ανάλυση τους, μαζί με την ανάλυση των ελεύθερων σημειώσεων των εξωτερικών ερευνητών-παρατηρητών, των σημειώσεων του ημερολογίου του ερευνητή-εκπαιδευτικού και των σημειώσεων των συμμετεχόντων πάνω στα φωτοαντίγραφα του διδακτικού υλικού, υλοποιήθηκε βάσει της συνεχούς συγκριτικής μεθόδου (constant comparative method of data analysis) (Merriam 2009). Βασικός σκοπός της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι ο εντοπισμός και η διασύνδεση των κανονικοτήτων που μπορούν να αναδειχθούν μέσω της εφαρμογής της. Συνοπτικά, η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τη συγκριτική αντιπαραβολή αυτόνομων μερών των δεδομένων με κριτήριο την ομοιότητα ή τη διαφοροποίησή τους και τη συγκρότηση «ομάδων» δεδομένων στη βάση της κοινής τους διάστασης. Εν συνεχεία, η κοινή διάσταση ονοματοδοτείται και μετατρέπεται σε κατηγορία. Η βασική αυτή διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων ολοκληρώνεται με τον καθορισμό των αριθμών των κατηγοριών, αλλά και τον προσδιορισμό του τρόπου συμπερίληψης των δεδομένων στις κατηγορίες.



Εικόνα 1: Παράδειγμα δραστηριότητας των διδακτικών συναντήσεων.



3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που παρατίθενται παρακάτω παρουσιάζονται με βάση τη σειρά με την οποία εμφανίστηκαν οι έννοιες στη διδακτική αλληλουχία. Η σειρά προσέγγισης των εννοιών βασίστηκε στη σειρά με την οποία συνήθως παρουσιάζονται οι έννοιες στα σχολικά εγχειρίδια αλλά και σε συγγράμματα που απευθύνονται σε φοιτητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

3.1. Τα αποτελέσματα για τον χρόνο

Αρχικά, όσον αφορά στο αναλλοίωτο του χρόνου, η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων υποστήριξε σαφώς ή/και έμμεσα την αμεταβλητότητα των χρονικών διαστημάτων μετρημένα από τους διαφορετικούς παρατηρητές. Οι αναφορές στην ταύτιση των μετρήσεων των χρονικών διαστημάτων καταδεικνύουν ως κυρίαρχουσα ιδέα το αναλλοίωτο του χρόνου. Οι πιθανές διαφοροποιήσεις στις μετρήσεις που αναφέρθηκαν από περίπου το ένα τρίτο των συμμετεχόντων αποδόθηκαν σε λάθη κατά τη διαδικασία της μέτρησης του χρονικού διαστήματος. Ως κύριοι παράγοντες που οδήγησαν στα λάθη αυτά προσδιορίστηκαν οι επιδράσεις των αντιληπτικών και αισθητηριακών χαρακτηριστικών του παρατηρητή που δυσχέραναν την ορθή υλοποίηση της μέτρησης (Βινιέτα 1). Το σημείο αυτό υπογραμμίζει την προβληματική της συζήτησης για τα συστήματα αναφοράς υιοθετώντας τη λέξη «παρατηρητής».

Βινιέτα 1

Ερευνητής: Τα πενήντα δευτερόλεπτα θα τα μετρούσε και ο ακίνητος παρατηρητής στο λιμάνι ή θα μετρούσε ένα χρόνο διαφορετικό; (...)

Συμμετέχουσα 2B: Εγώ πιστεύω θα είναι το ίδιο. Δεν λαμβάνω υπόψη μου καν ότι κινείται το καράβι. Σκέφτομαι ότι ίσως επειδή είναι μακριά να φαίνεται πιο μικρό και αυτό επηρέαζε, αλλά δεν νομίζω. Νομίζω τον ίδιο χρόνο.



Η συζήτηση για την υλοποίηση της διαδικασίας της μέτρησης με τα κατάλληλα όργανα οδήγησε στη συμφωνία της μέτρησης του χρονικού διαστήματος από τους διαφορετικούς παρατηρητές. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων είναι ενδεικτικές της εννοιολόγησης του χρόνου ως μέγεθος ανεξάρτητο του συστήματος αναφοράς από το οποίο υλοποιείται η μέτρηση, εννοιολόγηση που συμβαδίζει με τη θεώρηση του χρόνου στο πλαίσιο της καθημερινότητας.

3.2. Τα αποτελέσματα για τον χώρο

Τα ζευγάρια των συμμετεχόντων της παρούσας έρευνας κλήθηκαν σε όλες τις δραστηριότητες να προσδιορίσουν με ποιοτικούς όρους τις αποστάσεις που μετακινήθηκαν κινητά από τους διαφορετικούς παρατηρητές μεταξύ συγκεκριμένων χρονικών διαστημάτων. Σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες αντιμετώπισαν σημαντικές δυσκολίες ακόμη και στον προσδιορισμό των στιγμιαίων θέσεων των κινητών από τα διαφορετικά συστήματα αναφοράς, καθώς οι θέσεις των κινητών κυρίως προσδιορίζονταν από το σύστημα αναφοράς του παρατηρητή στο έδαφος. Συνακόλουθα, σημαντικές δυσκολίες καταγράφηκαν και ως προς τον προσδιορισμό της απόστασης την οποία μετακινήθηκε ένα κινητό ως προς τα διαφορετικά σύστημα αναφοράς μεταξύ δύο συγκεκριμένων χρονικών στιγμών. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων συχνά περιορίζονταν σε αποστάσεις χωρίς όμως να συνοδεύονται από την κατάλληλη (άτυπη) μονάδα μέτρησης αλλά ούτε και από τον παρατηρητή από τον οποίο μετρήθηκε η απόσταση.

Η υπέρβαση των δυσκολιών αυτών επιχειρήθηκε από την πλευρά των συμμετεχόντων με την μετατροπή της σχετικής κίνησης σε απλή, «εξαλείφοντας» δηλαδή το κινούμενο σύστημα αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, η καθοδήγηση στην αναγνώριση των στιγμιαίων θέσεων των κινητών από τους διαφορετικούς παρατηρητές υποστήριξε τον προσδιορισμό των αποστάσεων που μετακινήθηκαν τα κινητά με το πέρασμα των χρονικών διαστημάτων μελέτης της κίνησης.

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων αναγνώρισε τη διαφοροποίηση των μετρήσεων της απόστασης μεταξύ των διαφορετικών παρατηρητών και επιβεβαίωσε τη «σχετικότητα» τους. Παράδειγμα αυτού, αποτελεί το παρακάτω απόσπασμα (Βινιέτα 2). Μάλιστα οι μισοί περίπου κατάφεραν να προσδιορίσουν τη μέτρηση από έναν παρατηρητή συναρτήσει της μέτρησης από έναν δεύτερο παρατηρητή. Υποστηρίχθηκε ωστόσο, ότι προϋπόθεση για την ισοδυναμία των παρατηρητών στη μελέτη της κίνησης είναι ο ρητός προσδιορισμός και η αναφορά του παρατηρητή από τον οποίο υλοποιήθηκε η κάθε μέτρηση.

Βινιέτα 2

Συμμετέχουσα 7B: Κανονικά ο καθένας θα έλεγε τη δική του απόσταση, απλώς τώρα αν το πήγαιναν στο θέμα της φυσικής, ότι δεν είναι όπως τα βλέπουν τα πράγματα, θα είχαν διαφορετική άποψη.

Ερευνητής: Τι εννοείς δεν είναι όπως τα βλέπουν;

Συμμετέχουσα 7B: Όχι, εντάξει. Αυτός θα έλεγε ότι έκανε εκατό μέτρα και ο άλλος ένα άλλο νούμερο. Εν των μεταξύ, αν το δούμε από τη σκοπιά της φυσικής ότι, και οι δύο έχουν εν μέρει δίκιο με τον τρόπο που μελέτησαν το φαινόμενο.



3.3. Τα αποτελέσματα για την ταχύτητα

Η διαπραγμάτευση της έννοιας της ταχύτητας ενός κινητού με αφορμή τον υπολογισμό της ως προς τους διαφορετικούς παρατηρητές ανέδειξε σημαντικές δυσκολίες στην οικοδόμηση της έννοιας και απουσία ολοκληρωμένης εννοιολογικής κατανόησης. Η κατανόηση των συμμετεχόντων για την ταχύτητα περιορίστηκε στην ανάκληση και το φορμαλιστικό χειρισμό συγκεκριμένων πληροφοριών για τα σχετιζόμενα μεγέθη. Επιπρόσθετα, τα θολά εννοιολογικά όρια μεταξύ της απόστασης και της ταχύτητας, δηλαδή η αναφορά σε ταχύτητες με την εξάλειψη του παράγοντα χρόνου και τον χειρισμό τους ως αποστάσεις, δυσχέρανε τη συζήτηση για τον υπολογισμό της ταχύτητας ως προς τους διαφορετικούς παρατηρητές ακόμη και στις περιπτώσεις της απλής κίνησης. Ο υπολογισμός των ταχυτήτων κατέστη δυνατός ύστερα από την διδακτική εισαγωγή του όρου.

Ύστερα από τον υπολογισμό των ταχυτήτων από τους διαφορετικούς παρατηρητές οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν τη «σχετικότητα» των μετρήσεων μεταξύ των διαφορετικών παρατηρητών (Βινιέτα 3). Ωστόσο, όπως και στην περίπτωση της σχετικής ταχύτητας, έθεταν ως προϋπόθεση αποδοχής της αρχής της σχετικότητας της ταχύτητας τον σαφή προσδιορισμό του συστήματος υπολογισμού της.

Βινιέτα 3

Ερευνητής: Άρα έχουμε βρει τώρα τρεις διαφορετικές ταχύτητες για τον πράσινο. Είναι ίδιες αριθμητικά; Συμμετέχουσα 9B: Όχι.

Ερευνητής: Θα μπορούσαν να συνεννοηθούν για τις μετρήσεις τους; Είναι σωστοί υπολογισμοί.

Συμμετέχουσα 9B: Ε, ναι, γιατί κάθε φορά αλλάζουμε το σημείο αναφοράς.

Ερευνητής: Είναι ισοδύναμες οι μετρήσεις;

Συμμετέχουσα 9A: Ναι!

Συμμετέχουσα 9B: Ναι!

Συμμετέχουσα 9B: Αφού θα καθορίζαμε ως προς τι, γιατί όχι;

Συνοπτικά, κοινός τόπος για τους συμμετέχοντες φαίνεται να είναι η ιδέα περί του αναλλοίωτου του χρόνου. Προβληματική βέβαια καταγράφεται και η χρήση του όρου «παρατηρητής» αφού η χρήση του στην καθημερινότητα αποδίδει εκείνον που «βλέπει με προσοχή» (Τεγόπουλος-Φυτράκης Ελληνικό Λεξικό 1999), εμπλέκοντας την προσωπική-υποκειμενική αντιληπτική του ικανότητα. Οι συμμετέχοντες αντιμετώπισαν σημαντικές δυσκολίες στον προσδιορισμό των στιγμιαίων θέσεων των κινητών, αλλά και των αποστάσεων που μετακινήθηκαν αυτά σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και από συγκεκριμένους παρατηρητές, κυρίως λόγω των αρχικών τους ιδεών περί ενός απόλυτου συστήματος αναφοράς, συνηθέστερα του εδάφους. Ακόμη, καταγράφηκαν σημαντικές δυσκολίες και ως προς την εννοιολόγηση της ταχύτητας ως ρυθμός μεταβολής της θέσης στη μονάδα του χρόνου, όπως αυτή μετρείται σε ένα δεδομένο σύστημα συντεταγμένων. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν την ορθότητα των μετρήσεων των αποστάσεων και την ορθότητα του υπολογισμού των ταχυτήτων από τους διαφορετικούς παρατηρητές και συμφώνησαν ως προς την ισοδυναμία των διαφορετικών παρατηρητών. Παρά ταύτα, στις αιτιολογήσεις τους υποβόσκουν ακόμη οι προ-γαλιλαϊκές ιδέες για την κίνηση.



4. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η αποτύπωση της μαθησιακής πορείας φοιτητών κατά τη διαπραγμάτευση των σχετικών κινήσεων στο πλαίσιο της γαλιλαϊκής κινηματικής. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι συμμετέχοντες είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και ως ένα βαθμό να διαχειριστούν τη σχετικότητα των μετρήσεων της απόστασης και της ταχύτητας κινητών μετρημένες από διαφορετικά αδρανειακά συστήματα αναφοράς. Συνεπώς, υποστηρίζεται η υπό προϋποθέσεις δυνατότητα μαθησιακής διαπραγμάτευσης των εννοιών της γαλιλαϊκής σχετικότητας από υποψήφιους/ιες εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ωστόσο, ο βαθμός και η έκταση της εφαρμογής της αρχής της σχετικότητας της κίνησης στα διάφορα πλαίσια προτείνεται να διερευνηθεί σε μελλοντική ερευνητική προσπάθεια.

Μια εκ των προϋποθέσεων αφορά στην εισαγωγή της έννοιας του συστήματος αναφοράς μέτρησης των κινηματικών μεγεθών και της αναγκαιότητας του συνεχούς και συνεπούς προσδιορισμού του συστήματος για κάθε μέτρηση (Joshua et al. 2015). Η ανάλυση των απομαγνητοφωνήσεων των διδακτικών συναντήσεων κατέδειξε ότι αρχικά οι φοιτητές/τριες διαχειρίζονται τις μετρήσεις του χώρου και της ταχύτητας ως απόλυτα μεγέθη μετρημένα από ένα απόλυτο σύστημα αναφοράς, εύρημα που συμφωνεί με την υπάρχουσα έρευνα για τις εναλλακτικές ιδέες. Παρότι όμως, οι συμμετέχοντες της παρούσας έρευνας αναγνώρισαν την ανάγκη για τον προσδιορισμό του συστήματος αναφοράς μελέτης της κίνησης και την έθεσαν ως προϋπόθεση για την αποδοχή της ιδέας της σχετικότητας των μετρήσεων δεν προσδιόριζαν με συνέπεια το σύστημα αναφοράς της κάθε μέτρησης. Η απουσία συνέπειας στον προσδιορισμό του παρατηρητή υπογραμμίζει την ανθεκτικότητα των προ-γαλιλαϊκών ιδεών για την κίνηση ακόμη και ύστερα από διδακτική παρέμβαση, καθώς και την απουσία της λειτουργικότητας και της ερμηνευτικής δυνατότητας των συστημάτων αναφοράς για την περιγραφή και τη μελέτη της κίνησης (Pansse et al. 1994). Για τον λόγο αυτό, προτείνεται η διερεύνηση της μαθησιακής διαπραγμάτευσης των συστημάτων αναφοράς αυτών καθαυτών σε μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες.

Προτείνεται ακόμη, και η προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης της ταχύτητας. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν αρκετές εννοιολογικές δυσκολίες στην προσέγγιση της έννοιας της ταχύτητας ακόμη και στο πλαίσιο της απλής κίνησης, δηλαδή της κίνησης ενός κινητού ως προς ένα σύστημα αναφοράς. Στις απαντήσεις των συμμετεχόντων διατυπώνονταν με σαφήνεια ή υπονοούνταν πολλαπλά ερμηνευτικά πλαίσια για την ταχύτητα τα οποία συνάδουν με τις προ-γαλιλαϊκές ιδέες περί της ταχύτητας και της κίνησης ως μόνιμες και εγγενείς φυσικές ιδιότητες των υλικών σωμάτων (Saltiel & Malgrange 1980). Η διαπίστωση αυτή ενισχύεται τόσο από την απουσία αναγνώρισης των αναγκαίων μεγεθών υπολογισμού της ταχύτητας και των σχέσεων μεταξύ τους, όσο και από τη μελέτη των σχετικών ταχυτήτων με χωρικά κριτήρια, όπως οι στιγμιαίες θέσεις των κινητών ως ένδειξη για το μέτρο των «σχετικών» ταχυτήτων (ως προς το σύστημα αναφοράς του εδάφους).

5. Βιβλιογραφία

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας, Νέα συμπληρωμένη και αναθεωρημένη έκδοση*. (Κυρανάκης, Σ., Μαυράκη, Μ., Μητσοπούλου, Χ., Μπιθάρα, Π., & Φιλοπούλου, Μ., Μετ.). Αθήνα: Μεταίχμιο.



Ford, K. W. (1980). *Κλασική και σύγχρονη φυσική*. [Classical and modern physics, volume 3, A textbook for students of science and engineering.] (Γ. Θεοδώρου, & Α. Θεοδώρου, Μετ.). Έκδοση Γ. Πνευματικού: Αθήνα.

Hewitt, P. G. (2009). *Οι έννοιες της Φυσικής*. (Παπαδόγγονας, Γ., Επιμ.). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Τεγόπουλου-Φυτράκη Ελληνικό λεξικό. (1999). Αθήνα: Τεγόπουλος- Φυτράκης.

Arriasecq, I. & Greca, I. M. (2012). A teaching-learning sequence for the Special Relativity Theory at high school level historically and epistemologically contextualized. *Science & Education*, 21, 827-851.

Bowden, J., Dall'Alba, G., Martin, E., Laurillard, D., Marton, F., Masters, G., Ramsden, P., Stephanou, A., & Walsh, E. (1992). Displacement, velocity, and frames of reference: phenomenographic studies of students' understanding and some implications for teaching and assessment. *American Journal of Physics*, 60 (3), 262-269.

Dimitriadi, K., & Halkia, K. (2012). Secondary students' understanding of basic ideas of special relativity. *International Journal of Science Education*, 34 (16), 2565-2582.

Joshua, S., Musgrave, S., Hatfield, N., & Thompson, P. (2015). Conceptualizing and reasoning with frames of reference. Proceedings of the 18th Meeting of the MAA Special Interest Group on Research in Undergraduate Mathematics Education, Pittsburgh, PA, RUME.

Klinaku, S. (2014). Condition for the existence of relative motion. *Physics Essays*, 27 (4), 511-514.

Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26, (5), 619-633.

McDermott, L. (1997). Students' conceptions and problem solving in mechanics. Στο A. Tiberghien, E. L. Jossem, & J. Barojas (Επιμ.), *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education: an I.C.P.E. book*. OH: ICPE Books.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research: A guide to design and implementation*. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass.

Molina, M., Castro, E., & Castro, E. (2007). Teaching experiments within design research. *The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*, 2 (4), 435-440.

Panse, S., Ramadas, J., & Kumar, A. (1994). Alternative conceptions in Galilean relativity: frames of reference. *International Journal of Science Education*, 16 (1), 63-82.

Ramadas, J., Barve, S., & Kumar, A. (1996b). Alternative conception in Galilean relativity: inertial and non-inertial observers. *International Journal of Science Education*, 18 (5), 615-619.

Saltiel, E., & Malgrange, J. L. (1980). "Spontaneous" ways of reasoning in elementary kinematics. *American Journal of Physics*, 1, 73-80.

Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.



Διδασκαλία των νόμων του Νεύτωνα με χρήση της αντίστροφης τάξης: μια μελέτη περίπτωσης

Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η αντίστροφη τάξη αποτελεί μια πρακτική διδασκαλίας που συνδυάζει στοιχεία εξ αποστάσεως και δια ζώσης διδασκαλίας, κατά την οποία η «παράδοση» του μαθήματος μεταφέρεται εκτός τάξης, κυρίως μέσω βίντεο που παρακολουθεί ο μαθητής. Ελευθερώνεται έτσι διδακτικός χρόνος, ώστε να ακολουθηθεί στην τάξη μια διαφοροποιημένη διδακτική προσέγγιση. Η παρούσα έρευνα επιχειρεί να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα της αντίστροφης τάξης στη διδασκαλία των νόμων του Νεύτωνα σε μαθητές Α΄ Λυκείου, μέσω ενός ψευδοπειραματικού σχεδιασμού με pre και post test, με τη χρήση του ερωτηματολογίου IBCM (Inventory of Basic Conceptions – Mechanics).

Λέξεις-κλειδιά: Αντίστροφη Τάξη, Λύκειο, Νόμοι του Νεύτωνα, Inventory of Basic Concept Mechanics

Teaching Newton's laws using the flipped classroom: a case study

Konstantinos Chalkiadakis, Michail Kalogiannakis

University of Crete, Department of Preschool Education

Abstract

Flipped classroom is an instruction model that combines elements from both direct instruction and online learning. In this approach teacher's lecture is transferred out of the classroom, by getting students to watch online videos. Thus, there is more free teaching time, so as to allow differentiated instructional approach to be used inside the classroom. The current study is trying to investigate the efficacy of this model for teaching Newtons laws to 16 year-old students of Lyceum, by applying a quasi-experimental design with a pre and post test using IBCM (Inventory of Basic Conceptions - Mechanics) questionnaire.

Keywords: flipped classroom, Lyceum, Newton's Laws, Inventory of Basic Concept Mechanics



1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται όλο και περισσότερο μια διδακτική πρακτική που συνδυάζει στοιχεία εξ αποστάσεως και πρόσωπο με πρόσωπο εκπαίδευσης, γνωστή με τον όρο αντίστροφη ή αντεστραμμένη τάξη (Α.Τ.). Σύμφωνα με τους Bishop & Verleger (2013, p.5) “ ... μέσα στην τάξη πραγματοποιούνται διαδραστικές, συνεργατικές δραστηριότητες, ενώ εκτός τάξης παρέχεται άμεση εξατομικευμένη διδασκαλία υποστηριζόμενη από υπολογιστή.”. Τις περισσότερες φορές αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής στον δικό του χώρο και χρόνο παρακολουθεί video με διαλέξεις του εκπαιδευτικού ή άλλης πηγής (DeLozier & Rhodes, 2017).

Στην παραδοσιακή διδασκαλία συχνά αφιερώνεται πολύτιμος διδακτικός χρόνος για την επίτευξη των χαμηλότερων διδακτικών στόχων, οι οποίοι σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινόμια εκπαιδευτικών στόχων του Bloom (Anderson & Krathwol, 2001) είναι: θυμάμαι και κατανοώ. Αντίθετα, στην αντίστροφη τάξη ο διαθέσιμος διδακτικός χρόνος είναι μεγαλύτερος και έτσι ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να αφιερώσει ένα μέρος του στην επίτευξη υψηλότερων στόχων (εφαρμοζώ, αναλύω κ.λ.π).

Θεωρητικό πλαίσιο

Το μοντέλο διδασκαλίας που παραδοσιακά εφαρμόζεται στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση συνοψίζεται στα

α) Εντός της σχολικής τάξης, κατά την ώρα διδασκαλίας, ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τις νέες γνώσεις (συχνά υπό μορφή διάλεξης), αναθέτει εργασίες που αποσκοπούν στην κατανόηση.

β) Εκτός της σχολικής τάξης και εκτός ωρών διδασκαλίας ο μαθητής μελετά το μάθημα (συνήθως από το σχολικό βιβλίο) και επεξεργάζεται, μόνος του, τις εργασίες που του έχουν ανατεθεί.

Η διδασκαλία αυτού του τύπου είναι κατά κανόνα δασκαλοκεντρική και στηρίζεται στη λογική ότι ο εκπαιδευτικός ως φορέας των γνώσεων, έχει στόχο να μεταφέρει τις γνώσεις που ο ίδιος διαθέτει στο μυαλό των μαθητών του.

Μετά την δεκαετία του 1980, αυτό το μοντέλο διδασκαλίας αμφισβητήθηκε, από το κυρίαρχο σήμερα παράδειγμα στις θεωρίες μάθησης, τον εποικοδομισμό. Αν και υπάρχουν πολλές αποχρώσεις του εποικοδομισμού ο “σκληρός πυρήνας” των παραδοχών του, που σχετίζεται με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να συμπυκνωθεί στις επόμενες παραδοχές:

1. Η μάθηση στις Φ.Ε είναι μια ενεργητική διαδικασία οικοδόμησης προσωπικής γνώσης.
2. Οι μαθητές έρχονται με προϋπάρχουσες ιδέες πάνω σε πληθώρα φυσικών φαινομένων.
3. Οι προϋπάρχουσες ιδέες επηρεάζουν τη μάθηση των Φ.Ε και πρέπει να ληφθούν υπόψη ώστε η διδασκαλία να είναι αποτελεσματικότερη.
4. Η γνώσεις αναπαρίστανται σαν νοητικές κατασκευές οι οποίες, ανάμεσα σε διαφορετικά άτομα, παρουσιάζουν ομοιότητες αλλά και διαφορές που οφείλονται στην ιδιοσυγκρασία τους.
5. Οι νοητικές κατασκευές είναι δυνατόν να μοντελοποιηθούν.

Προσαρμογή από (Taber, 2009 σ. 123),

Στις παραπάνω παραδοχές θα πρέπει να προσθέσουμε και την “κοινωνικο-πολιτισμική συνιστώσα” της απόκτησης της γνώσης που απορρέει από τις εργασίες του Vygotsky και που μπορεί αδρά να



περιγραφεί ως εξής: Η απόκτηση της γνώσης δεν συμβαίνει εκτός κοινωνικού περιβάλλοντος αλλά μέσα σ' αυτό, η μάθηση περιγράφεται σαν την αποδοχή από μέρους του ατόμου των αντιλήψεων, παραδοχών και συμβάσεων της κοινωνικής ομάδας στην οποία ανήκει.

Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών, δεν βρίσκονται σε συμφωνία με τις επιστημονικές θεωρίες και αποτελούν σημαντικό εμπόδιο το οποίο πρέπει να ξεπεραστεί. Για να συμβεί αυτό πρέπει να τροποποιηθεί η νοητική δομή που έχει οικοδομήσει ο μαθητής σε μια διαδικασία που ονομάζεται εννοιολογική αλλαγή (Vosniadou et al 2001). Η εννοιολογική αλλαγή δεν συμβαίνει αυτόματα με την παρουσίαση νέων πληροφοριών από τον εκπαιδευτικό αλλά απαιτεί συνειδητή προσπάθεια από τον εκπαιδευόμενο και όταν συμβεί δεν είναι σίγουρο ότι θα έχει διάρκεια, καθώς οι προϋπάρχουσες απόψεις τείνουν να επανέλθουν.

Η κλασική μηχανική αποτελεί ένα επιστημονικό ερμηνευτικό πλαίσιο για φαινόμενα της καθημερινότητας. Όμως οι μαθητές έχουν, ξεκινώντας από την βρεφική ηλικία μέχρι τη στιγμή που φτάνουν στο σχολείο, αναπτύξει ένα σύνολο ιδεών που περιγράφουν και ερμηνεύουν αυτά τα φαινόμενα (Taber, 2011). Οι έρευνες δείχνουν ότι σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των μαθητών η διδασκαλία δεν προκαλεί εννοιολογική αλλαγή ή προκαλεί υβριδικές νοητικές κατασκευές που αναμιγνύουν τις επιστημονικές θεωρίες με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών (Vosniadou et al, 2001). Εναλλακτικές απόψεις βρέθηκε ότι επικρατούν ακόμη και σε φοιτητές που έχουν εισαχθεί σε θετικές σχολές μετά από ιδιαίτερα ανταγωνιστικές εξετάσεις και έχοντας παρακολουθήσει ανεβασμένου επιπέδου μαθήματα Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. (Stylos, Evangelaki, & Kotsis, 2010). Αλλά και... σε απόφοιτους του MIT μη Νευτώνειες αντιλήψεις όμοιες με εκείνες παιδιών του Δημοτικού... (DiSessa, 1987 p.348)

Ερευνητές κατά τη δεκαετία του 1980 αναζήτησαν τις κοινές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και με βάση αυτές δημιουργήθηκαν εργαλεία γνωστά σαν concept inventories που χρησιμοποιούνται για να καταγράψουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις μιας ομάδας μαθητών σε ένα θέμα. Τα εργαλεία αυτά είναι ερωτηματολόγια πολλαπλών επιλογών που στη θέση των λανθασμένων επιλογών χρησιμοποιούν τις πιο κοινές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στο θέμα που διαπραγματεύονται. Το πρώτο από τα inventories που θεωρείται ότι είναι και το πρότυπο όλων των υπολοίπων είναι το FCI (Force Concept Inventory)(Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992). Το εργαλείο FCI αν και έχει δεχθεί κριτικές κυρίως γιατί δεν μπορεί να διακρίνει άλλες εναλλακτικές ιδέες πέρα από αυτές που εμπεριέχει καθώς οι ερωτήσεις του είναι κλειστού τύπου, θεωρείται ότι μπορεί να μετρήσει αξιόπιστα την μεταβολή στην κατανόηση των θεμελιωδών εννοιών της μηχανικής, άρα και την πρόοδο του μαθητή, όταν χρησιμοποιείται τόσο σαν pre-test όσο και σαν post-test.

Οι θέσεις του εποικοδομισμού επηρέασαν τα αναλυτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε πολλές χώρες του κόσμου. Δεν συνέβη το ίδιο και στην Ελλάδα που, εκτός των βαρύγδουπων διατυπώσεων στα εισαγωγικά σχόλια των προγραμμάτων σπουδών, λίγα πράγματα πέρασαν στην σχολική πράξη.

Η εμπειρία από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα είναι μάλλον απογοητευτική (Μαυρουδή, Παπαγεωργίου, 2011). Όπως επισημαίνει η Κωνσταντίνα Κουτρομπά (Koutrouba, K., 2012) το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, παρά τις διεθνείς προσπάθειες για την εφαρμογή αποτελεσματικότερων μορφών διδασκαλίας, παραμένει συντηρητικό και άκαμπτο. Τα αναλυτικά προγράμματα δεν αφήνουν περιθώρια καινοτομικών προσπαθειών. Πολύ συχνά το επιχείρημα ότι η διδακτέα ύλη είναι πιεστική και ότι οι εποικοδομικού τύπου διδασκαλίες απαιτούν περισσότερο χρόνο, δικαιολογεί την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική διδασκαλία σαν τη μόνη επιλογή.



Η πρακτική της αντίστροφης τάξης

Η εφαρμογή της Α.Τ θα μπορούσε να αποτελέσει μια εναλλακτική πρόταση, αφήνοντας την παρακολούθηση της άμεσης διδασκαλίας στον ίδιο τον μαθητή, απελευθερώνοντας έτσι πολύτιμο χρόνο μέσα στην τάξη για ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες οι οποίες προωθούν την ενεργό συμμετοχή του μαθητή και μετατρέπουν τον διδάσκοντα σε καθοδηγητή στην εκπαιδευτική διαδικασία (O'Flaherty & Phillips 2015).

Ο Hake (1998) σε μια μετα-ανάλυση εμπειρικών ερευνών που περιελάμβαναν 6000 σπουδαστές, διαπιστώνει ότι οι εκπαιδευτικές μέθοδοι στη Φυσική που απαιτούν ενεργό συμμετοχή του σπουδαστή οδηγούν σε υψηλότερα σκορ στα εργαλεία που διερευνούν την κατανόηση των βασικών εννοιών. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Von Korff et al (2016) σε μετα-ανάλυση ερευνών που περιλαμβάνουν 50.000 σπουδαστές.

Για το ζήτημα της αντίστροφης τάξης οι εμπειρικές έρευνες στη δευτεροβάθμια ή πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι σημαντικά λιγότερες από εκείνες που αφορούν την τριτοβάθμια, ενώ στην ελληνική πραγματικότητα είναι ελάχιστες και σε σχετικά μικρό δείγμα μαθητών (Aidinoportou & Sampson 2017, Kostaris et al 2017). Ειδικότερα, όσον αφορά στη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εμφανίζεται στη διεθνή βιβλιογραφία μόνο μια έρευνα για εφαρμογή της Α.Τ (Lo et al. 2018) και δεν υπάρχουν αναφορές για χρήση της Α.Τ για τη διδασκαλία των νόμων του Νεύτωνα που μελετάται στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας.

Η επιλογή της εφαρμογής της Α.Τ στη διδασκαλία των θεμελιωδών νόμων της μηχανικής στην Α Λυκείου δεν είναι τυχαία. Η Κλασική Μηχανική δεν αποτελεί μόνο ιστορικά τον θεμέλιο λίθο της νεώτερης επιστήμης αλλά και επιστημολογικά αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία οικοδομούνται άλλες ενότητες της φυσικής, όπως ο ηλεκτρισμός, η θερμοδυναμική. Αν οι μαθητές δεν κατανοήσουν τις θεμελιώδεις έννοιες της κινητικής και δυναμικής θα έχουν πρόβλημα στην κατανόηση ευρύτερων εννοιών της επιστήμης.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση της συμβολής της Α.Τ. στην εισαγωγή ομαδοκεντρικών δραστηριοτήτων μέσα στην τάξη, που περιλαμβάνουν πειράματα εργαστηρίου και δραστηριότητες με προσομοιώσεις, κατάλληλα σχεδιασμένων ώστε να ενεργοποιήσουν τον μαθητή.

Ένα δεύτερο ενδιαφέρον ερώτημα, είναι η σχέση κατανόησης της Φυσικής και φύλου του μαθητή. Η έρευνα σε πολλά κράτη δείχνει μια ισχυρή εξάρτηση ανάμεσα στην επίδοση που καταγράφουν τα εργαλεία διερεύνησης της κατανόησης της Φυσικής και το φύλο του σπουδαστή. Τα αγόρια παρουσιάζεται να υπερτερούν των κοριτσιών στις περισσότερες έρευνες.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν τα ακόλουθα:

1. Υπάρχει διαφοροποίηση στο βαθμό ποιοτικής κατανόησης των εννοιών της μηχανικής σε σχέση με το είδος διδασκαλίας που εφαρμόστηκε;
2. Υπάρχει διαφοροποίηση στο βαθμό ποιοτικής κατανόησης των εννοιών της μηχανικής σε σχέση με το φύλο;

Για την υλοποίηση της έρευνας εφαρμόστηκε ψευδοπειραματικός σχεδιασμός, κατά τον οποίο επιλέχθηκαν τέσσερα τμήματα της Α' Λυκείου από δύο Γενικά Λύκεια του νομού Ρεθύμνου. Σε κάθε λύκειο ορίστηκε ένα τμήμα ως πειραματική ομάδα και ένα ως ομάδα ελέγχου. Χρησιμοποιήθηκε το



εργαλείο IBCM (Inventory of Basic Conceptions - Mechanics) του Ibrahim Halloun (2007), που μεταφράστηκε γι' αυτό το σκοπό στα Ελληνικά. Το IBCM μπορεί να θεωρηθεί απόγονος του FCI, αφού μοιράζεται ένα μεγάλο πλήθος ερωτήσεων με αυτό, και σχεδιάστηκε ώστε να μπορεί να ταιριάζει καλύτερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Έχει χρησιμοποιηθεί από τους Καράογλου Κώσθη και Ρίζο (σε διαφορετική μετάφραση) για την καταγραφή εναλλακτικών αντιλήψεων μαθητών της Α Λυκείου στις έννοιες της μηχανικής (2010, 2011). Το ερωτηματολόγιο αυτό, χρησιμοποιήθηκε ως pre-test και ως post test. Συνολικά συμμετείχαν 90 μαθητές, από τους οποίους αποκλείστηκαν οι 7 είτε γιατί δεν είχαν συμμετάσχει τόσο στο post test όσο και στο pre test είτε γιατί άφησαν χωρίς απάντηση αρκετές ερωτήσεις.

Καθώς το IBCM είναι κατασκευασμένο όχι μόνο για να αξιολογεί αλλά και για να καταγράφει τις παρανοήσεις των μαθητών πάνω στις έννοιες της δυναμικής, οπότε αποτελεί ταυτόχρονα και εργαλείο για την επιλογή των δραστηριοτήτων, ερωτήσεων και ασκήσεων που επεξεργάζονται οι μαθητές μέσα στην τάξη.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε μια πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές ενός τρίτου σχολείου για να διαπιστωθεί η λειτουργικότητα του εργαλείου (κατανοησιμότητα, απαιτούμενος χρόνος ολοκλήρωσης κ.λ.π). Τελικά επιλέχθηκαν 26 ερωτήσεις με βάση τη συνάφειά τους με το πρόγραμμα σπουδών, από τις 33 ερωτήσεις, του αρχικού ερωτηματολογίου. Για να μειωθεί ο κίνδυνος εγκυρότητας λόγω επανάληψης του ίδιου ερωτηματολογίου, το pretest δόθηκε περίπου δύο μήνες πριν την έναρξη της παρέμβασης, έτσι ώστε η χρονική διαφορά ανάμεσα στις δύο δοκιμασίες να είναι αρκετά μεγάλη, περίπου 4 μήνες.

Η διδακτική παρέμβαση διήρκεσε 14 διδακτικές ώρες σε ένα διάστημα περίπου δύο μηνών. Στα τμήματα ελέγχου οι εκπαιδευτικοί ακολούθησαν την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας.

Το υλικό που μελέτησαν οι μαθητές στο σπίτι είναι αποσπάσματα διαδραστικού βίντεο και ερωτήσεις κατανόησης, οργανωμένα στην εκπαιδευτική πλατφόρμα e-me (<https://auth.e-me.edu.gr>). Τα βίντεο δημιουργήθηκαν από τον ερευνητή εκτός από 2 αποσπάσματα, τα οποία ήταν αναρτημένα στο youtube και χρειάστηκε να υποτιτλιστούν στα ελληνικά. Όλα τα υπόλοιπα αποτελούνταν από παρουσίαση powerpoint η οποία συνοδευόταν από αφήγηση. Τα βίντεο αναρτήθηκαν στο youtube και στη συνέχεια εισήχθησαν στην πλατφόρμα e-me μέσω της οποίας απέκτησαν διαδραστικότητα με ερωτήσεις κατανόησης που παρεμβάλλονταν στη ροή της αφήγησης. Μ' αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν 10 διαδραστικά βίντεο διάρκειας περίπου 5 λεπτών (με μια εξαίρεση που έφτασε τα 9 λεπτά). Το περιεχόμενο των διαλέξεων ήταν τέτοιο που να προηγείται του μαθήματος ή να συνοψίζει τη διδασκαλία της τάξης. Ο διδάσκοντας μπορούσε να ελέγχει αν οι μαθητές είχαν παρακολουθήσει το βίντεο στο σπίτι και πόση ώρα δαπάνησαν για αυτή τη δραστηριότητα.

Όταν οι μαθητές είχαν σαν εργασία την παρακολούθηση κάποιου βίντεο, το μάθημα ξεκινούσε με ερωτήσεις πάνω σε αυτό. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος, οι μαθητές χωρίζονταν σε ομάδες για την επίλυση ασκήσεων, για την συμπλήρωση φύλλων εργασίας και συμμετείχαν σε πειραματικές δραστηριότητες που όμως δεν ήταν κοινές για τα δύο πειραματικά τμήματα, αλλά καθορίζονταν από τον εκπαιδευτικό του κάθε τμήματος.

3. Αποτελέσματα

Συνολικά συμμετείχαν 90 μαθητές, από τους οποίους αποκλείστηκαν οι 7 είτε γιατί δεν είχαν συμμετάσχει τόσο στο post test όσο και στο pre test είτε γιατί άφησαν χωρίς απάντηση αρκετές ερωτήσεις. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του προγράμματος IBM SPSS έκδοση 21. Οι τιμές της μέσης επίδοσης έχουν αναχθεί στα 100. Διαπιστώθηκε ότι στο pre test η



μέση επίδοση του συνόλου των μαθητών ήταν 24,4 με τυπική απόκλιση 8,1. Η μέση επίδοση μαθητών αντίστοιχης ηλικίας και γνωστικού επιπέδου στις ΗΠΑ σύμφωνα με τον Halloun (2007) είναι **26. Στο post test ήταν 30,7 με τυπική απόκλιση 11,7.** Το αποτέλεσμα του t-τεστ εξαρτημένων δειγμάτων για την επίδοση στα δύο τεστ δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσά τους. ($t = 4,85$, $df = 82$, $p\text{-value} < 0,05$).

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η μεταβολή της επίδοσης ανά ομάδα. Παρατηρούμε ότι η μεταβολή της επίδοσης στην πειραματική ομάδα είναι 7,8 ενώ στην ομάδα ελέγχου είναι 5,1. Άρα εμφανίζεται μια διαφοροποίηση ανάμεσα στις δύο ομάδες όσον αφορά στο βαθμό ποιοτικής κατανόησης των εννοιών της μηχανικής. Ο έλεγχος του αποτελέσματος με t-τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων δείχνει ότι το αποτέλεσμα είναι μη στατιστικά σημαντικό και ενδέχεται να οφείλεται σε τυχαία διακύμανση. ($t=1,06$, $df=81$, $p\text{-value}=0,291$)

Πίνακας 1: Μεταβολή Επίδοσης ανά ομάδα

Ομάδα	N	Μέση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Πειραματική	40	7,8	11,2
Ελέγχου	43	5,1	12,5

Στη συνέχεια θα εξεταστεί η σχέση ανάμεσα στις επιδόσεις των δύο φύλων. Παρατηρείστε αρχικά στον πίνακα 2 ότι τα αποτελέσματα του pretest δεν διαφοροποιούνται πρακτικά καθόλου τα αγόρια από τα κορίτσια. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες της Α Λυκείου ξεκινούν από το ίδιο σημείο αφετηρίας όσον αφορά στην ποιοτική κατανόηση των νόμων της Μηχανικής.

Αναλυτικότερα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 3 όπου παρουσιάζεται η αρχική και η μεταβολή της επίδοσης ανά φύλο και ομάδα. Στον πίνακα αυτόν βλέπουμε ότι όχι μόνο στο σύνολο αλλά και σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, δεν υπάρχει διαφοροποίηση της αρχικής επίδοσης αγοριών και κοριτσιών. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται βέβαια και με τα αντίστοιχα t test ανεξάρτητων δειγμάτων που έδειξαν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 2: Επίδοση στο pretest σε σχέση με το φύλο.

	Φύλο	N	Μ.τιμή	Τυπ.απόκλιση
Επίδοση pretest	Αγόρι	30	24,5	7,8
	Κορίτσι	53	24,3	8,3



Παρατηρώντας τη μεταβολή της επίδοσης (συγκρίνοντας πάντα μεταξύ τους τα δύο φύλα), βλέπουμε ότι για μεν την πειραματική ομάδα η μεταβολή της επίδοσης (8,0 για τα αγόρια και 7,7 για τα κορίτσια) είναι μικρή, (πράγμα που επιβεβαιώνει και το t-test ανεξάρτητων δειγμάτων) για δε την ομάδα ελέγχου τα κορίτσια με 6,2 μεταβολή παρουσιάζουν μεγαλύτερη βελτίωση από τα αγόρια τα οποία έχουν αύξηση της επίδοσης κατά 3,4. Όμως κι εδώ ο έλεγχος t-test ανεξάρτητων δειγμάτων αποδεικνύει ότι η διαφορά είναι μη στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 3: Μεταβολή επίδοσης ανά φύλο και ομάδα

			Αρχική επίδοση		Μεταβολή επίδοσης	
Ομάδα	Φύλο	N	M. τιμή	Τυπ. Απόκλιση	M. τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Πειραματική	Αγόρι	11	20,1	8,1	8,0	8,7
	Κορίτσι	29	22,9	8,2	7,7	12,2
Ελέγχου	Αγόρι	19	26,5	7,0	3,4	10,9
	Κορίτσι	24	26,0	8,4	6,2	13,7

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της ποσοτικής έρευνας δείχνουν ότι η πρακτική της αντίστροφης τάξης δεν υστερεί από πλευράς αποτελεσμάτων σε σχέση με τις καθιερωμένες διδακτικές πρακτικές. Μια ποσοτική μετα-ανάλυση 114 ερευνών πάνω στα αποτελέσματα της αντίστροφης τάξης των Van Alten et al. (2019) καταλήγει σε παρόμοιο συμπέρασμα (λίγο αποτελεσματικότερη έναντι παραδοσιακών μεθόδων).

Το παράλληλο εύρημα της έρευνας σχετικά με την μη ύπαρξη διαφοράς ανάμεσα στα αγόρια και στα κορίτσια όσον αφορά στην αρχική επίδοση και στη μεταβολή της λόγω της διδασκαλίας είναι σημαντικό και έρχεται σε αντίθεση με πολλές διεθνείς έρευνες. Στην περίπτωση της Ελλάδας ωστόσο σε ανάλογο συμπέρασμα καταλήγει η έρευνα Pisa 2015 σε μαθητές περίπου της ίδιας ηλικίας (Σοφianoπούλου κ.ά, 2017)

Πέρα όμως από τα ποσοτικά αποτελέσματα υπάρχει και η προσωπική εμπειρία του ερευνητή, ο οποίος συμμετείχε και ως εκπαιδευτικός στο ένα από τα πειραματικά τμήματα.

Αρχικά είναι σήμερα εφικτή η ένταξη εξ αποστάσεως στοιχείων στην διδασκαλία από άποψης υλικοτεχνικής υποδομής τόσο από την πλευρά του δέκτη της πληροφορίας όσο και από την πλευρά του πομπού. Από τη μια πλευρά όλοι οι μαθητές των τμημάτων είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο είτε από υπολογιστή είτε μέσω του κινητού τους τηλεφώνου, και από την άλλη η πλατφόρμα e-me κάνει δυνατή την οργάνωση του υλικού και την αυθεντικοποίηση των χρηστών που χρειάζεται για να λειτουργήσει μια αντεστραμμένη τάξη χωρίς να χρειαστεί να αναζητά κανείς αμφίβολης ποιότητας ελεύθερες ή εγγραμμένες αλλά ακριβοπληρωμένες λύσεις. Πρέπει να τονιστεί ότι ο χρόνος που απαιτείται για την προετοιμασία των βίντεο είναι δυσανάλογος με τη χρονική διάρκειά τους. Όμως ο κόπος και ο χρόνος είναι μεγάλος την πρώτη φορά που αποφασίζει κάποιος την εφαρμογή της Α.Τ, γεγονός το οποίο ισχύει και σε κάθε άλλη περίπτωση παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού, αφού στη συνέχεια θα χρειάζεται μόνο διορθώσεις και επεκτάσεις. Το κέρδος είναι ο διδακτικός χρόνος που απελευθερώνεται στην τάξη. Υπάρχει η



δυνατότητα, να λειτουργήσουν οι μαθητές σε ομάδες να τρέξουν σενάρια διδασκαλίας με χρήση ΤΠΕ καθώς και να ενταχθούν πειραματικές δραστηριότητες.

Κάθε μεταβολή σε μια κατεστημένη παράδοση απαιτεί κόπο και διάθεση για να επιτευχθεί. Η διάθεση δεν πρέπει να θεωρείται δεδομένη ούτε από τους μαθητές. Χρειάστηκαν τουλάχιστον δύο επιπλέον διδακτικές ώρες ώστε να ρυθμιστούν τα ζητήματα με την εγγραφή, και την εκπαίδευση των μαθητών στην χρήση της πλατφόρμας. Επίσης χρειάζονταν παρακίνηση και υπενθύμιση ώστε οι μαθητές να έχουν παρακολουθήσει τα βίντεο πριν το μάθημα.

Συζήτηση – Προοπτικές

Συνοψίζοντας, η έρευνα είχε δύο κυρίως περιορισμούς: το μικρό μέγεθος του δείγματος καθώς και τη μικρή χρονική διάρκεια της παρέμβασης.

Παρά τους περιορισμούς, η εφαρμογή της Α.Τ στην διδασκαλία δεν φαίνεται να είναι λιγότερο αποτελεσματική από την καθιερωμένη πρακτική διδασκαλίας, είναι εφαρμόσιμη πρακτικά αν και απαιτεί αρκετό κόπο από τον διδάσκοντα.

Καταφέρνει όμως να απελευθερώσει διδακτικό χρόνο μέσα στην τάξη έτσι ώστε να δοκιμαστούν διδακτικές τεχνικές που σήμερα δεν μπορούν να χωρέσουν στο ασφυκτικό πλαίσιο το οποίο κυρίως περιλαμβάνει το δίπτυχο θεωρία-ασκήσεις. Οι διδακτικές τεχνικές αυτές πρέπει να βάλουν τον μαθητή στο επίκεντρο ώστε να συμμετέχει ενεργά στη διεξαγωγή του μαθήματος. Ένα πιθανό όφελος της κινητοποίησης του μαθητή είναι η αύξηση του ενδιαφέροντος του για το μάθημα.

Για να εμφανιστεί όμως η οποιαδήποτε πιθανή αποτελεσματικότητα θα πρέπει η εφαρμογή να έχει μεγαλύτερη χρονική διάρκεια, ώστε να περάσει εκείνο το αρχικό χρονικό διάστημα που απαιτείται για να ρυθμιστεί η λειτουργία της τάξης και να θεωρηθεί από τους ίδιους τους μαθητές σαν κανονικός τρόπος διδασκαλίας και όχι σαν εξαίρεση στην καθημερινότητα και να συνηθίσουν να λειτουργούν με τον απαιτούμενο τρόπο. Μέσα από αυτή την οπτική, θα πρέπει να θεωρηθεί αδυναμία το γεγονός ότι ο ερευνητής αντικατέστησε, για το χρονικό διάστημα της διδακτικής παρέμβασης, τον καθηγητή της τάξης.

Τέλος αξίζει να διερευνηθεί η στάση των μαθητών που συμμετέχουν, και οι απόψεις τους σχετικά με την νέα αυτή μέθοδο.

5. Βιβλιογραφία

Καράογλου Γ., Κώπης Κ., Ρίζος Ι. (2010), Η χρήση του I.B.C.M. για την ανάδειξη του τρόπου εφαρμογής των νόμων του Νεύτωνα στις συλλογιστικές δομές των μαθητών της Α΄ Λυκείου, *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(1), 17-30.

Καράογλου Γ., Κώπης Κ., Ρίζος Ι., (2011), Μελέτη των εναλλακτικών ιδεών στην έννοια της κίνησης, σε μαθητές της Α Λυκείου, με τη χρήση του I.B.C.M. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(2), 85-95.

Σοφianoπούλου, Χ., Εμβλωτής, Α., Πίτσια, Β., & Καρακολίδης, Α. (2017). *Έκθεση Αποτελεσμάτων του Διεθνούς Προγράμματος PISA 2015 για την Αξιολόγηση των Μαθητών στην Ελλάδα*. Αθήνα: Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ).



- Agarkar, S., & Brock, R. (2017). Learning theories in science education. In K.S.Taber & B. Akpan (Eds.) *Science education* (pp. 91-103). Rotterdam: Sense Publishers
- Aidinopoulou, V., & Sampson, G., (2017). An Action Research Study from Implementing the Flipped Classroom Model in Primary School History Teaching and Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(1), 237-247.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. In *ASEE National Conference Proceedings, Atlanta, GA 30(9)*, 1-18.
- DeLozier, S. J., & Rhodes, M. G. (2017). Flipped Classrooms: a Review of Key Ideas and Recommendations for Practice. *Educational Psychology Review*, 29(1), 141-151.
- Disessa, A. A. (1987). *The third revolution in computers and education*. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 343–367. doi:10.1002/tea.3660240407
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141–158. doi:10.1119/1.2343497
- Halloun, I. A. (2007). *Evaluation of the Impact of the New Physics Curriculum on the Conceptual Profiles of Secondary Students*. Beirut: Phoenix series / Lebanese University.
- Kostaris, C., Sergis, S., Sampson, D. G., Giannakos, M. N., & Pelliccione, L. (2017). Investigating the Potential of the Flipped Classroom Model in K-12 ICT Teaching and Learning: An Action Research Study. *Educational Technology & Society*, 20(1), 261–273.
- Lo, C. K., Lie, C. W., & Hew, K. F. (2018). Applying “First principles of instruction” as a design theory of the flipped classroom: Findings from a collective study of four secondary school subjects. *Computers & Education*, 118, 150-165.
- O’Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The internet and higher education*, 25, 85-95.
- Stylos, G., Evangelaki, G. A., & Kotsis, K. T. (2010). Misconceptions on classical mechanics by freshman university students: A case study in a Physics Department in Greece. *Themes in Science and Technology Education*, 1(2), 157-177.
- Taber, K. S. (2009). *Progressing Science Education*. Springer Netherlands
- Taber, K. S. (2012). Constructivism as educational theory: Contingency in learning, and optimally guided instruction. In J. Hassaskhah (Ed.), *Educational Theory*. (pp. 39-61). NY, Nova Science Publishers, Inc.
- Taber, K., & Akpan, B. (2017). *Science education: an international course companion*. Springer Netherlands
- Von Korff, J., Archibeque, B., Gomez, K. A., Heckendorf, T., McKagan, S. B., Sayre, E. C., ... & Sorell, L. (2016). Secondary analysis of teaching methods in introductory physics: A 50 k-student study. *American Journal of physics*, 84(12), 969-974.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and instruction*, 11(4-5), 381-419.
- Van Alten, D. C., Phielix, C., Janssen, J., & Kester, L. (2019). Effects of Flipping the Classroom on Learning Outcomes and Satisfaction: a Meta-Analysis. *Educational Research Review*.



Αντιφάσεις στη σκέψη παιδιών προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας

Μαρία-Ελένη Χαχλιουτάκη¹, Παναγιώτης Παντίδος²

¹ Υποψήφια διδάκτορας, ΤΕΠΑΕ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

² Επίκουρος καθηγητής, ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ

Περίληψη

Αρκετοί ερευνητές αναφέρονται στις αναντιστοιχίες που εμφανίζονται στις ιδέες των εκπαιδευόμενων. Αυτές έχουν να κάνουν με διαφορετικά νοήματα μεταξύ του προφορικού λόγου και των χειρονομιών που τον συνοδεύουν (gesture-speech mismatches). Στην παρούσα εργασία επεκτείνεται η διερεύνηση αναντιστοιχιών και αναζητούνται οι αντιφάσεις που εμφανίζει η σκέψη παιδιών προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας μέσα σε ένα πολυτροπικό περιβάλλον μάθησης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από μία δοκιμασία που επαναλήφθηκε τρεις φορές, ενώ παρεμβλήθηκαν δύο διδακτικές παρεμβάσεις. Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε σε πέντε περιπτώσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας. Εντοπίστηκαν έξι είδη αντιφάσεων που αφορούν σε όλα τα σημειωτικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν.

Λέξεις-κλειδιά: αντίφαση, πολυτροπικότητα, προσχολική ηλικία, μηχανική ισορροπία

Contradictions in preschool children's thinking about mechanical equilibrium

Maria-Eleni Chachlioutaki¹, Panagiotis Pantidos²

¹ Ph.D student, SECEd, Aristotle University of Thessaloniki, ² Department of Early Childhood Education, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

Many researchers refer to mismatches that appear in learners' ideas. These have to do with different meanings expressed by the speech and the accompanied gestures, the so-called gesture-speech mismatches. This paper extends the idea of mismatches exploring the contradictions in preschool children's thought about mechanical equilibrium within a multimodal learning environment. Data was collected from a test that was repeated at three different times, among which two teaching interventions were inserted. The research was applied in five pre-school children. Six types of contradictions have been identified in all semiotic systems.

Keywords: contradiction, multimodality, preschool children, mechanical equilibrium



1. Εισαγωγή

Στη διδασκαλία και στη μάθηση εννοιών από τις φυσικές επιστήμες, αρκετοί ερευνητές έχουν καταδείξει ότι τα διαφορετικά σημειωτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των οντοτήτων στον υλικό χώρο επηρεάζουν με μοναδικό τρόπο την κατασκευή των νοημάτων (Hwang & Roth 2011, Zohar et al. 2017).

Όσο αφορά τη νοηματική σχέση προφορικού λόγου – χειρονομιών, οι χειρονομίες συχνά μεταφέρουν χαρακτηριστικές πληροφορίες που μπορεί να σχετίζονται με τον προφορικό λόγο, αλλά να μην είναι ίδιες με εκείνες που μεταφέρονται από αυτόν (Goldin-Meadow 2018). Αυτή η διαφορετικότητα μπορεί να λειτουργεί είτε συμπληρωματικά, δηλαδή να μεταφέρονται διαφορετικά νοήματα τα οποία συμπληρώνουν το ένα το άλλο και συγκροτούν μαζί ένα νοηματικό σύνολο, ή/και αντιφατικά όταν τα διαφορετικά αυτά νοήματα έρχονται σε νοηματική αντίθεση μεταξύ τους (Παντίδος & Ηρακλειώτη 2015, Gibson et al. 2019). Συμπληρωματικότητα έχει διαφανεί και σε περιβάλλοντα, όπου ο προφορικός λόγος και οι χειρονομίες διαπλέκονται νοηματικά και με τις ζωγραφικές απεικονίσεις των εκπαιδευόμενων (Χαχλιουτάκη, Παντίδος, & Ηρακλειώτη 2018).

Η νοηματική συμπλήρωση ανάμεσα στον προφορικό λόγο και στις χειρονομίες που εμφανίζονται μαζί με αυτόν την ίδια στιγμή (gesture-speech mismatches) (Goldin-Meadow 2015) έχει μελετηθεί σε αντικείμενα όπως είναι η αρχή διατήρησης της ποσότητας (Alibali et al. 2000), οι αριθμοί (Gibson et al. 2019, Gunderson et al. 2015), και η μαθηματική εξίσωση (Novack et al. 2014).

Η νοηματική αντίφαση προσδιορίζεται ως η μεταφορά διαφορετικών, ασύμβατων μεταξύ τους, σημασιών, ή σύμφωνα με το λεξικό της κοινής Νεοελληνικής στην Πύλη για την ελληνική γλώσσα (www.greek-language.gr), ως η ασυμφωνία μεταξύ των απόψεων του ίδιου προσώπου, αναιρώντας η μία διατύπωση την άλλη. Αρκετές φορές, η ασυμβατότητα αυτή ανάμεσα στον προφορικό λόγο και τις χειρονομίες εκφράζει την ετοιμότητα του εκπαιδευόμενου να προσεγγίσει σε ένα ύστερο στάδιο, ένα πιο προχωρημένο επίπεδο γνώσης (de Ruiter 2007). Σε έρευνα σχετικά με την εκμάθηση των αριθμών στην προσχολική ηλικία, οι Gibson, Gunderson, Spaepen, Levine και Goldin-Meadow (2019) εντοπίζουν χειρονομίες οι οποίες νοηματικά αντιτίθενται με το περιεχόμενο του προφορικού λόγου που τις συνοδεύει (π.χ. το παιδί αναφέρει λεκτικά ένα αριθμό και αναπαριστά κάποιον άλλο με την χειρονομία), και επιβεβαιώνουν ότι οι μαθητευόμενοι που παρήγαγαν αντιφάσεις στις εννοιολογήσεις τους στον προ-έλεγχο, κατέκτησαν το επόμενο μαθησιακά επίπεδο έπειτα από την εμπλοκή τους σε συγκεκριμένο περιβάλλον (Enriched Number Talk training) για την εκμάθηση των αριθμών, σε αντίθεση με αυτούς που δεν παρήγαγαν αντιφάσεις.

Σύμφωνα με τους Ping et al. (2019) οι αναντιστοιχίες στις εννοιολογήσεις των εκπαιδευόμενων αποτελούν δείκτη ετοιμότητας προς την κατάκτηση πιο προχωρημένων σταδίων γνώσης για δύο λόγους. Ο ένας λόγος αναφέρεται στο γεγονός ότι τα παιδιά που χρησιμοποιούν διαφορετικούς τρόπους έκφρασης κατά την εννοιολόγηση (π.χ. μεταφέρουν μία πληροφορία μέσω του προφορικού λόγου και μια άλλη πληροφορία μέσω της σωματικής έκφρασης) βρίσκονται σε μια ασταθή μαθησιακά κατάσταση. Η μεταβλητότητα όμως αυτή στην επιλογή του τρόπου έκφρασης-εξήγησης, προωθεί την αλλαγή η οποία σαν διαδικασία προηγείται της μάθησης. Ο δεύτερος λόγος αφορά το γεγονός ότι ο μαθητευόμενος επιλέγει χειρονομίες για να μεταφέρει πληρέστερα νοήματα, καθώς τα άλλα συστήματα τον εμποδίζουν ή δεν τον βοηθούν να αναπτύξει τον συλλογισμό του, και παρόλο που διαφαίνεται μια γνωστική αστάθεια, νοητικά πλησιάζει στην κατάκτηση της γνώσης. Όπως αναφέρει η Goldin-Meadow (2018) ο ρόλος των χειρονομιών δεν είναι απλά στο να αντικατοπτρίζουν την ήδη υπάρχουσα γνώση, αλλά σχετίζονται άρρηκτα με την αλλαγή στη σκέψη, με αποτέλεσμα να συνεισφέρουν στην μάθηση.



Παρόλο που η ασυμβατότητα ανάμεσα στον προφορικό λόγο των εκπαιδευόμενων και στις χειρονομίες που παράγονται μαζί με αυτόν έχει προσεγγιστεί σε ένα βαθμό, φαίνεται να απουσιάζει μια εκτενέστερη διερεύνησή της σε σχέση με την πολυτροπική οργάνωση των νοημάτων. Η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στις αντιφάσεις που εκφράζονται εντός του ίδιου ή μεταξύ διαφορετικών σημειωτικών συστημάτων, όχι μόνο στον ίδιο αλλά και σε επερχόμενο χρόνο. Αυτό εντοπίζεται σε παιδιά προσχολικής ηλικίας και διερευνάται, εάν η σκέψη των παιδιών παρουσιάζει νοηματικές ασυμφωνίες για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας, καθώς και το είδος αυτών αναφορικά με το σημειωτικό πλαίσιο στο οποίο εμφανίζονται.

2. Μεθοδολογία

Ο ερευνητικός σχεδιασμός βασίζεται στην ιδέα ότι για να αναδυθούν πιθανές ασυμφωνίες στη σκέψη των παιδιών, θα πρέπει να προσφερθούν ερεθίσματα διαφορετικά σε μορφή, αλλά «ισοδύναμα» αναφορικά με το εννοιολογικό τους περιεχόμενο.

Υπό αυτή την προοπτική, σχεδιάστηκε μία δοκιμασία (τεστ) που αφορούσε σε ημι-δομημένη συνέντευξη διάρκειας 15-20 λεπτών αποτελούμενη από τρία έργα. Στο πρώτο έργο ζητήθηκε από τα παιδιά να απαντήσουν προφορικά σε ερωτήσεις, στο δεύτερο να ζωγραφίσουν και να εξηγήσουν τις ζωγραφιές τους, ενώ στο τρίτο έργο να απαντήσουν χειριζόμενα έναν μαθηματικό ζυγό. Κάθε έργο περιλάμβανε τις ίδιες ή ισοδύναμες ερωτήσεις για την κάθε διάσταση της μηχανικής ισορροπίας, δηλαδή: α) την ισορροπία ίσων βαρών και β) την ισορροπία άνισων βαρών. Αυτή η δοκιμασία εφαρμόστηκε τρεις φορές εναλλάξ, εν μέσω δύο διδακτικών παρεμβάσεων και βιντεοσκοπήθηκε. Η πρώτη παρέμβαση βασίστηκε σε μια προσομοίωση μηχανικής ισορροπίας, ενώ στη δεύτερη χρησιμοποιήθηκε μια πρωτότυπη αυτοσχέδια τραμπάλα, η οποία έδινε στα παιδιά τη δυνατότητα να μετακινούνται πάνω της. Κάθε παρέμβαση απείχε περίπου δέκα ημέρες από την επερχόμενη δοκιμασία. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μια τάξη δημόσιου νηπιαγωγείου σε αστικό κέντρο της κεντρικής Μακεδονίας. Για τις ανάγκες της εν λόγω εργασίας αναλύθηκαν 5 τυχαίες περιπτώσεις παιδιών από την συγκεκριμένη τάξη.

Τα δεδομένα προέρχονται από τα τρία έργα της δοκιμασίας, τις τρεις διαφορετικές φορές που εφαρμόστηκαν. Πρόκειται για δεδομένα προφορικού λόγου και χειρονομιών από το πρώτο έργο, σχεδιαστικής πληροφορίας, προφορικού λόγου και χειρονομιών από το δεύτερο έργο, και προφορικού λόγου και χειρονομιών από το τρίτο έργο.

Ανάλυση δεδομένων

Για την κάθε απάντηση και για καθεμία από τις εννοιολογικές διαστάσεις της μηχανικής ισορροπίας, εντοπίστηκαν φράσεις ή λέξεις από τον προφορικό λόγο των παιδιών, σημάνθηκαν περιοχές στις ζωγραφιές, και σημειώθηκαν οι χειρονομίες που εμφανίστηκαν. Το κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή των φράσεων ή των λέξεων ήταν σημασιολογικό (White & Marsh 2006) και αναφέρονταν στις δύο εννοιολογικές διαστάσεις της μηχανικής ισορροπίας. Δηλαδή, επιλέχθηκαν τα τμήματα λόγου των παιδιών τα οποία απέδιδαν νόημα στο «που πρέπει να τοποθετηθεί ένα αντικείμενο για να ισορροπήσει μία τραμπάλα ή ένας ζυγός» και «για ποιον λόγο γίνεται αυτό». Έτσι, κάποιες φορές εντοπίστηκαν λέξεις, όπως για παράδειγμα το επίρρημα «εδώ», ενώ άλλες φορές φράσεις που σημασιοδοτούσαν τις όψεις της κάθε διάστασης (λ.χ. προσδιορισμός του σημείου που πρέπει να τοποθετηθεί κάποιο αντικείμενο). Με τα ίδια κριτήρια χαρακτηρίστηκαν και τα διάφορα τμήματα της κάθε ζωγραφιάς. Ως προς τις χειρονομίες, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν μορφολογικά κριτήρια, δηλαδή κατηγοριοποιήθηκαν οι χειρονομίες σε δεικτικές, εικονίζουσες και εργοτικές (Givry & Roth 2006). Στη



συνέχεια, η κάθε χειρονομία αξιολογήθηκε ως κομμάτι νοήματος με τα ίδια σημασιολογικά κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τον προφορικό λόγο και τις ζωγραφιές. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση όλων των τροπικότητων προφορικού λόγου, σχεδιαστικής πληροφορίας και χειρονομιών, σε σχέση με το επιστημονικά συμβατό.

Τέλος, συγκρίθηκαν για το κάθε παιδί τα νοηματικά περιεχόμενα του προφορικού λόγου, των ζωγραφιών και των χειρονομιών και καταγράφηκαν μόνο εκείνα που εμφανίζουν αντιφατικότητα. Η αντιφατικότητα διερευνήθηκε σε τρεις καταστάσεις. Η πρώτη κατάσταση αφορά σε κάθε δεδομένη ερώτηση (*Κατάσταση 1*), δηλαδή αν το παιδί ανέφερε στην ίδια διατύπωση/απάντηση δύο αντιφατικά νοήματα. Η δεύτερη κατάσταση αφορά σε ισοδύναμες, επάλληλες ερωτήσεις εντός του ίδιου σημειωτικού πλαισίου (ίδιο έργο) που ήλεγχαν την ίδια εννοιολογική διάσταση σε δεδομένο τεστ (*Κατάσταση 2*), ενώ η τρίτη κατάσταση σε ισοδύναμες ερωτήσεις στα τρία έργα του ίδιου τεστ (*Κατάσταση 3*) που διέφεραν σημειωτικά, ελέγχοντας παράλληλα να μην ανήκουν σε καμία από τις προηγούμενες κατηγορίες που προαναφέρθηκαν.

3. Αποτελέσματα

Όλα τα παιδιά εμφάνισαν αντιφάσεις. Συνολικά, εντοπίστηκαν έξι τύποι αντιφάσεων σε σχέση με τα σημειωτικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Τύποι αντιφάσεων

	1ος τύπος	2ος τύπος	3ος τύπος	4ος τύπος	5ος τύπος	6ος τύπος
	Π-Χ	Π-Z	Z-Χ	Π-Π	Χ-Χ	Π-Z-Χ
Παιδί 1	1	1	1	3	1	1
Παιδί 2	2			1	1	
Παιδί 3		1	1			
Παιδί 4	1		2		1	
Παιδί 5					1	

(όπου Π-Προφορικός λόγος, Z-Ζωγραφιά, Χ-Χειρονομία)

Παρατηρείται ότι πέρα από τις αντιφάσεις ανάμεσα στον προφορικό λόγο και στις χειρονομίες των παιδιών, εμφανίζονται άλλα 5 είδη αντιφάσεων. Οι αντιφάσεις αυτές εντοπίζονται κάποιες φορές ανάμεσα στον προφορικό λόγο και σε κάποιο στοιχείο από την ζωγραφική απεικόνιση (Π-Z), ενώ άλλοτε πάλι ένα στοιχείο από την ζωγραφιά μπορεί να αντικρούεται με κάποια χειρονομία (Z-Χ). Αντιφάσεις εντοπίζονται ακόμα και ανάμεσα στις διατυπώσεις του προφορικού λόγου (Π-Π), αλλά και στις χειρονομιακές εκφράσεις (Χ-Χ). Παρατηρείται επίσης αντίφαση ανάμεσα σε τρία σημειωτικά συστήματα, όπου οι διατυπώσεις του προφορικού λόγου αντιφάσκουν με την ζωγραφική αναπαράσταση του παιδιού και στη συνέχεια αυτή αντιτίθεται στη χειρονομία που παράγει στο επόμενο έργο του τεστ (Π-Z-Χ).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συχνότητες των αντιφάσεων όλων των παιδιών ανάλογα με το τεστ που εντοπίστηκαν. Σε κάθε κελί αποτυπώνεται το είδος της αντίφασης που υπέπεσε το κάθε παιδί (με



έντονη γραφή), σε ποια Διάσταση του φαινομένου (Δ1: ίσα βάρη, Δ2: άνισα βάρη) και σε ποια Κατάσταση εντοπίστηκε.

Πίνακας 2: Συχνότητες των αντιφάσεων στα τρία τεστ

	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 3
Παιδί 1	3 [Π-Π/Δ1.Κ2, Π-Ζ-Χ/Δ2.Κ3, Χ-Χ/Δ2.Κ3]	3 [Χ-Ζ/Δ1.Κ3, Π-Χ/Δ2.Κ1, Π-Π/Δ2.Κ2]	2 [Π-Ζ/Δ1.Κ1, Π-Π/Δ2.Κ2]
Παιδί 2	1 [Χ-Π/Δ2.Κ3]	1 [Χ-Χ/Δ2.Κ1]	2 [Π-Π/Δ2.Κ1, Π-Χ/Δ2.Κ2]
Παιδί 3	1 [Ζ-Χ/Δ2.Κ3]		1 [Π-Ζ/Δ2.Κ3]
Παιδί 4	2 [Ζ-Χ/Δ1.Κ3, Χ-Π/Δ2.Κ2]	1 [Χ-Χ/Δ2.Κ2]	1 [Ζ-Χ/Δ1.Κ3]
Παιδί 5	1 [Χ-Χ/Δ2/Κ2]		

(όπου Π-Προφορικός λόγος, Ζ-Ζωγραφιά, Χ-Χειρονομία, Δ-Διάσταση φαινομένου 1 και 2, Κ-Κατάσταση 1,2 και 3)

Για παράδειγμα, το Παιδί 1 στο πρώτο τεστ αντιφάσκει τρεις φορές (Π-Π-Π, Π-Ζ-Χ, Χ-Χ), ομοίως και στο δεύτερο τεστ (Χ-Ζ, Π-Χ, Π-Π), ενώ στο τρίτο τεστ, όπου επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία με τα προηγούμενα τεστ, εμφανίζει δύο αντιφάσεις στον συλλογισμό του (Π-Ζ, Π-Π). Στο τελευταίο τεστ το παιδί αυτό παρουσιάζει ασυμφωνία μεταξύ του προφορικού του λόγου και της ζωγραφιάς του (Π-Ζ) καθώς ζωγραφίζει και ταυτόχρονα εξηγεί τη ζωγραφιά του (Κ1) εννοιολογώντας την διάσταση των ίσων βαρών (Δ1). Εμφανίζει επίσης ασυμφωνία μεταξύ του προφορικού λόγου (Π-Π) σε ισοδύναμες επάλληλες ερωτήσεις του ίδιου έργου (Κ2) εννοιολογώντας την διάσταση των άνισων βαρών (Δ2).

Παράδειγμα αντίφασης σε δεδομένη ερώτηση (Κατάσταση 1), ανάμεσα στις χειρονομίες που παράγει (Τύπος 5, Χ-Χ), αποτελεί το Παιδί 2 στην Εικόνα 1.

Εικόνα 1: Παράδειγμα αντίφασης μεταξύ χειρονομιών

Ερώτηση 9	Απάντηση
<p>Αν κρεμάσω ένα τουβλάκι στην μία άκρη, και σου έδινα να κρεμάσεις από την άλλη πλευρά πιο πολλά τουβλάκια, πού λες να τα κρέμαγες για να είναι ίσια η τραμπάλα;</p>	



Στο παράδειγμα αυτό, το παιδί αντιφάσκει μέσα στην ίδια του την απάντηση μιας δεδομένης ερώτησης χωρίς να παρεμβληθεί άλλη ερώτηση. Ζητήθηκε να δείξει πού θα τοποθετούσε πολλά τουβλάκια αν στην απέναντι άκρη είχαμε κρεμάσει εμείς μόνο ένα. Αρχικά λοιπόν δείχνει την σωστή εκτίμηση, προς το κέντρο του ζυγού, ενώ στη συνέχεια αναιρεί αυτή του την απάντηση και δείχνει λαθεμένα την άκρη.

Στο δεύτερο παράδειγμα (Εικόνα 2), ο μαθητεύομενος (Παιδί 1) αντιφάσκει σε ισοδύναμες επάλληλες ερωτήσεις εντός του ίδιου σημειωτικού πλαισίου (*Κατάσταση 2*), εν προκειμένω του προφορικού λόγου (*Τύπος 4, Π-Π*) στο πρώτο έργο της τρίτης δοκιμασίας που συμμετείχε.

Εικόνα 2: Παράδειγμα αντίφασης μεταξύ του προφορικού λόγου

<u>Ερώτηση 9</u>	<u>Απάντηση</u>
[Φαντάσου ότι έρχομαι εγώ που είμαι πιο μεγάλη από σένα και πιο πολλά κιλά και κάθομαι απ' την άλλη πλευρά. Πώς θα ήταν τότε η τραμπάλα;] Πού θα καθόμουν εγώ για να ισιώσει;	- Άμα έμπαινε ο μεγάλος πιο μέσα και ο μικρός πιο έξω
Ερώτηση 10	
Αν εσύ καθόσουν λίγο πιο μέσα (όχι στην άκρη της τραμπάλας), εγώ πού θα έπρεπε να κάτσω για να είναι ίσια η τραμπάλα;	- Να πας πιο έξω (ο μεγάλος)

Εικόνα 3: Παράδειγμα αντίφασης μεταξύ του προφορικού λόγου και της σωματικής έκφρασης

<u>Ερώτηση 2</u>	<u>Απάντηση</u>
Έχουμε βάλει ένα μικρό τουβλάκι στην άκρη της τραμπάλας, ενώ υπάρχει άλλο ένα ίδιο στο γρασίδι, πού θα βάλουμε το δεύτερο τουβλάκι για να ισιώσει; Μπορείς να μου το ζωγραφίσεις;	
Ερώτηση 2	
Αν κρεμούσα στην μία άκρη του ζυγού αυτό το κίτρινο βαράκι και σου έδινα άλλο ένα το ίδιο, πού θα έπρεπε να το κρεμάσω από την άλλη πλευρά για να ισιώσει ο ζυγός;	



Αρχικά ρωτάμε το παιδί πού θα έπρεπε να καθίσει η ερευνήτρια αν ιδεατά υπήρχε μια τραμπάλα όπου ανέβαιναν και οι δύο πάνω της, με σκοπό να την ισιώσουν και μας απαντάει σωστά σύμφωνα με το επιστημονικά συμβατό, ότι ο μεγαλύτερος θα πρέπει να κάτσει πιο μέσα. Στη συνέχεια σε ισοδύναμη επάλληλη ερώτηση ρωτάμε το ίδιο, αλλάζοντας την θέση των δρώντων αντικειμένων, τοποθετώντας το παιδί πιο μέσα αυτή τη φορά και ρωτώντας πάλι για την θέση της ερευνήτριας, παρατηρείται ότι αναιρεί την πρώτη του απάντηση τοποθετώντας λαθεμένα τον μεγαλύτερο πιο έξω.

Στο τελευταίο παράδειγμα (Εικόνα 3) ο μαθητευόμενος (Παιδί 4) αντιφάσκει σε ισοδύναμη ερώτηση στα δύο έργα του ίδιου τεστ (Κατάσταση 3) που διαφέρουν σημειωτικά. Η αντίφαση εντοπίζεται μεταξύ της ζωγραφικής απεικόνισης και της χειρονομίας που παράγει το παιδί στο επόμενο έργο για να εννοιολογήσει την διάσταση των ίσων βαρών πάνω στην δοκό.

Στο δεύτερο έργο λοιπόν, αυτό της ζωγραφικής απεικόνισης, ζητάμε στο παιδί να μας ζωγραφίσει που θα έβαζε ένα τουβλάκι αν από την άλλη άκρη υπήρχε ένα με το ίδιο βάρος. Ο μαθητευόμενος το ζωγραφίζει σωστά στην απέναντι άκρη, ενώ σε «όμοια» ερώτηση στο τρίτο έργο, αυτό του μαθηματικού ζυγού που του ζητείται να τοποθετήσει ένα βάρος όμοιο με αυτό που έχουμε κρεμάσει εμείς από την άλλη άκρη, δείχνει σε λάθος θέση κοντά στο κέντρο του ζυγού.

1. Συμπεράσματα

Όλοι οι συμμετέχοντες της παρούσας μελέτης (5 συμμετέχοντες) εμφάνισαν κάποιου είδους ασυμφωνία κατά την εξήγηση του φαινομένου της μηχανικής ισορροπίας. Οι αντιφάσεις που εμφανίστηκαν, δεν εντοπίζονται μόνο ανάμεσα στις διατυπώσεις του προφορικού λόγου και στις χειρονομίες που εμφανίζονται παράλληλα με αυτόν, όπως καταδεικνύεται από αρκετούς ερευνητές (Gibson et al. 2019, Goldin-Meadow 2015, Gunderson et al. 2015, Novack et al. 2014) αλλά μεταξύ και άλλων σημειωτικών συστημάτων, ή ακόμα και στις τροπικότητες του ίδιου σημειωτικού συστήματος, διαφέροντας ακόμα και στην χρονική στιγμή που εμφανίζονται.

Οι περισσότερες αντιφάσεις εμφανίστηκαν στην εννοιολόγηση της διάστασης των άνισων βαρών, πιθανόν λόγω της αυξημένης δυσκολίας της εν λόγω διάστασης σε σχέση με αυτή των ίσων βαρών. Φαίνεται επίσης, ότι οι ασυμφωνίες στις διατυπώσεις των παιδιών σε ισοδύναμες ερωτήσεις για την ίδια διάσταση του φαινομένου, συνδέονται με τη θέση των αντικειμένων ή των δρώντων παραγόντων πάνω στη δοκό. Δηλαδή, όταν τοποθετούσαμε ως δεδομένο το μικρότερο βάρος και ρωτούσαμε για την θέση του μεγαλύτερου, και σε επόμενη ισοδύναμη ερώτηση τοποθετούσαμε το μεγαλύτερο βάρος και ρωτούσαμε για την θέση του μικρότερου, τα παιδιά υπέκυπταν πολλές φορές σε αντιφάσεις.

Η διερεύνηση των αντιφάσεων προσελκύει το ενδιαφέρον των ερευνητών/τριών καθώς φαίνεται ότι η γνωστική αυτή ασυνέπεια στην έκφραση των συλλογισμών των εκπαιδευομένων, συνδέεται με επερχόμενη γνωστική αλλαγή (Goldin-Meadow & Alibali 2013, Goldin-Meadow 2017). Έτσι, τα αντιφατικά νοήματα όχι μόνο αποτελούν ένδειξη ότι ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται σε ένα ενδιάμεσο στάδιο συγκρότησης της νέας γνώσης, αλλά δηλώνουν και τη φύση της γνωστικής μετάβασης που πραγματοποιεί (Church 1999), δηλαδή ποιους μηχανισμούς ενεργοποιεί προς την κατάκτηση της γνώσης αυτής. Για το λόγο αυτό, θα ήταν ενδιαφέρουσα μια μελέτη σχετικά με την πορεία και την μεταβολή των αντιφάσεων των παιδιών αυτών στις τρεις δοκιμασίες που συμμετείχαν, διερευνώντας έτσι αυτό το μη γραμμικό μονοπάτι εννοιολογικής συγκρότησης που πιθανώς πραγματοποιούν.



2. Βιβλιογραφία

- Παντίδος, Π. & Ηρακλειώτη, Ε. (2015). Προφορικός λόγος και σωματική έκφραση: σχέσεις αλληλεξάρτησης στην οικοδόμηση των επιστημονικών εννοιών. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη, Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σσ. 296-304, <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>
- Χαχλιουτάκη, Μ., Παντίδος, Π. & Ηρακλειώτη, Ε. (2018). Προφορικός λόγος, σχέδιο και χειρονομίες: αναλύοντας τις απαντήσεις των παιδιών για τη δημιουργία των σεισμών. Στο Μ. Καλογιαννάκης (Επιμ.), *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση: προκλήσεις και προοπτικές*, (117-134), Αθήνα: Gutenberg.
- Alibali, M. W., Kita, S., & Young, A. J. (2000). Gesture and the process of speech production: We think, therefore we gesture. *Language and Cognitive Processes*, 15(6), 593–613.
- Church, R. B. (1999). Using gesture and speech to capture transitions in learning. *Cognitive Development*, 14(2), 313–342.
- de Ruiter, J. P. (2007). Postcards from the mind: The relationship between speech, imagistic gesture, and thought. *Gesture*, 7, 21–38.
- Gibson, D. J., Gunderson, E. A., Spaepen, E., Levine, S. C., & Goldin-Meadow, S. (2019). Number gestures predict learning of number words. *Developmental Science*, 22(3), 1-14.
- Givry, D., & Roth, W.-M. (2006). Toward a new conception of conceptions: Interplay of talk, gestures, and structures in the setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 1086–1109.
- Goldin-Meadow, S. (2015). From action to abstraction: gesture as a mechanism of change. *Developmental Review*, 38, 167–184.
- Goldin-Meadow, S. (2017). What the hands can tell us about language emergence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24, 213–218.
- Goldin-Meadow, S. (2018). Taking a hands-on approach to learning. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 5(2), 163-170.
- Goldin-Meadow, S., & Alibali, M. W. (2013). Gesture's role in speaking, learning, and creating language. *Annual Review of Psychology*, 64, 257-283.
- Gunderson, E. A., Spaepen, E., Gibson, D., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2015). Gesture as a window onto children's number knowledge. *Cognition*, 144, 14-28.
- Hwang, S., & Roth, W. M. (2011). The (embodied) performance of physics concepts in lectures. *Research in Science Education*, 41(4), 461-477.
- Novack, M. A., Congdon, E. L., Hemani-Lopez, N., & Goldin-Meadow, S. (2014). From action to abstraction: using the hands to learn math. *Psychological Science*, 25(4), 903-910.
- Ping, R., Church, R.B., Decatur, M.A., Larson, S., Zinchenko, E., & Goldin-Meadow, S. (2019, July 18). Unpacking the gestures of chemistry learners: what the hand tell us about individuals' understanding of stereochemistry. *PsyArXiv Preprints*, ανακτήθηκε από <https://psyarxiv.com/qbzdg/>.
- White, M. D., & Marsh, E. E. (2006). Content analysis: a flexible methodology. *Library Trends*, 55(1), 22–45.
- Zohar, R., Bagno, E., Eylon, B.-S., & Abrahamson, D. (2017). Motor skills, creativity, and cognition in learning physics concepts, *Functional Neurology, Rehabilitation, and Ergonomics*, 7(3), 67-76.



Μάθηση μέσω σχεδιασμού στο μάθημα της φυσικής: Μέτρηση της μεταβολής του ενδιαφέροντος και της γνωστικής εξέλιξης μαθητών/τριών Γυμνασίου

Γεώργιος Χιώνης¹, Κρυσταλλία Χαλκιά²

¹ Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ² ΠΤΔΕ, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται σε μια διδακτική παρέμβαση που βασίζεται στη Μάθηση Μέσω Σχεδιασμού, στο πλαίσιο του μαθήματος της φυσικής Γ' Γυμνασίου ενός δημόσιου σχολείου. Βασικός στόχος ήταν η μελέτη της μεταβολής του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών στη φυσική και της γνωστικής εξέλιξής τους, σε σύγκριση με μια διδασκαλία καθοδηγούμενης ανακάλυψης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση αύξησε το ενδιαφέρον στη διδακτική διαδικασία, διατήρησε σε μεγαλύτερο βαθμό το ενδιαφέρον στη φυσική, ενώ σε γνωστικό επίπεδο, αν και είχε ισοδύναμα άμεσα αποτελέσματα συγκριτικά με την καθοδηγούμενη ανακάλυψη, παρουσίασε καλύτερα μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα, ειδικά στις μαθήτριες.

Λέξεις-κλειδιά: μάθηση μέσω σχεδιασμού, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Design Based Learning in the subject of physics: Measuring the change of interest and cognitive development of lower secondary education school students

Georgios Hionis¹, Krystallia Halkia²

¹ Secondary Education, ² Faculty of Primary Education, School of Education, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

This study refers to a teaching intervention based on Design Based Learning, implemented to ninth grade students of a public school, in the subject of physics. The main objective was to study the change in students' interest in physics and their cognitive development, as opposed to a guided inquiry approach. The results showed that the intervention increased the students' interest in the teaching process, maintained a greater interest in physics, while on a cognitive level, although it had equivalent direct results as compared to guided inquiry, it showed better long-term results, especially for the female students.

Keywords: Design Based Learning, secondary education



1. Εισαγωγή

Η Μάθηση Μέσω Σχεδιασμού (ΜΜΣ) είναι μια μαθησιακή προσέγγιση που βασίζεται στη μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος και στη μάθηση μέσω μικρών ερευνών, και εστιάζει στο σχεδιασμό και τη δημιουργία ενός τεχνήματος από τους/τις ίδιους/ες τους μαθητές/τριες (Gómez Puente, et al. 2013). Ανταποκρίνεται στις σύγχρονες προτάσεις για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν, είτε άμεσα (National Research Council 2012) είτε έμμεσα (European Commission 2015) την ενσωμάτωση της μηχανικής (engineering).

Η παρούσα εργασία αναφέρεται σε μια διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο του μαθήματος της φυσικής που έγινε σε μαθητές/τριες τεσσάρων τμημάτων της Γ' Γυμνασίου ενός δημοσίου σχολείου του Δήμου Ζωγράφου Αττικής. Σε δύο τμήματα πραγματοποιήθηκε παρέμβαση που βασίζεται στη ΜΜΣ (ομάδα παρέμβασης), ενώ στα υπόλοιπα δύο εφαρμόστηκε η καθοδηγούμενη ανακάλυψη (ομάδα ελέγχου), μέθοδο με την οποία μέχρι τότε εργαζόνταν όλα τα τμήματα του συγκεκριμένου σχολείου.

Στόχος μας ήταν να εξετάσουμε αν στην ομάδα παρέμβασης με τη ΜΜΣ παρατηρείται διαφοροποίηση (συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου): (1) στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριων για τη φυσική, και (2) στην επίτευξη των διδακτικών στόχων, τόσο αμέσως μετά την παρέμβαση, όσο και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα.

Σχετικά με την πρόκληση ενδιαφέροντος μέσω της ΜΜΣ, έχει πραγματοποιηθεί μικρός αριθμός ερευνών που εστιάζουν κυρίως στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, χωρίς καθοριστικά αποτελέσματα (Guzey et al. 2016). Σχετικά με τις επιδόσεις, τα αποτελέσματα των μέχρι τώρα ερευνών δείχνουν ίδιες ή ελαφρώς καλύτερες επιδόσεις από άλλες μεθόδους (Fortus et al. 2005, Mehalik et al. 2008, van Breukelen et al. 2017).

2. Μεθοδολογία

Η παρέμβαση έγινε στην ενότητα: ηλεκτρικά κυκλώματα με δύο αντιστάτες συνδεδεμένους (α) σε σειρά και (β) παράλληλα.

Είδος παρέμβασης:

Α) στην ομάδα ελέγχου χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας, σχεδιασμένα κατά το μοντέλο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης, σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές/τριες είχαν συνηθίσει να εργαζόνται. Τα φύλλα εργασίας καθοδηγούσαν τους/τις μαθητές/τριες στην υλοποίηση των κατάλληλων κυκλωμάτων, στην πρόβλεψη για τις σχέσεις που διέπουν τα υπό μελέτη μεγέθη (ρεύμα, τάση, αντίσταση) στα κυκλώματα αυτά, στη μέτρηση των εν λόγω μεγεθών και τέλος στη γενίκευση και εξαγωγή-ανακάλυψη από τους/τις ίδιους/ες τους μαθητές/τριες των ζητούμενων σχέσεων.

Β) Στην ομάδα παρέμβασης δόθηκε το πρόβλημα του σχεδιασμού ενός συστήματος με τη βοήθεια του οποίου ο/η γιατρός μπορεί με ένα διακόπτη να ανάβει δύο κόκκινα LED, εντός και εκτός του ακτινολογικού, όταν αυτό είναι σε λειτουργία. Στους περιορισμούς η τάση λειτουργίας του συστήματος καθοριζόταν σε 3V, ενώ των LED σε 2V. Έτσι, οι μαθητές/τριες έπρεπε να μελετήσουν και να εφαρμόσουν τη σχετική θεωρία, προκειμένου να σχεδιάσουν ουσιαστικά ένα διαιρέτη τάσης με δύο LED παράλληλα.

Δείγμα: το δείγμα ήταν 88 μαθητές/τριες. Ομάδα παρέμβασης: 46 μαθητές/τριες (21 κορίτσια/25 αγόρια) και ομάδα ελέγχου: 42 μαθητές/τριες (16 κορίτσια/26 αγόρια). Επιλέχθηκε το σχολείο που εργάζεται ο



ένας εκ των συγγραφέων, οπότε πρόκειται για ένα βολικό δείγμα, προφανώς μη αντιπροσωπευτικό. Στόχος δεν είναι η γενίκευση, αλλά η εξαγωγή συμπερασμάτων για σύγκριση με αποτελέσματα αντίστοιχων ερευνών.

Εργαλεία έρευνας: (1) Για τη μελέτη του ενδιαφέροντος χρησιμοποιήθηκε (α) ερωτηματολόγιο που βασιζόταν στο ερωτηματολόγιο της PISA 2006, πριν και αμέσως μετά την παρέμβαση και (β) ημιδομημένες συνεντεύξεις σε 14 μαθητές/τριες της ομάδας παρέμβασης, αμέσως μετά την παρέμβαση. (2) Για τη μελέτη της γνωστικής εξέλιξης χρησιμοποιήθηκε ένα φύλλο αξιολόγησης πριν (pre-test) και μετά (post-test) την παρέμβαση. Το φύλλο αξιολόγησης δόθηκε πάλι μετά από ενάμιση μήνα (retain-test) με σκοπό τη μελέτη της χρονικής διατήρησης των γνωστικών επιτευγμάτων.

Πρέπει να σχολιάσουμε ότι πολλές σχετικές έρευνες (Cheung 2018, Hasni & Potvin 2015) βασίζονται στο ερωτηματολόγιο της PISA. Από το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο προσαρμόσαμε τις ερωτήσεις που αφορούν στους παράγοντες που αποτελούν τη δομή του ενδιαφέροντος: συναισθηματικές (απόλαυση της μάθησης), γνωστικές και αξιακές στάσεις προς κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο (Krapp & Prenzel 2011). Επίσης, εξετάσαμε και την επίδραση στο ενδιαφέρον της αυτοαντίληψης (self-concept) (Cheung 2018) και της αυτό-αποτελεσματικότητας (self-efficacy), χωρίς όμως να προκύψει κάποια σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα για το ενδιαφέρον.

Η παρέμβαση υλοποιήθηκε στο διάστημα 5-23/3/2018. Η συμπλήρωση του retain-test πραγματοποιήθηκε στις 3 και 4/5/2018.

Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αναλύθηκαν στο σύνολο των μαθητών/τριών, αλλά και σε σχέση με το φύλο και την κατηγορία επίδοσης (χαμηλής, μέσης και υψηλής επίδοσης) των μαθητών/τριών.

3. Αποτελέσματα

Αποτελέσματα για τη μεταβολή του ενδιαφέροντος, με βάση τα ερωτηματολόγια

Στο σύνολο των μαθητών/τριών, στην ομάδα παρέμβασης δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική μεταβολή, ενώ στην ομάδα ελέγχου έχουμε στατιστικά σημαντική πτώση (Πίνακας 1).

Ως προς το φύλο, στην ομάδα παρέμβασης δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στην ομάδα ελέγχου παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική μείωση για τα κορίτσια. Η αντίστοιχη μείωση στα αγόρια είναι στατιστικά μη σημαντική (Πίνακας 1). Σχολιάζοντας τα παραπάνω αποτελέσματα, παρατηρούμε ότι στη βιβλιογραφία αναφέρονται σχετικά λίγα πεδία της φυσικής, στα οποία το ενδιαφέρον των αγοριών και κοριτσιών να διαφέρει σημαντικά. Στα πεδία αυτά ανήκει και ο ηλεκτρισμός και ηλεκτρονική (Krapp & Prenzel 2011). Η στατιστικά σημαντική πτώση του ενδιαφέροντος στη φυσική, μετά την παρέμβαση, στα κορίτσια της ομάδας ελέγχου, μπορεί να αποδοθεί στο συγκεκριμένο πεδίο της φυσικής που πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση. Σε κάθε περίπτωση, παρατηρούμε ότι τα κορίτσια στην ομάδα παρέμβασης διατηρούν σταθερό το αρχικό ενδιαφέρον τους για τη φυσική.

Τα παραπάνω αποτελέσματα διασταυρώθηκαν και με μη παραμετρικό έλεγχο (τεστ Wilcoxon).

Ανά κατηγορία επίδοσης, παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική μείωση μόνο για τους/τις μαθητές/τριες μεσαίας επίδοσης της ομάδας ελέγχου (Wilcoxon signed rank test $p=0,003$).



Πίνακας 1: Αποτελέσματα των ερωτηματολογίων για το ενδιαφέρον

Μεταβολή ενδιαφέροντος μετά την παρέμβαση σε σχέση με πριν		ΜΟ μεταβολής	Στατιστικός έλεγχος	Συμπέρασμα για διαφορά	
Στο σύνολο των μαθητών	Ομάδα παρέμβασης	-0,095 (1,1%)	t(45)=-0,707, p=0,483	μη σημαντική	
	Ομάδα ελέγχου	-0,454 (5,3%)	t(41)=-2,552, p=0,015	σημαντική μείωση	
Ως προς το φύλλο	Ομάδα παρέμβασης	Αγόρια	-0,13 ή 1,5%	t(24)=-0,667, p=0,511	μη σημαντική
		Κορίτσια	-0,06 ή 0,7 %	t(20)=-0,299, p=0,768	μη σημαντική
	Ομάδα ελέγχου	Αγόρια	-0,26 ή 2,9%	t(25)=-1,251, p=0,223	μη σημαντική
		Κορίτσια	-0,78 ή 9,9%	t(15)=-2,427, p=0,028	σημαντική μείωση

Αποτελέσματα για τη μεταβολή του ενδιαφέροντος, με βάση τις συνεντεύξεις

Στη συνέντευξη έγινε σαφές στους μαθητές/τριες -αν και όλοι/ες το είχαν ήδη αντιληφθεί- ότι η διαδικασία της ΜΜΣ που ακολουθήθηκε είχε σαν σκοπό την επίτευξη κάποιων συγκεκριμένων διδακτικών στόχων, όπως κάναμε μέχρι τότε με τα φύλλα εργασίας που βασιζόνταν στο ανακαλυπτικό μοντέλο.

Στην πρώτη ερώτηση ζητήθηκε να χαρακτηρίσουν ελεύθερα (όχι από κάποια λίστα) την προσέγγιση διδασκαλίας που ακολουθήσαμε (ΜΜΣ) με μια-δυο λέξεις, οι οποίες κατά τη γνώμη τους κυρίως θα την χαρακτήριζαν. Εμφανίστηκαν οι απαντήσεις: «ενδιαφέρουσα» (12/ 14 μαθητές/τριες, 85,7 %) «πρωτόγνωρη» (7/14 μαθητές/τριες, 50,0 %), ενώ άλλες απαντήσεις ήταν: «θετική» (1/14, 7,1%) και «ωραία ιδέα» (1/14, 7,1%).

Στη ρητή ερώτηση που ακολούθησε «Βρήκατε την προσέγγιση διδασκαλίας που ακολουθήσαμε ενδιαφέρουσα;» και οι δεκατέσσερις μαθητές απάντησαν «ναι» (100%).

Στην ερώτηση «Ήταν το ενδιαφέρον σταθερό σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας;» οι έντεκα στους δεκατέσσερις (78,6%) απάντησαν «ναι», τρεις (21%) απάντησαν ότι «είχε λιγότερο ενδιαφέρον στη φάση της αξιολόγησης», καθώς θεωρούσαν ότι α) μέχρι τότε είχε πρακτικά ολοκληρωθεί το ενδιαφέρον κομμάτι της επίλυσης του προβλήματος, ή/και β) τα θέματα που περιλαμβάνονταν στη φάση της αξιολόγησης απαιτούσαν για την επίλυσή τους πολλά μαθηματικά. Από την απάντησή τους αυτή προκύπτει ότι οι μαθητές/τριες θεωρούν πιο ενδιαφέρον το πρακτικό μέρος της ΜΜΣ.

Αποτελέσματα σχετικά με τα γνωστικά επιτεύγματα

Τα αποτελέσματα του pre-test, post-test, και οφέλους (διαφορά μεταξύ post-test - pre-test) δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων παρέμβασης και ελέγχου (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Γνωστικά επιτεύγματα σε pre-test και post-test

Φύλλο αξιολόγησης	Αποτελέσματα		Στατιστικός έλεγχος	Συμπέρασμα για διαφορά
	Ομάδα παρέμβασης	Ομάδα ελέγχου		
pre-test	4,13 (34,4%)	3,93 (32,8%)	t(86)=0,673, p=0,503	μη σημαντική
post-test	7,17 (59,8%)	7,21 (60,1%)	t(86)=-0,092, p=0,927	μη σημαντική
post-test - pre-test	3,04 (25,3%)	3,28 (27,4%)	t(86)=-0,584, p=0,561	μη σημαντική



Σε όρους δείκτη οφέλους ($h = (\%post - \%pre) / (100 - \%pre)$), έχουμε και για τις δύο ομάδες παρόμοιους μεσαίους δείκτες (τμήμα παρέμβασης $h=0,39$ και τμήμα ελέγχου $h=0,41$). Οι δείκτες αυτοί είναι αντίστοιχοι με δείκτες ανάλογων ερευνών, όπως στην έρευνα των (van Breukelen et al. 2017) που είχαν δείκτη $h=0,35$.

Σε σχέση με το φύλο, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές μεταβολές. Εντοπίζουμε, ωστόσο, ότι στην ομάδα παρέμβασης, τα κορίτσια αν και υστερούσαν στο pre-test, στο post-test ξεπέρασαν τα αγόρια. Αυτό παρατηρείται συχνά στη βιβλιογραφία για τη ΜΜΣ (Kolodner et al. 2003).

Στα αποτελέσματα μεταξύ post-test και retain-test, στο σύνολο των μαθητών/τριών, στατιστικά σημαντική μεταβολή (αύξηση) έχουμε μόνο στην ομάδα παρέμβασης (Πίνακας 3). Σε σχέση με το φύλο, στατιστικά σημαντική μεταβολή (αύξηση) παρουσιάζεται μόνο στα κορίτσια της ομάδας παρέμβασης (Πίνακας 3). Σε σχέση με την κατηγορία επίδοσης, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές μεταβολές.

Πίνακας 3 Σύγκριση retain-test και post-test

(post-test)- (retain-test)		ΜΟ μεταβολής	Στατιστικός έλεγχος	Συμπέρασμα για διαφορά	
Στο σύνολο των μαθητών	Ομάδα παρέμβασης	0,61	$t(41)=0,711, p=0,464$	μη σημαντική	
	Ομάδα ελέγχου	0,19	$t(45)=2,872, p=0,006$	σημαντική αύξηση	
Ως προς το φύλλο	Ομάδα παρέμβασης	Αγόρια	$t(24)=1,163, p=0,108$	μη σημαντική	
		Κορίτσια	$t(20)=1,310, p=0,021$	σημαντική αύξηση	
	Ομάδα ελέγχου	Αγόρια	-0,154	$t(25)=-0,478, p=0,637$	μη σημαντική
		Κορίτσια	0,750	$t(15)=1,861, p=0,083$	μη σημαντική

(*) Μη παραμετρικά Wilcoxon test επίσης επιβεβαιώνουν τα παραπάνω συμπεράσματα

4. Συμπεράσματα

Η εισαγωγή της ΜΜΣ είναι εφικτή για το σύνολο των μαθητών/τριών στο κανονικό πρόγραμμα του Γυμνασίου, τουλάχιστο για κάποιες ενότητες του Αναλυτικού Προγράμματος του μαθήματος της φυσικής, με αποτελέσματα ισοδύναμα με την καθοδηγούμενη ανακάλυψη.

Η ΜΜΣ φαίνεται να αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών στη διδακτική διαδικασία και να διατηρεί το ενδιαφέρον στη συγκεκριμένη ενότητα των ηλεκτρικών διατάξεων.

Σε γνωστικό επίπεδο, αν και είχε ισοδύναμα άμεσα αποτελέσματα, παρουσίασε καλύτερα μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα συγκριτικά με την καθοδηγούμενη ανακάλυψη.

Τέλος, η ΜΜΣ φαίνεται να έχει σημαντικότερα θετικά αποτελέσματα στα κορίτσια.

5. Βιβλιογραφία

Cheung, D. (2018). The key factors affecting students' individual interest in school science lessons. *International Journal of Science Education*, 40(1), 1–23.



- European Commission. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. EU publications. Brussels: EU publications.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dersheimer, R. C., Marx, R. W., Naaman, R. M., Fortus, D., & Mamlok-naaman, R. (2005). Design - based science and real - world problem - solving problem-solving. *International Journal of Science Education*, 693(May).
- Gómez Puente, S. M., Eijck, M. van, & Jochems, W. (2013). Facilitating the learning process in design-based learning practices: an investigation of teachers' actions in supervising students. *Journal Research in Science & Technological Education*, 31(3), 288–307.
- Guzey, S., Moore, T., & Morse, G. (2016). Student Interest in Engineering Design-Based Science. *School Science and Mathematics*, 116(8), 411–419.
- Hasni, A., & Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(3), 337–366.
- Kolodner, J., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Ryan, M. (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design Into Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495–547.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & Schuun, C. (2008). Middle-School Science Through Design-Based Learning versus Scripted Inquiry: Better Overall Science Concept Learning. *Journal of Engineering Education*, 97(January), 71–85.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- van Breukelen, D. H. J., de Vries, M. J., & Schure, F. A. (2017). Concept learning by direct current design challenges in secondary education. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(3), 407–430.



Όταν μαθητές εμπλέκονται στο σχεδιασμό πειραμάτων χημείας: Η περίπτωση της απλής αντικατάστασης

Στυλιανή Χριστοπούλου¹, Γεώργιος Κ. Ζαχαρής²

¹6^ο Γενικό Λύκειο Καλλιθέας, ²Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των πειραμάτων στην κατανόηση των χημικών αντιδράσεων απλής αντικατάστασης, όταν αυτά σχεδιάζονται από τους ίδιους τους μαθητές με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού. Μαθητές δύο τμημάτων της Α΄ Λυκείου, εκτέλεσαν την εργαστηριακή άσκηση με τη μέθοδο της καθοδηγούμενης διερεύνησης και με επιβεβαιωτική διερεύνηση αντίστοιχα. Στους μαθητές δόθηκαν ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τα ευρήματα της έρευνας αναφέρουν τη μη διαφοροποίηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στο μάθημα της Χημείας και τα πειράματα. Ωστόσο, βελτίωση παρουσίασε ο βαθμός κατανόησης του διδακτικού αντικείμενου στην περίπτωση της εργαστηριακής άσκησης που διενεργήθηκε με τη μέθοδο της καθοδηγούμενης διερεύνησης.

Λέξεις κλειδιά: Καθοδηγούμενη διερεύνηση, πείραμα, απλή αντικατάσταση, Χημεία

When students get involved in planning experiments in Chemistry: The case of single replacement reaction

Styliani Christopoulou¹, Georgios K. Zacharis²

¹6th Lyceum of Kallithea, ²Hellenic Open University

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the effectiveness of experiments in understanding single *replacement* reactions when they are designed by the students themselves with teacher guidance. In this context, 48 students of the first grade were divided into two groups, one of which performed the experiment according to the classical method and the other according to the proposed method. Questionnaires were provided to students before and after the experiment. Study's findings suggest that the students' attitude towards Chemistry and experiments were not significantly different. On the contrary, the understanding of the teaching subject was enhanced in the case of the guided inquiry conducted laboratory exercise.

Keywords: Guided inquiry, experiment, single displacement, Chemistry



1. Εισαγωγή

Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές οι μαθητές συχνά ενεργούν μηχανικά, εκτελώντας απλά οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού, ενώ στις περιπτώσεις που συμμετέχουν οι ίδιοι ενεργά δημιουργώντας στο σχολικό εργαστήριο ουσίες καθημερινές ζωής (Λιάπη & Τσαπαρλής, 2007), ή μελετούν και προτείνουν οι ίδιοι πειραματικές διαδικασίες επηρεάζονται θετικά γιατί νιώθουν να αυτενεργούν, αυξάνεται η παρατηρητικότητα τους και βελτιώνονται οι δεξιότητές τους (Αναστασίου & Τσαπαρλής, 2013). Σχετικά με τις εργαστηριακές ασκήσεις όπως αναφέρει ο Κουμαράς (2017, σελ. 168 - 172), η πορεία προς την αυτενέργεια ξεκινά με την επιβεβαιωτική διερεύνηση κατά την οποία οι μαθητές έχουν σαφείς οδηγίες για τα βήματα που θα ακολουθήσουν ενώ γνωρίζουν από πριν τα αποτελέσματα της διερεύνησης. Επόμενο επίπεδο αποτελεί η καθοδηγούμενη διερεύνηση (ανακάλυψη) κατά την οποία δίνονται η ερώτηση καθώς και οδηγίες για τη διαδικασία, ενώ δεν γνωρίζουν την απάντηση.

Έρευνες σχετικά με την καθοδηγούμενη ερευνητική εργαστηριακή άσκηση σε φοιτητές και μαθητές δείχνουν ότι είναι αναγκαίο να προχωρήσει η έρευνα γύρω από το θέμα των εργαστηριακών ασκήσεων, να επισημανθούν προβλήματα ή δυσλειτουργίες και να δημιουργηθεί υλικό στην κατεύθυνση της αυτενέργειας των μαθητών και της αναζήτησης κινήτρων για την εμπλοκή τους στο πείραμα (Cheung, 2011, Mumba, Banda & Chabalengula, 2015, Μαυρόπουλος & Πέτρου, 2007, Ξενοφώντος, Χοβαρδάς, Ζαχαρία, de Jong & Pedaste, 2016).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των πειραμάτων της Χημείας Α' Λυκείου στην περίπτωση διδασκαλίας της απλής αντικατάστασης που περιλαμβάνονται στους εργαστηριακούς οδηγούς και η παρουσίαση μιας θεωρίας διδακτικής με βάση την οποία οι ίδιοι οι μαθητές, αφού έχουν διδαχθεί την αντίστοιχη ενότητα και με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού σχεδιάζουν τα πειράματα. Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας αφορούν στη στάση των μαθητών απέναντι στην εργαστηριακή διδασκαλία της Χημείας, τη μεταβολή ή μη της στάσης τους απέναντι στα πειράματα μετά από το σχεδιασμό των πειραμάτων από τους ίδιους και στο κατά πόσο συντελεί το πείραμα βάσει οδηγιών στην κατανόηση των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης σε σχέση με το πείραμα που σχεδιάζεται από τους ίδιους.

2. Μεθοδολογία

Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 48 μαθητές της Α' Λυκείου, δυο ισάριθμων τμημάτων του βου Γενικού Λυκείου Καλλιθέας. Αρχικά έγινε διδασκαλία του κεφαλαίου «Χημικές αντιδράσεις», όπως περιγράφεται στο βιβλίο μαθητή της Α' Λυκείου. Στους μαθητές δόθηκαν χημικές εξισώσεις από όλα τα είδη για συμπλήρωση. Παρουσιάστηκαν πειράματα επίδειξης από την καθηγήτρια ενώ οι μαθητές εκτέλεσαν σε ομάδες χημικές αντιδράσεις για να αποκτήσουν εμπειρία. Επιπλέον, δόθηκε αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-questionnaire) για τη διερεύνηση της στάσης τους απέναντι στο μάθημα της Χημείας, τη σημασία του πειράματος καθώς και την κατανόηση των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης. Το ερωτηματολόγιο, που κατασκευάστηκε με βάση την αντίστοιχη ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία περιελάμβανε 15 ερωτήσεις κλειστού και ανοιχτού τύπου που σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να αντιστοιχούν στα ερευνητικά ερωτήματα. Οι ερωτήσεις χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: α) ερωτήσεις δημογραφικού χαρακτήρα και ερωτήσεις σχετικά με το αν υπήρχε ή όχι προηγούμενη εργαστηριακή εμπειρία, β) ερωτήσεις από τη σχετική βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με τη διερεύνηση της στάσης τους απέναντι στο μάθημα της Χημείας, τη γνώμη τους για τον ρόλο των πειραμάτων και γ) ερωτήσεις με στόχο τη διερεύνηση της κατανόησης των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης.



Σε δεύτερη φάση, μετά από 15 ημέρες οι μαθητές και των δυο τμημάτων εκτέλεσαν εργαστηριακή δραστηριότητα σε αντιδράσεις απλής αντικατάστασης όπως προτείνονται από τον Οδηγό για τον Εκπαιδευτικό του ΥΠΑΙΘ (2016 - 17). Το τμήμα Α1 (24 μαθητές) εργάστηκε με τη μέθοδο της Καθοδηγούμενης Διερεύνησης (ΚΔ) αφού προηγήθηκε συζήτηση σχετικά με το στόχο του πειράματος. Το ισάριθμο τμήμα Α2 εκτέλεσε τα πειράματα με τη μέθοδο της Επιβεβαιωτικής Διερεύνησης (ΕΔ), αφού δόθηκαν σαφείς οδηγίες.

Τέλος οι μαθητές συμπλήρωσαν εκ νέου το ερωτηματολόγιο (post-questionnaire) με σκοπό τη διερεύνηση πιθανής διαφοροποίησης ως προς τα ερωτήματα του πρώτου ερωτηματολογίου ανάμεσα στις δυο ομάδες. Εξετάστηκε η αλλαγή ή μη της αντίληψής τους για τη σημασία του πειράματος στο μάθημα της Χημείας και αν η μέθοδος της ΚΔ είχε θετικά αποτελέσματα για την κατανόηση του συγκεκριμένου αντικειμένου.

3. Αποτελέσματα

Οι μαθητές και των δυο τμημάτων είχαν πριν τη διδακτική παρέμβαση κατά πλειοψηφία θετική στάση απέναντι στο μάθημα της Χημείας θεωρώντας ότι είναι «ενδιαφέρον μάθημα», ενώ ήταν επιφυλακτικοί ως προς την ευκολία του. Εμφάνιζαν επίσης, θετική στάση απέναντι στα πειράματα λόγω της συνεργασίας υποδεικνύοντας ως θετικό, το στοιχείο της έκπληξης. Μετά τη διδακτική παρέμβαση τα αποτελέσματα δεν διαφοροποιήθηκαν αισθητά εκτός από την περίπτωση της ερώτησης «αν η Χημεία είναι δύσκολο μάθημα» στην οποία οι μαθητές του τμήματος που εργάστηκε με ΚΔ μετατοπίστηκαν περισσότερο προς απαντήσεις που δείχνουν ότι το θεωρούν δύσκολο συγκριτικά με τους μαθητές που εργάστηκαν με ΕΔ, οι οποίοι είχαν αντίστροφη τάση. Τα ευρήματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με έρευνες σχετικές με την ΚΔ που αναφέρουν βελτίωση του τρόπου που οι μαθητές έβλεπαν το μάθημα της Χημείας, αποδοτικότερη συνεργασία και μεγαλύτερο ενθουσιασμό (Hofstein, Shore & Kirpnis, 2004, Sesen & Tarhan 2013, Qing, Ni & Hong, 2010, Βαϊνάς, Βλάσση & Καραλιώτα, 2007 και Πλιάκου, 2016).

Σχετικά με την αναγνώριση των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης ανάμεσα σε άλλες, η πλειοψηφία των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση έδειχνε ότι ήταν σε θέση να το κάνει με επιτυχία, γεγονός που δεν άλλαξε σημαντικά μετά τη διδακτική παρέμβαση και για τα δυο τμήματα. Στην ερώτηση «αν μια αντίδραση απλής αντικατάστασης γίνεται πάντα» τα ποσοστά των μαθητών που απάντησαν πως διαφωνούν (σωστή απάντηση) αποτελούσαν την πλειοψηφία τόσο στο αρχικό όσο και στο τελικό ερωτηματολόγιο και για τα δυο τμήματα χωρίς σημαντικές διαφοροποιήσεις. Στην εξήγηση όμως που έδωσαν οι μαθητές που εργάστηκαν με τη μέθοδο της ΚΔ παρουσιάστηκε μεγάλη αύξηση του ποσοστού της σωστής απάντησης μετά τη διδακτική παρέμβαση, σε αντίθεση με τους μαθητές που εργάστηκαν με ΕΔ στους οποίους παρατηρήθηκε ασήμαντη μείωση του ποσοστού της σωστής απάντησης.

Στη συμπλήρωση των χημικών εξισώσεων παρουσιάστηκε μεγάλη αύξηση των σωστών απαντήσεων στο τμήμα της ΚΔ μετά τη διδακτική παρέμβαση σε σχέση με το τμήμα της ΕΔ που παρουσίασε πολύ μικρή αύξηση των σωστών απαντήσεων. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στις επόμενες ερωτήσεις που αφορούσαν στη σειρά δραστικότητας μετάλλων καθώς και στη δοκιμασία αποθήκευσης ενός διαλύματος σε μεταλλικό δοχείο, ερωτήσεις που αποσκοπούσαν στο να γίνει αντιληπτό αν βελτιώθηκε η κατανόηση των αντιδράσεων μετά τη διδακτική παρέμβαση, κάτι που επιβεβαιώθηκε πλήρως στην περίπτωση της ΚΔ. Το γεγονός αυτό έρχεται σε συμφωνία με τις έρευνες που αναφέρουν την καλύτερη κατανόηση από τους μαθητές, των χημικών εννοιών τις οποίες διαπραγματεύονται, όταν χρησιμοποιηθεί η ΚΔ (Bunterm et al. 2014, Kirpnis & Hofstein, 2008, Szalay & Tóth, 2016, Qing et al. 2010).



4. Συμπεράσματα

Η μελέτη της βιβλιογραφίας των τελευταίων ετών καταδεικνύει τη σημασία της πρακτικής εργασίας, και συγκεκριμένα της εργαστηριακής άσκησης, στην κατανόηση εννοιών, μοντέλων, ιδιοτήτων της ύλης, αρχών και κάθε αντικείμενου που σχετίζεται με τη φύση των Φυσικών Επιστημών αλλά και στην ανάπτυξη θετικών στάσεων των μαθητών απέναντι στο μάθημα της Χημείας (Κουμαράς, 2017· Κόκκοτας, 2010· Mc Comas, 2008· Αναστασίου & Τσαπαρλής, 2013· Λιάπη & Τσαπαρλής, 2007· Μαυρόπουλος & Πέτρου, 2007· Qing, et al 2010· Sneddon & Hill, 2011).

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δεν αναφέρουν κάποια μεταβολή των στάσεων των μαθητών ως προς το μάθημα της Χημείας και ειδικότερα τα πειράματα. Αντίθετα, παρατηρήθηκε βελτίωση του βαθμού κατανόησης του διδακτικού αντικείμενου από τους μαθητές στην περίπτωση της εργαστηριακής άσκησης που διενεργήθηκε με τη μέθοδο της ΚΔ σε σχέση με αυτήν που πραγματοποιήθηκε βάσει οδηγιών, γεγονός που είναι δυνατόν να αποδοθεί στο ότι το πείραμα που σχεδιάζεται από μαθητές είναι περισσότερο αποτελεσματικό στην κατανόηση των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης. Η παρούσα εργασία προτείνει την εφαρμογή της ΚΔ ως ένα πλαίσιο ώστε οι εργαστηριακές ασκήσεις να γίνουν περισσότερο αποτελεσματικές στην εκπαιδευτική πρακτική.

5. Βιβλιογραφία

Αναστασίου, Α & Τσαπαρλής, Γ (2013). Εφαρμογή διδακτικών εννοιών του προγράμματος PARSEL σε θέματα Χημείας – Αποτελεσματικότητα και σύγκριση με την παραδοσιακή διδασκαλία. *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών επιστημών και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση»,* (σ. 195-203), Βόλος.

Βαϊνάς, Δ., Βλάσση, Μ. & Καραλιώτα, Α. (2007). Εφαρμογή της καθοδηγούμενης διερευνητικής μεθόδου κατά τη διδασκαλία μιας εργαστηριακής άσκησης Χημείας (αντιδράσεις απλής αντικατάστασης). *Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»,* 5(B), (σ. 716-724), Ιωάννινα.

Κόκκοτας, Π. (2010). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (μέρος δεύτερο). Αθήνα, Γρηγόρης.

Κουμαράς, Π. (2017). Διδάσκοντας Φυσική Αύριο. Αθήνα. Gutenberg.

Λιάπη, Ε. & Τσαπαρλής, Γ. (2007). Μαθητές γυμνασίου εκτελούν οι ίδιοι δημιουργικά πειράματα στα οξέα –βάσεις που συνδέονται με την καθημερινή ζωή- Μια πρώτη αξιολόγηση και σύγκριση με συμβατικά πειράματα. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών επιστημών και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση»,* 5(B), 725-734, Ιωάννινα.

Οδηγός για τον Εκπαιδευτικό, Χημεία (Τάξεις Α,Β,Γ). ΙΕΠ, 2015, σελ. 80. Ανακτήθηκε από: <http://repository.edulll.gr/edulll/handle/10795/1763>

Μαυρόπουλος, Α., & Πέτρου, Α. (2007). Η ερευνητική εργαστηριακή άσκηση: Εφαρμογή στην ενότητα Χημική Κινητική. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών επιστημών και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση»,* 5(B), (σ. 735-740), Ιωάννινα.

Ξενοφώντος, Ν., Χοβαρδάς, Τ., Ζαχαρία, Ζ., Jong de, Τ., & Pedaste, Μ. (2016) Η επίδραση ενός εργαλείου διατύπωσης υποθέσεων και ενός εργαλείου σχεδιασμού πειραμάτων στις δεξιότητες διερεύνησης που αποκτούν μαθητές Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης όταν εργάζονται σε ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο μαθησιακό περιβάλλον διερεύνησης. *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»,* (σ.745-752), Ιωάννινα.



Πλιάκου, Μ. (2016). Έλεγχος και σύγκριση ακορεστότητας λιπών και ελαίων: μια εφαρμογή πειραματικών δραστηριοτήτων διερευνητικής μάθησης στη Χημεία της Β' Λυκείου. *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες»*, (σ. 243-250), Θεσσαλονίκη.

Bunterm, T., Lee, K., Lan Kong, J., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattanaovongsa, J. & Rachahoon, G. (2014). Do Different Levels of Inquiry Lead to Different Learning Outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36, 1937 – 1959.

Cheung, D. (2011). Teacher Beliefs about Implementing Guided-Inquiry Laboratory Experiments for Secondary School Chemistry. *Journal Of Chemistry. Education*, 88, 1462–1468.

Hofstein, A., Shore, P., & Kipnis, M. (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: a case study. *International Journal of Science Education*, 26(1), 47–62.

Kipnis, M., & Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 601- 627.

Mc Comas, W. (2008). Ιδέες - κλειδιά για τη διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης, Στο Β. Κουλαϊδής, Α. Αποστόλου & Κ. Καμπουράκης (Επιμ)., *Η φύση των Επιστημών- Διδακτικές προσεγγίσεις* (σελ. 249-256).

Mumba, F., Banda, A., & Chabalengula, V.M. (2015). Chemistry Teachers' Perceived Benefits and Challenges of Inquiry-based Instruction in Inclusive Chemistry Classrooms. *Science Education International*, 26(2), 180-194.

Qing, Z., Ni, S., Hong, T. (2010). Developing critical thinking disposition by task- based learning in chemistry experiment teaching. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4561-4570.

Sesen, B.A., & Tarhan, L. (2013) Inquiry-Based Laboratory Activities in Electrochemistry: High School Students' Achievements and Attitudes. *Research in science education*, 43, 413–435.

Sneddon, P.H., & Hill, R.A. (2011). Perceptions, views and opinions of university students about chemistry learning during practical work at school. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 312–32.

Szalay, L. & Tóth, Z. (2016) An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step' experiments. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 923- 961.



**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**



Εκπαιδευτικό Υλικό για τις Μεγάλες Ιδέες των Επιστημών: Μια εφαρμογή στην Εδαφομηχανική

Μαρίνα Πανταζίδου

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Περίληψη

Ο απώτερος στόχος αυτού του άρθρου είναι να υποστηρίξει την πρακτική επιλογής θεματικών ενοτήτων διδασκαλίας με βάση το ερώτημα «τι αξίζει να διδαχθεί στον καθένα από τις επιστήμες;» ακόμα και σε πανεπιστημιακό επίπεδο. Προς αυτήν την κατεύθυνση, παρουσιάζει μια μεθοδολογική τεκμηρίωση από τον χώρο της εγκύκλιος και της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης (σε αντιδιαστολή με τον χώρο της μη τυπικής ή άτυπης μάθησης) και δίνει ως παράδειγμα μια πιλοτική εφαρμογή στην Εδαφομηχανική, η οποία περιλαμβάνει τις βασικές γνώσεις της Γεωτεχνικής Μηχανικής, μιας από τις κύριες εξειδικεύσεις του πολιτικού μηχανικού.

Λέξεις-κλειδιά: σχεδιασμός διδακτικού υλικού, γνώση εμπειρογνώμονα, εκπαίδευση στην επιστήμη πολιτικού μηχανικού

Educational Material for the Big Ideas of the Disciplines: An application in Soil Mechanics

Marina Pantazidou

National Technical University of Athens

Abstract

This article ultimately aims to support the practice of selecting instruction topics with guidance from the question “what is worth being taught to *everyone* from the disciplines?” even at the university level. To this end, it presents methodological corroboration from the field of formal education (as opposed to non-formal or informal learning) and gives an example pilot application in Soil Mechanics, which includes the basics of Geotechnical Engineering, one of the main branches of Civil Engineering.

Keywords: design of instructional material, expert knowledge, civil engineering education



1. Εισαγωγή

Οι μεγάλες ιδέες των επιστημών προσφέρουν έναν συνεκτικό ιστό για την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού το οποίο απευθύνεται σε ευρύ φάσμα μαθητών (κατ' ελάχιστον: Λύκειο, Πανεπιστήμιο, διά βίου μάθηση). Ο εντοπισμός των μεγάλων ιδεών (βλέπε Ενότητα 2, Παράγραφο Γ) ενδέχεται να απαιτήσει εκμείωση γνώσης, καθώς συχνά αυτές είναι αρρήτως γνωστές στους εμπειρογνώμονες των επιστημών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού προϋποθέτει την ανάδειξη και καταγραφή αυτής της γνώσης. Μια υπόθεση που καταθέτει προς κρίση η παρούσα εργασία είναι ότι ο έγκυρος εντοπισμός των μεγάλων ιδεών απαιτεί εξειδίκευση και όχι απλώς εξοικείωση μέσω σπουδών.

Η διαδικασία συστηματικού εντοπισμού των μεγάλων ιδεών ξεπερνά κατά πολύ τη στόχευση της παρούσας εργασίας, η οποία αποτελεί μέρος ευρύτερου εγχειρήματος που αποσκοπεί να αναδείξει τις μεγάλες ιδέες των επιστημών και να τις πλαισιώσει με εκπαιδευτικό υλικό ευρέος φάσματος. Θα μπορούσαμε όμως να φανταστούμε μια ευγενή άμιλλα μεταξύ θεματικών πεδίων για την απάντηση του βασικού ερωτήματος το οποίο διατυπώνεται σε παραλλαγές όπως: «τι θεμελιώδες αξίζει να διδαχθεί στον καθένα από το θεματικό πεδίο;», «ποια μεγάλη ιδέα του θεματικού πεδίου αξίζει να διδαχθεί στον καθένα;», «ποιο ουσιαστικό ερώτημα αξίζει να απαντηθεί με τρόπο κατανοητό στον καθένα;».

Το παρόν άρθρο δίνει μια απάντηση στις πιο πάνω ερωτήσεις με ένα παράδειγμα από την Εδαφομηχανική, μάθημα που εισάγει φοιτητές πολυτεχνείων στη Γεωτεχνική Μηχανική, μια από τις κύριες εξειδικεύσεις του πολιτικού μηχανικού. Η Ενότητα 2 (Μεθοδολογία & Διαδικασία) περιγράφει τις μεθοδολογικές συγγένειες του εγχειρήματος και προτείνει μια διαδικασία εφαρμογής, και στη συνέχεια η Ενότητα 3 (Πιλοτική εφαρμογή & Αναμενόμενα αποτελέσματα) δίνει το παράδειγμα εφαρμογής στην Εδαφομηχανική. Η εργασία απευθύνεται σε αναγνωστικό κοινό διδασκόντων (α) σε Τμήματα Πολιτικών Μηχανικών, (β) σε Παιδαγωγικά Τμήματα και (γ) στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο.

2. Μεθοδολογία & Διαδικασία

Το εκπαιδευτικό υλικό βασίζεται σε τρεις κύριες μεθοδολογικές επιρροές:

A. Η έμφαση δίνεται στο περιεχόμενο (και όχι στη διδακτική μέθοδο), σύμφωνα με την ανάπτυξη της έννοιας «παιδαγωγική γνώση περιεχομένου» (pedagogical content knowledge, ευρέως γνωστή ως PCK) από τον Shulman (1986). Η δημιουργία του υλικού αντιμετωπίζεται και ως ευκαιρία ανάπτυξης της παιδαγωγικής γνώσης περιεχομένου της Εδαφομηχανικής, κι έτσι προσφέρεται ως μέσο επικοινωνίας με την εκπαιδευτική κοινότητα της Γεωτεχνικής Μηχανικής (βλέπε και Ε, ΣΤ πιο κάτω). Η παιδαγωγική γνώση περιεχομένου των διδασκόντων στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση έχει απασχολήσει αρκετά τη βιβλιογραφία (Gess-Newsome and Lederman 1999). Αντιθέτως, οι αναφορές στην παιδαγωγική γνώση περιεχομένου των διδασκόντων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση είναι σπάνιες (Fernandez-Balboa and Stiehl 1995; Major and Palmer 2006) και εστιάζουν στα γενικά χαρακτηριστικά της (μάλλον επειδή αυτά δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις), ακυρώνοντας σε μεγάλο βαθμό την έμφαση στο περιεχόμενο (το κλειδικό "C" της PCK).

B. Η προβλεπόμενη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού, όπως και η αξιολόγησή του, εστιάζει στην εννοιολογική γνώση. Η προσέγγιση αυτή λαμβάνει υπόψη τον πλέον συνήθη τρόπο εξέτασης πολυτεχνειακών μαθημάτων, αποσκοπώντας στον εμπλουτισμό της: καθώς η εξέταση βασίζεται κυρίως σε επίλυση αριθμητικών προβλημάτων, πολύ σπάνια αξιολογείται η φύση των εννοιών που κατασκευάζουν οι φοιτητές. Είναι ενδεικτικό ότι οι Montfort et al. (2009) βρήκαν ασήμαντη βελτίωση της



εννοιολογικής κατανόησης θεμελιωδών εννοιών της Μηχανικής μεταξύ φοιτητών των πρώτων ετών και φοιτητών των τελευταίων ετών προγράμματος σπουδών Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, ακόμα και φοιτητών μεταπτυχιακού επιπέδου, παρ' όλη τη βελτίωση των υπολογιστικών δεξιοτήτων τους.

Γ. Η επιλογή των μεγάλων ιδεών είναι συμβατή με το διδακτικό πλαίσιο των Wiggins and McTighe (2005) «Κατανόηση βάσει Σχεδιασμού» (Understanding by Design), το οποίο συνιστά στους διδάσκοντες να οργανώνουν διδακτικές ενότητες γύρω από τις «Μεγάλες Ιδέες» τις οποίες το μάθημα αποσκοπεί να αναπτύξει. Σύμφωνα με τους Wiggins and McTighe (2005), «μια μεγάλη ιδέα είναι μια έννοια, ένα θέμα ή ένα ζήτημα που νοηματοδοτεί επί μέρους γεγονότα ή δεξιότητες» (“a big idea is a concept, theme or issue that gives meaning to discrete facts and skills”). Οι μεγάλες ιδέες των Wiggins and McTighe (2005) ανήκουν στα θεματικά πεδία, δεν πρόκειται δηλαδή για διαθεματικές ιδέες των επιστημών, όπως π.χ. «σύγκριση μικρόκοσμου - μακρόκοσμου» (Σπύρτου κ.α. 2018) ή «δομή της ύλης» (Stevens et al. 2009). Όμως, οι μεγάλες ιδέες δεν είναι ούτε τίτλοι κεφαλαίων. Είναι πιο συγγενικές στις οργανωτικές αρχές που χρησιμοποιούν οι εμπειρογνώμονες για να τακτοποιήσουν θεματική γνώση. Ή αλλιώς, ξανά με τα λόγια των Wiggins and McTighe (2005), οι μεγάλες ιδέες «είναι τα κερδισμένα με κόπο αποτελέσματα της ερευνητικής αναζήτησης, τρόποι σκέψης και αντίληψης που χαρακτηρίζουν τους εμπειρογνώμονες» (“they are the hard won results of inquiry, ways of thinking and perceiving that are the province of the expert”). Οι Wiggins and McTighe (2005) επιπλέον προτείνουν τη διατύπωση των ουσιαστών ερωτημάτων (essential questions) του κάθε κλάδου, τα οποία οδηγούν στον εντοπισμό των μεγάλων ιδεών. Κατ' αναλογία, οι διδακτικές ενότητες μπορούν να οργανωθούν γύρω από τα ουσιαστικά ερωτήματα ενός θεματικού πεδίου.

Το παραπάνω μεθοδολογικό υπόβαθρο από τη βιβλιογραφία συμπληρώνουν τρία ακόμα ζητούμενα:

Δ. Το τεχνικό περιεχόμενο του εκπαιδευτικού υλικού έχει αρκετή τεχνική ουσία ώστε να είναι χρήσιμο και στο κύριο ακροατήριό του, τους αρχάριους φοιτητές πανεπιστημίου στο οικείο θεματικό πεδίο. Οπωσδήποτε το εύρος του ακροατηρίου επιβάλλει κάποιες γενικεύσεις και απλοποιήσεις, στον βαθμό όμως που διατηρείται η πιστότητα των θεμελιακών εννοιών. Έτσι, αν η παρουσίαση μιας ιδέας στο Γυμνάσιο συνεπάγεται την αλλοίωσή της, το εγχείρημα μεταφέρεται στο Λύκειο. Η παρουσίαση για ένα ευρύτερο ακροατήριο προσφέρει στους φοιτητές του θεματικού πεδίου την ευκαιρία να ανιχνεύσουν, και σταδιακά να αναιρέσουν, τις απαιτηθείσες απλοποιήσεις: με αυτόν τον τρόπο, μπορούν οι ίδιοι να μετασχηματίσουν την εκδοχή ευρέος ακροατηρίου σε μια εκδοχή αμιγώς πανεπιστημιακού επιπέδου.

Ε. Το τεχνικό περιεχόμενο του εκπαιδευτικού υλικού υποβάλλεται στην κρίση αναγνωρισμένων εμπειρογνομώνων του θεματικού πεδίου, ακολουθώντας το μοντέλο της έρευνας. Η συμβολή αυτών των εμπειρογνομώνων κρίνεται απαραίτητη για να εξασφαλισθεί η τεχνική αρτιότητα και πιστότητα στο υψηλότερο δυνατό επίπεδο (καθώς και να αποφευχθεί –κατά το δυνατόν– η συχνή περιφρόνηση των πανεπιστημιακών σε κάθε τι προσιτό που κακώς νοείται ως «εκλαϊκευση»).

ΣΤ. Παράλληλα με την κρίση από εμπειρογνώμονες, επιδιώκεται η εμπλοκή της επιστημονικής κοινότητας της Γεωτεχνικής Μηχανικής σε διεθνές επίπεδο, ώστε να εντοπιστούν οι ανάγκες των διδασκόντων και να προστεθούν στο διδακτικό υλικό απαντήσεις σε τυχόν σχόλιά τους.

3. Πιλοτική εφαρμογή & Αναμενόμενα αποτελέσματα

Επιλογή μεγάλης ιδέας

Όπως προαναφέρθηκε, αναζητούνται οι λίγες μεγάλες ιδέες εντός της κάθε επιστήμης που αξίζει να διδαχθούν στον καθένα, αυτές που της δίνουν τα ιδιαίτερα της χαρακτηριστικά. Η έλλειψη πλήρους



συναίνεσης μεταξύ των εμπειρογνομόνων δεν είναι απαγορευτική. Ευτυχώς, στη Γεωτεχνική Μηχανική υπάρχει καθολική αποδοχή της έννοιας «ενεργός τάση» ως μεγάλης ιδέας: ουσιαστικά η ανάδειξη του ρόλου της στην εξίσωση που περιγράφει την καθίζηση ως συνάρτηση του χρόνου καθιέρωσε την Εδαφομηχανική ως ξεχωριστό αντικείμενο μελέτης του πολιτικού μηχανικού στη δεκαετία του 1920 (Lambe and Whitman 1979: σελ. 407). Με βάση τη μεθοδολογική προσέγγιση της Ενότητας 2 του παρόντος άρθρου, το εκπαιδευτικό υλικό οδηγεί σταδιακά τον ακροατή στη μεγάλη ιδέα της Εδαφομηχανικής «ενεργός τάση», με αφορμή το ουσιώδες ερώτημα «τι συμβαίνει όταν συμπιέζεται το έδαφος», που αποτελεί και τον τίτλο του παραδείγματος εφαρμογής.

Περιγραφή εκπαιδευτικού υλικού

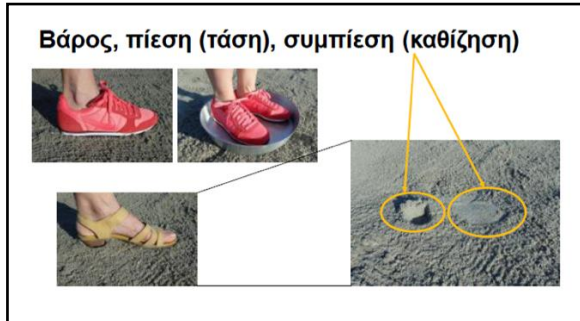
Το εκπαιδευτικό υλικό χωρίστηκε σε επιμέρους ενότητες για να διατηρείται η προσοχή του ακροατή (Choe 2017): μια 3λεπτη εισαγωγή, τρία ημι-αυτόνομα βιντεομαθήματα (βιντεοσκοπημένες παρουσιάσεις PowerPoint ή screencasts) που διαρκούν 13 λεπτά τα δύο πρώτα και 22 λεπτά το τρίτο, και έναν 4λεπτο επίλογο. Όλα τα βίντεο συνοδεύονται από τα αρχεία PowerPoint με τις διαφάνειες και το πλήρες κείμενο των παρουσιάσεων (transcript) με κάποιες επιπλέον επεξηγηματικές υποσημειώσεις. Το υλικό είναι διαθέσιμο, στα ελληνικά και στα αγγλικά, μέσω του ιστότοπου της International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) (Pantazidou 2019a,b). Η διαθεσιμότητα του συνοδευτικού υλικού διευκολύνει την επανάληψη, αλλά και την ισότιμη κρίση (peer review), που μπορούν να γίνουν πιο γρήγορα ανατρέχοντας στοχευμένα στις διαφάνειες και στο κείμενο, αντί να απαιτείται να ξαναπαιχτεί το βίντεο.

Η εισαγωγή καταθέτει την άποψη ότι ακόμα και ένα μη προβεβλημένο θεματικό πεδίο όπως η Εδαφομηχανική έχει (τουλάχιστον) ένα αντικείμενο που αξίζει να διδαχθεί στον καθένα: τι συμβαίνει όταν συμπιέζεται το έδαφος. Η «πλοκή» του βιντεομαθήματος προσθέτει στο «τι» του ουσιώδους ερωτήματος και το αντίστοιχο «γιατί» (συμβαίνει αυτό που συμβαίνει) και εκτυλίσσεται σε τρία μέρη.

Με παράδειγμα την καθίζηση ενός κτηρίου, στο πρώτο μέρος εισάγονται τα κύρια στοιχεία της συμπίεσης των εδαφών και τα απαραίτητα μεγέθη για την ποσοτικοποίηση της καθίζησης, όπως είναι η δύναμη (βάρος ή φορτίο) και η πίεση ή τάση (φορτίο/επιφάνεια θεμελίωσης). Δίνεται μια περιγραφική απάντηση στο αρχικό ερώτημα με τη βοήθεια ενός σκίτσου με μεγενθυμένους κόκκους ξηρής άμμου: όταν το έδαφος συμπιέζεται, συμπιέζεται ο εδαφικός σκελετός, δηλαδή το συσσωμάτωμα των εδαφικών κόκκων, οι οποίοι πλησιάζουν ο ένας τον άλλον, ενώ μικραίνει ο όγκος των πόρων. Τονίζεται η σημασία που έχει στην Εδαφομηχανική η στάθμη του νερού και ότι κάτω από αυτήν τη στάθμη το έδαφος είναι κορεσμένο (ο όγκος των πόρων του κορεσμένου εδάφους καταλαμβάνεται μόνο από νερό). Όλο το υπόλοιπο βιντεομάθημα ασχολείται μόνο με κορεσμένα εδάφη, τα οποία καθιζάνουν ενώ παράλληλα φεύγει από τους πόρους τους το νερό που δεν χωράει πια στον μικρότερο όγκο κενών του συμπιεσμένου εδαφικού σκελετού. Σε μια άμμο αυτό το επιπλέον νερό θα φύγει γρήγορα, αλλά σε μια άργιλο θα αργήσει, επειδή το νερό ρέει πολύ αργά μέσα από τους πολύ μικρούς πόρους της άργιλου. Γι' αυτό στα άργιλικά εδάφη, αν η καθίζηση ενός κτηρίου είναι μεγάλη, θα πρέπει να περιμένουμε να ολοκληρωθεί πριν συνδέσουμε το κτήριο με τα δίκτυα κοινής ωφελείας ή, εναλλακτικά, θα πρέπει να επιταχύνουμε την ολοκλήρωσή της. Περιληπτικά, το πρώτο μάθημα θυμίζει τι πετυχαίνουμε όταν μοιράζουμε το βάρος (ή οποιαδήποτε δύναμη) σε μεγαλύτερη επιφάνεια (το Σχήμα 1 δείχνει δύο σχετικές διαφάνειες του εκπαιδευτικού υλικού), παρουσιάζει το έδαφος να συμπιέζεται επειδή κατασκευάζεται ένα κτήριο, και εξηγεί τη διαφορά όταν το χύμα κάτω από το κτήριο είναι άμμος ή άργιλος.

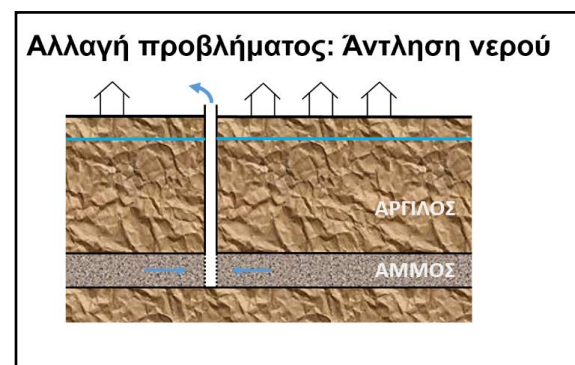
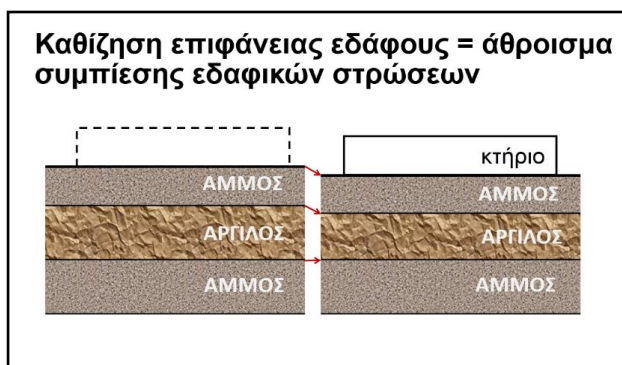


Σχήμα 1: Δύο διαφάνειες από το πρώτο μέρος του βιντεομαθήματος: σχέση μεταξύ βάρους, επιφάνειας στήριξης-θεμελίωσης (παπούτσι, ταψί, πέδιλο με τακούνι, πέδιλο κτηρίου) και συμπίεσης.



Το δεύτερο μέρος πραγματεύεται την άντληση νερού, επειδή και αυτή προκαλεί καθίζηση. Στόχος του δεύτερου μέρους είναι να κινήσει την περιέργεια του ακροατή γιατί δύο φαινομενικά ασύνδετα έργα μηχανικού (κατασκευή κτηρίων και άντληση νερού – βλέπε Σχήμα 2) έχουν το ίδιο αποτέλεσμα (συμπίεση) και να προσφέρει κίνητρο στον ακροατή να παρακολουθήσει το τρίτο μέρος που δίνει την απάντηση. Παρουσιάζονται δύο εμβληματικά περιστατικά καθίζησης από άντληση. Η Βενετία, όπου η άντληση επέφερε καθίζηση 13 εκατοστών: αν και σχετικά μικρή καθίζηση, δημιουργεί προβλήματα στη Βενετία όπου η στάθμη της ξηράς είναι πολύ κοντά στη στάθμη της θάλασσας (Carbognin et al. 2005). Και η Πόλη του Μεξικού, όπου έχουν σημειωθεί καθιζήσεις έως 7–10 μέτρα (Auvinet 2016). Με τη σύγκριση των δύο περιστατικών τονίζεται ότι τα μαλακά/χαλαρά εδάφη (όπως η άργιλος στην Πόλη του Μεξικού) έχουν μεγάλο όγκο πόρων, γι' αυτό και μπορούν να συμπιεστούν πολύ.


Σχήμα 2: Δύο έργα μηχανικού που προκαλούν συμπίεση του εδάφους: κατασκευή κτηρίου (διαφάνεια από το πρώτο μέρος του βιντεομαθήματος) και άντληση νερού (διαφάνεια από το δεύτερο μέρος).



Ο στόχος του τρίτου μέρους είναι να εξηγήσει πώς η Εδαφομηχανική μπορεί να προβλέψει ποσοτικά τη συμπίεση του εδάφους, έχοντας ορίσει τη θεμελιώδη έννοια (τη μεγάλη ιδέα) της ενεργού τάσης, και ταυτόχρονα να δώσει το ιστορικό υπόβαθρο της σύλληψης αυτής της έννοιας (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Διαφάνειες του τρίτου μέρους που καθοδηγούν τον ακροατή να παρακολουθήσει τη σύλληψη της μεγάλης ιδέας «ενεργός τάση» από τον θεμελιωτή της Εδαφομηχανικής Καρλ Τερζάκι.

<p>Κοινός ο μηχανισμός συμπίεσης λόγω φόρτισης ή άντλησης</p> <p>ΚΑΘΙΖΗΣΗ</p>  <p>Ο Τερζάκι στο Μετσόβιο Πολυτεχνείο το 1958</p> <p>Μια πιθανή οπτική γωνία: συνδέεται με φόρτιση</p> <p>Καρλ Τερζάκι (Karl von Terzaghi, 1883-1963): οπτική γωνία του <u>εδαφικού σκελετού</u></p>	<p>Η ΜΕΓΑΛΗ ΙΔΕΑ της Εδαφομηχανικής</p> <p>Ο Τερζάκι ¹ ξεχωρίζει τάση* που επιβάλλεται εξωτερικά στο έδαφος, σ σ = ολική τάση</p> <p>τάση που νιώθει ο εδαφικός σκελετός, σ' $\sigma' = \text{ενεργός τάση}$</p> <p>² βρίσκει πώς συνδέονται: $\sigma' = \sigma - u$</p> <p>u = πίεση νερού εδαφικών πόρων</p> <p>* τάση = δύναμη/επιφάνεια</p>
---	--

Το τρίτο μέρος πραγματεύεται το ερώτημα πώς είναι δυνατόν η άντληση, που δεν επιβάλλει στο έδαφος κάποιο επιπλέον φορτίο όπως το βάρος ενός κτηρίου, να προκαλεί καθίζηση; Για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα, πρέπει να διακρίνουμε μεταξύ δύο τάσεων: της ολικής τάσης (σ) που οφείλεται στα φορτία που επιβάλλονται στο έδαφος, και της ενεργού τάσης (σ'), που εκφράζει τι νιώθει ο εδαφικός σκελετός, και είναι ίση με την ολική τάση μείον την πίεση του νερού των πόρων (u), δηλαδή $\sigma' = \sigma - u$. Για να καταλάβουμε τον ρόλο της πίεσης του νερού των πόρων βοηθάει να σκεφτούμε την άνωση, που μας κάνει να νιώθουμε πιο ελαφρύ το σώμα μας μέσα στο νερό. Γι' αυτό έχει σημασία να ξέρουμε πού είναι η στάθμη του νερού, επειδή σχετίζεται με την πίεση του νερού και, άρα, με την ενεργό τάση. Εφόσον η ενεργός τάση σ' είναι ίση με $\sigma - u$, μεγαλώνει (άρα το έδαφος συμπιέζεται) όταν μεγαλώνει η ολική τάση (σ) ή όταν μειώνεται η πίεση του νερού των πόρων (u). Αυτό συμβαίνει όταν αντλούμε: μικραίνει η πίεση του νερού, μεγαλώνει η τάση που νιώθει ο εδαφικός σκελετός και άρα το έδαφος συμπιέζεται. Για να προβλέψουμε ποσοτικά την καθίζηση, χρειάζεται (1) να υπολογίσουμε την αύξηση της ενεργού τάσης και (2) να κάνουμε πειράματα σε εδαφικά δείγματα στο εργαστήριο, για να συνδέσουμε την αύξηση της ενεργού τάσης με τη συμπίεση των δειγμάτων που έχουμε πάρει από το έδαφος της περιοχής που μας ενδιαφέρει.

Το τρίτο μέρος καταλήγει με το παράδειγμα της χαμηλής στάθμης του εδάφους, κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, στην Ολλανδία. Και στην Ολλανδία η άντληση νερού έχει προκαλέσει καθίζηση, η οποία όμως οφείλεται κυρίως σε χημικό φαινόμενο –την οξειδωση του οργανικού εδάφους που όταν έρχεται σε επαφή με το οξυγόνο του αέρα, λόγω της πτώσης της *στάθμης* του υπόγειου νερού, συρρικνώνεται και συμπιέζεται– και όχι μόνο σε μηχανικό φαινόμενο –όπως είναι η αύξηση της ενεργού τάσης λόγω της πτώσης της *πίεσης* του υπόγειου νερού.

Τέλος, ο επίλογος συνοψίζει (i) σε μια διαφάνεια την απάντηση στο ερώτημα «τι συμβαίνει όταν συμπιέζεται το έδαφος» (Σχήμα 4α) και χρησιμοποιεί τη μελέτη της καθίζησης του εδάφους (ii) σε μια δεύτερη διαφάνεια ως ένα παράδειγμα της πρόβλεψης των επιπτώσεων τις οποίες μπορεί να επιφέρουν οι επεμβάσεις των μηχανικών στις φυσικές διεργασίες, και (iii) σε μια τρίτη διαφάνεια ως μια ευκαιρία γενίκευσης του τρόπου δουλειάς των επιστημών του μηχανικού (Σχήμα 4β).



Σχήμα 4: Διαφάνειες από τον επίλογο: (α) σύνοψη απάντησης στο αρχικό ερώτημα και (β) γενίκευση της μεθοδολογίας απάντησης στο αρχικό ερώτημα (σχήμα από Auvinet 2016).



Στόχευση εκπαιδευτικού υλικού & Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα σχετίζονται με τη φόρτιση του εδάφους από κατασκευές και την καθίζηση ως αποτέλεσμα της άντλησης νερού και ελέγχονται με μια σειρά ερωτήσεων πολλαπλών επιλογών που συνοδεύουν τα βιντεομαθήματα του εκπαιδευτικού υλικού, π.χ. «Θεμελιώνουμε τα κτήρια σε πεπλατυσμένα πέδιλα ... (α) για να μειώσουμε τη δύναμη που δέχεται το έδαφος από το κτήριο ή (β) για να μειώσουμε την πίεση που δέχεται το έδαφος από το κτήριο». Για τους φοιτητές πανεπιστημίου, επιπλέον ανοιχτές ερωτήσεις εμβαθύνουν σε χαρακτηριστικές συμπεριφορές του εδάφους (π.χ. «Αν σταματήσουμε την άντληση, ξαναγυρνάει η επιφάνεια του εδάφους στη στάθμη πριν από την άντληση; Αιτιολογήστε την απάντησή σας») και στον ρόλο που παίζει το είδος του εδάφους στο μέγεθος της καθίζησης.

Σε υψηλό επίπεδο αφαίρεσης, το εκπαιδευτικό υλικό εξοικειώνει τους μαθητές και τους φοιτητές με τις εξής δύο αλήθειες της επιστήμης:

- τα μεγέθη-κλειδιά των θεματικών πεδίων (όπως η ενεργός τάση) ξεκλειδώνουν πλήθος προβλημάτων (δηλ., στη συγκεκριμένη εφαρμογή, και η φόρτιση εδάφους από κατασκευές και η άντληση νερού προκαλούν καθίζηση του εδάφους), και
- κοινά επιφανειακά χαρακτηριστικά παρατηρήσεων δεν εγγυώνται κοινό εξηγητικό πλαίσιο (όπως στο παράδειγμα για την Ολλανδία).

Τέλος, από τη σκοπιά του επαγγελματικού προσανατολισμού, το υλικό στοχεύει στην εξοικείωση με τύπους προβλημάτων που απασχολούν τον πολιτικό μηχανικό.

Περιβάλλοντα μάθησης

Υλικό που αναπτύσσεται σύμφωνα με τις ιδέες αυτής της εργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις δημιουργικές ζώνες διδασκαλίας στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο. Σε επόμενη φάση δουλειάς θα διερευνηθεί αν υπάρχει ενδιαφέρον από πλευράς διδασκόντων Γυμνασίου και Λυκείου, και αν ναι, θα αναπτυχθεί συνοδευτικό υποστηρικτικό υλικό για τους διδάσκοντες, π.χ. για να τονίσει συνδέσεις με υλικό που ήδη εντάσσεται στο πρόγραμμα διδασκαλίας.



Ένα ακόμα περιβάλλον μάθησης, σε επίπεδο Λυκείου, αφορά όχι τόσο τη διεύρυνση τεχνικών γνώσεων, αλλά γνώσεων επαγγελματικού προσανατολισμού. Μια μελλοντική επέκταση της δουλειάς θα προσθέσει παρόμοια βιντεομαθήματα για μεγάλες ιδέες άλλων εξειδικεύσεων του πολιτικού μηχανικού (π.χ. δομοστατικού μηχανικού, συγκοινωνιολόγου μηχανικού, υδραυλικού μηχανικού). Με αυτά τα βιντεομαθήματα οι μαθητές Λυκείου που σκέφτονται να σπουδάσουν πολιτικοί μηχανικοί εξοικειώνονται όχι μόνο με τι ασχολείται ένας πολιτικός μηχανικός, αλλά και με τι είδους προβλήματα θα ασχολούνται οι ίδιοι ως φοιτητές σε ένα Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Το κύριο περιβάλλον μάθησης είναι η διδασκαλία του πανεπιστημιακού μαθήματος της Εδαφομηχανικής, και είναι αυτό που εξασφαλίζει την τεχνική πιστότητα του περιεχομένου. Μετά από εισαγωγική διάλεξη για την καθίζηση αργιλικών εδαφών, οι φοιτητές θα βλέπουν τα βίντεο «κατ' οίκον» και θα καλούνται να τα συζητήσουν και να απαντήσουν ερωτήσεις εμβάθυνσης σε επόμενη συνάντηση. Εναλλακτικά, το υλικό του βιντεομαθήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εισαγωγικό μάθημα Εδαφομηχανικής σε ένα ακροατήριο των φοιτητών του προπτυχιακού μαθήματος και κάποιων προσκεκλημένων μαθητών Λυκείου με ενδιαφέρον για σπουδές μηχανικού. Ο διδάσκων μπορεί να χρησιμοποιήσει τις διαφάνειες ή να προβάλει τις παρουσιάσεις τμηματικά και κατόπιν να ακολουθήσει συζήτηση. Για τους μαθητές Λυκείου ο σκοπός είναι να «δουν» τον μελλοντικό εαυτό τους, ενώ για τους φοιτητές να δουν το μάθημα της Εδαφομηχανικής σε ένα ευρύτερο πλαίσιο. Στο τέλος του εξαμήνου, θα ζητείται από τους φοιτητές να δουν ξανά το βιντεομάθημα και, με τις γνώσεις του εξαμήνου, να απαντήσουν σε ερωτήσεις εμβάθυνσης.

Τέλος, το εκπαιδευτικό υλικό θα αποτελεί διαδικτυακό υλικό ανοικτής πρόσβασης για όσους βρίσκουν ελκυστικό στον ελεύθερο χρόνο τους να μαθαίνουν σε πανεπιστημιακό επίπεδο.

Αποτελέσματα κρίσης και Μελλοντική δουλειά

Το εκπαιδευτικό υλικό κρίθηκε από τρεις καθηγητές σε Τμήματα Πολιτικών Μηχανικών της Ελλάδας, δύο με εξειδίκευση στη Γεωτεχνική Μηχανική και μία μηχανικό διαφορετικής εξειδίκευσης με προηγούμενη εμπειρία παρακολούθησης και ολοκλήρωσης ανοιχτών διαδικτυακών μαθημάτων (massive open online courses – MOOCs). Επίσης σχόλια προσέφερε και μία εκπρόσωπος του «ευρέος κοινού», η οποία αναζητήθηκε στον προσωπικό κύκλο της συγγραφέως πάλι με κριτήριο την προηγούμενη εμπειρία παρακολούθησης και ολοκλήρωσης μαθημάτων MOOC. Τα σχόλια των δύο καθηγητών με εξειδίκευση στη Γεωτεχνική Μηχανική εστίασαν κυρίως σε διευκρινίσεις για την αποφυγή τυχόν παρανοήσεων και στην παροχή πρόσθετων πληροφοριών σε θέματα που ξεφεύγουν από το στενό αντικείμενο της συμπίεσης των εδαφών (π.χ. την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας στην Αδριατική Θάλασσα στην περιοχή της Βενετίας). Αντίθετα, τα σχόλια της καθηγήτριας διαφορετικής εξειδίκευσης και της εκπροσώπου του ευρέος κοινού εστίασαν στα σημεία που τους δυσκόλεψαν και στις προσπάθειες που έκαναν για να αντιμετωπίσουν αυτές τις δυσκολίες κατανόησης. Τα παραπάνω σχόλια χρησιμοποιήθηκαν για την προσθήκη υποσημειώσεων στο κείμενο της παρουσίασης και σε λίγες αλλαγές του κειμένου του βιντεομαθήματος στα αγγλικά. Για παράδειγμα, προστέθηκε η αναφορά στην άνωση για την καλύτερη κατανόηση του ρόλου της πίεσης του νερού. Οι υποσημειώσεις κρίθηκαν χρήσιμες και διατηρήθηκαν και στο αγγλικό κείμενο, καθώς προσφέρουν περαιτέρω επεξηγήσεις χωρίς να διακόπτουν τη ροή της παρουσίασης.

Η μελλοντική δουλειά περιλαμβάνει κρίση του βιντεομαθήματος στα αγγλικά από εμπειρογνώμονες της διεθνούς κοινότητας των γεωτεχνικών μηχανικών, τα σχόλια των οποίων αναμένεται να εμπλουτίσουν τις σημειώσεις που συνοδεύουν το κείμενο των παρουσιάσεων. Το βιντεομάθημα στα ελληνικά θα χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία μαθήματος Εδαφομηχανικής με τη μέθοδο της ανεστραμμένης μάθησης



(flipped learning), δηλαδή οι φοιτητές θα παρακολουθήσουν το βίντεο πριν συζητηθούν στην τάξη επιλεγμένα σημεία του.

4. Συμπερασματικά σχόλια

Η παρούσα εργασία περιγράφει μια προσέγγιση της εκπαίδευσης που συνίσταται στον εντοπισμό του πυρήνα των θεματικών πεδίων και την ανάδειξή του μέσω της πλαισίωσης των μεγάλων ιδεών κάθε θεματικού πεδίου με διδακτικό υλικό κατάλληλο για ευρύ ακροατήριο. Ως παράδειγμα της προσέγγισης περιγράφηκε μια πιλοτική εφαρμογή σε έναν κλάδο των σπουδών του πολιτικού μηχανικού, ένα βιντεομάθημα σε τρία μέρη. Οι καλές πρακτικές που καθοδήγησαν την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού περιλαμβάνουν: σύνδεση με εμπειρίες από την καθημερινή ζωή (π.χ. πόδι που βουλιάζει σε παραλία, μέρος 1^ο), σύνδεση με συγκεκριμένα περιστατικά (Βενετία, Πόλη του Μεξικού, μέρος 2^ο), αναφορά στο ιστορικό πλαίσιο σύλληψης της μεγάλης ιδέας που δίνει την απάντηση στο ουσιώδες ερώτημα που θέτει το βιντεομάθημα (μέρος 3^ο).

Η προτεινόμενη προσέγγιση διευρύνει την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου (δηλ., στη συγκεκριμένη εφαρμογή, την παιδαγωγική γνώση Γεωτεχνικής Μηχανικής) και σε πανεπιστημιακό επίπεδο. Επιπλέον, αυτή η προσέγγιση της εκπαίδευσης δίνει σε κάθε επιστήμη ευκαιρίες να αναμετρηθεί με το περιεχόμενό της με τρόπο συμπληρωματικό των ευκαιριών που δίνει η έρευνα.

Ευχαριστίες

Η συγγραφέας ευχαριστεί τους Αλεξάνδρα Κατσίρη, Εύα Πανταζίδου, Αχιλλέα Παπαδημητρίου και Θεοδώρα Τίκα για τον χρόνο που αφιέρωσαν να παρακολουθήσουν το βιντεομάθημα και να καταγράψουν τα χρήσιμα κριτικά σχόλιά τους.

5. Βιβλιογραφία

Σπύρτου, Α., Μάνου, Λ., Πέικος, Γ. & Παπαδοπούλου, Π. (2018). *Διερευνώντας τα μυστικά του νανόκοσμου*, Gutenberg, Αθήνα.

Auvinet, G. (2016). *Geotechnical challenges in Mexico City clay*, International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) webinar (<https://www.issmge.org/education/recorded-webinars/geotechnical-challenges-in-mexico-city-clay>).

Carbognin, L., Teatini, P. & Tosi, L. (2005). Land Subsidence in the Venetian area: known and recent aspects, *Giornale di Geologia Applicata*, doi:10.1474/GGA.2005-01.0-01.0001

Choe, E. (2017). *Optimizing video for learning: A case study-based primer of informal, educational, digital video best practices*, Social Science Research Network (<https://ssrn.com/abstract=2909769>).

Fernández-Balboa, J.M. & Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors, *Teaching & Teacher Education*, 11:3, 293-306.



- Gess-Newsome, J. & Lederman, N.G., Eds. (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge*, Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lambe, T.W. & Whitman, R.V. (1979). *Soil Mechanics SI Version*, 1st Edition (1969), New York, NY: John Wiley.
- Major, C.H. & Palmer, B. (2006). Reshaping teaching and learning: The transformation of faculty pedagogical content knowledge, *Higher Education*, 51:4, 619-647.
- Montfort, D., Brown, S. & Pollock, D. (2009). An investigation of students' conceptual understanding in related sophomore to graduate-level engineering and mechanics courses, *J. of Engineering Education*, 98:1, 111-129.
- Pantazidou, M. (2019a). *What happens when soil compresses* (in Greek), ISSMGE webinar (<https://www.issmge.org/education/recorded-webinars/what-happens-when-soil-compresses-greek>).
- Pantazidou, M. (2019b). *What happens when soil compresses*, ISSMGE webinar (<https://www.issmge.org/education/recorded-webinars/what-happens-when-soil-compresses>).
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching, *Educational Researcher*, 15:2, 4-14.
- Stevens, S.Y., Sutherland, L.M. & Krajcik, J.S. (2009). *The big ideas of nanoscale in Science and Engineering*, Arlington, VA: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- Wiggins, G. & McTighe, J. (2005). *Understanding by design*, Expanded 2nd Edition, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.



**ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**



Διαδικτυακά Περιβάλλοντα Μάθησης: εμπειρίες και αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών

Γεώργιος Κ. Ζαχαρίας, Μελπομένη Τσιτουρίδου

EKETEM, ΤΕΠΙΑΕ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα μελετά την εμπειρία μελλοντικών εκπαιδευτικών σε Διαδικτυακά Περιβάλλοντα Μάθησης καθώς και των αντιλήψεων και των αναγκών τους σχετικά με το πως τα συγκεκριμένα περιβάλλοντα μπορούν να ενισχύσουν και να υποστηρίξουν τις σπουδές και την επαγγελματική τους ανάπτυξη. Σημείο εκκίνησης της έρευνας αποτέλεσε ο σχεδιασμός ενός Ανοικτού Ψηφιακού Μαθησιακού Περιβάλλοντος για την υποστήριξη της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ποικίλα επίπεδα επίγνωσης για τα περιβάλλοντα αυτά, θετική εν γένει στάση απέναντι στα οφέλη της διαδικτυακής μάθησης και στην αξιοποίησή της για την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών. Τέλος, εκφράζεται η ανάγκη σύνδεσης των Διαδικτυακών Περιβαλλόντων Μάθησης με την τυπική εκπαίδευση στο ελληνικό πανεπιστήμιο.

Λέξεις-κλειδιά: Διαδικτυακά Περιβάλλοντα Μάθησης, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών

Online Learning Environments: future teachers' experiences and perceptions

Georgios K. Zacharis, Melpomeni Tsitouridou

EKETEM, SECE Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

This research aims to study future teachers' experience in Online Learning Environments as well as their perceptions and needs of how these environments can enhance and support their studies and their professional development. Starting point of the current research was the design of an Open Digital Learning Environment in order to support science education. The results report various levels of awareness in these environments, positive attitude towards the benefits of online learning and its potential to support teacher professional development. Finally, the need to link Online Learning Environments with formal education in Greek universities was expressed.

Keywords: Online Learning Environments, teacher professional development



1. Εισαγωγή

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις και αλλαγές στη ηλεκτρονική μάθηση τα τελευταία χρόνια καθιστούν αναγκαία τη διερεύνηση της ετοιμότητας των εκπαιδευομένων για εκπαίδευση από απόσταση (Vasilevska et al. 2017). Η δυναμική ανάπτυξη και η διάδοση των αλληλεπιδραστικών εργαλείων που βασίζονται στο Web 2.0 έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη ανοικτών και ευέλικτων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που υποστηρίζουν την ενεργό, συνεργατική, αυτοκατευθυνόμενη και δια βίου μάθηση, χωρίς τοπικούς και χρονικούς περιορισμούς (Koutsodimou & Jimoyiannis, 2015). Τα ιδρύματα Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης αντιμετωπίζουν μεγάλες προκλήσεις για μεταρρύθμιση καθώς επιδιώκουν τη βελτίωση της μάθησης και την επιτυχία των φοιτητών τους. Οι προκλήσεις αυτές, οδήγησαν στην ανάδυση τεχνολογιών, όπως οι νέοι τύποι διαδικτυακών πλατφορμών, οι φορητές συσκευές, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και οι Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι με στόχο τη Δια Βίου Μάθηση και Κατάρτιση, όπου ο καθένας μπορεί να έχει πρόσβαση στην εκπαίδευση και να δημιουργεί τις δικές του μαθησιακές εμπειρίες ως μέλος κοινωνικών ομάδων και δικτύων (Koukis & Jimoyiannis, 2017).

Η δημιουργία Διαδικτυακών Περιβαλλόντων Μάθησης (ΔΠΜ), αξιοποιεί τις υπηρεσίες του διαδικτύου, όπως η Σύγχρονη και η Ασύγχρονη Τηλεκπαίδευση. Τα οφέλη των ΔΠΜ είναι πολλά, ωστόσο για να μπορέσει κανείς να τα αποκομίσει θα πρέπει και να τα χρησιμοποιήσει, οπότε είναι σημαντικό να διερευνάται η αποδοχή της τεχνολογίας από τα άτομα και το επίπεδο ετοιμότητάς τους στη χρήση αυτών (Lai, 2008). Παρόλα τα οφέλη αυτά, οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στη διερεύνηση της ετοιμότητάς τους για τη χρήση της τεχνολογίας παρά στις ανάγκες και τις αντιλήψεις των ίδιων των εκπαιδευομένων (Hung, 2016).

Η ετοιμότητα για διαδικτυακή μάθηση ορίζεται ως η προθυμία των εκπαιδευόμενων με καθόλου ή λίγη εμπειρία σε ΔΠΜ, να συμμετέχουν σε αυτό το είδος μάθησης όταν θεωρήσουν πως κατέχουν τις κατάλληλες δεξιότητες για μια επιτυχημένη συμμετοχή τους σε ΔΠΜ (Reeves & Li, 2012). Αφορά δηλαδή, το επίπεδο προθυμίας και προετοιμασίας των συμμετεχόντων να χρησιμοποιήσουν τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και να επωφεληθούν από αυτές (Ilgaz & Gülbahar, 2015). Η επίγνωση αναφορικά με την ύπαρξη και τη χρήση των ΔΠΜ αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την εισαγωγή τους στην επαγγελματική ανάπτυξη διαφόρων επαγγελματικών ομάδων, όπως εκείνη των εκπαιδευτικών (Bogdan et al. 2017). Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση και αξιολόγηση της ετοιμότητας των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τη συμμετοχή τους σε ΔΠΜ (Yu & Richardson, 2015) ώστε οι δημιουργοί των ΔΠΜ όπως είναι τα ακαδημαϊκά Ιδρύματα, να κατανοήσουν τις ανάγκες των εκπαιδευόμενων για την ανάπτυξη συγκεκριμένων στρατηγικών και πολιτικών.

Η παρούσα εργασία διερευνά την εμπειρία Μελλοντικών Εκπαιδευτικών (ΜΕ) με τα ΔΠΜ καθώς και τις αντιλήψεις και τις ανάγκες τους σχετικά με το πως τα ΔΠΜ μπορούν να ενισχύσουν ή/και να εμπλουτίσουν την εκπαίδευσή και την επαγγελματική τους ανάπτυξη.

2. Μεθοδολογία

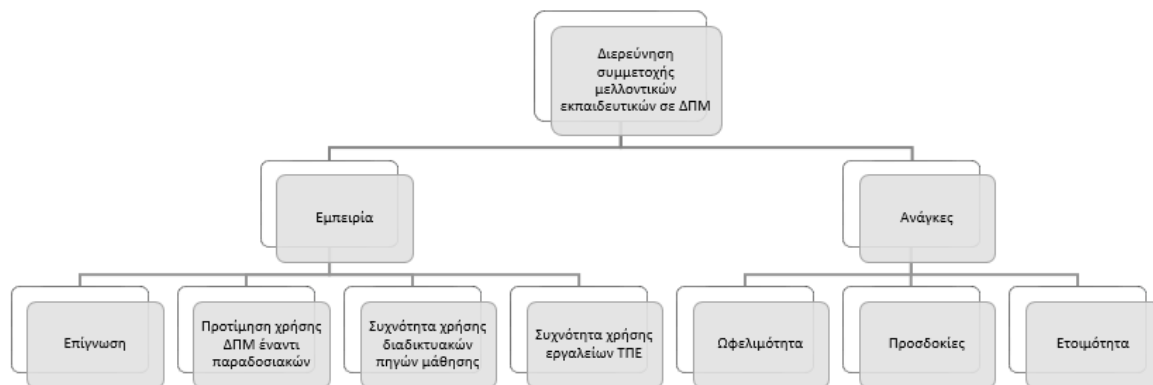
Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν δεκαπέντε (15) προπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες (14 φοιτήτριες και 1 φοιτητής), του Τμήματος Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης του ΑΠΘ. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω μεμονωμένων, ημιδομημένων συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν από την ερευνητική ομάδα. Η επιλογή της ημιδομημένης συνέντευξης προσφέρει πλεονεκτήματα καθώς παρέχει στον ερευνητή τη δυνατότητα να διερευνήσει τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων στην έρευνα, να ελέγξει



τα όρια των γνώσεων τους όπως και να προσθαφαιρεί ερωτήσεις ανάλογα με τις απαντήσεις των ερωτώμενων (Bryman, 2017).

Διαστάσεις του ερωτηματολογίου της ημιδομημένης συνέντευξης αποτέλεσαν: α) η εμπειρία σε ΔΠΜ και β) οι ανάγκες για επιμόρφωση με στόχο την επαγγελματική ανάπτυξη. Για την πρώτη διάσταση χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές όπως, η προτίμηση της διαδικτυακής μάθησης ως εναλλακτική της παραδοσιακής, η συχνότητα χρήσης διαδικτυακών εκπαιδευτικών πηγών (youtube, TedEx κ.α.), το επίπεδο χρήσης εργαλείων των ΤΠΕ κατά τη μάθηση και η προηγούμενη εμπειρία τους στη χρήση διαδικτυακών πηγών επιμόρφωσης (επίγνωση). Για τη δεύτερη διάσταση χρησιμοποιήθηκαν ως μεταβλητές, η ωφελιμότητα για την διαδικτυακή εκπαίδευση, οι προσδοκίες και η ετοιμότητα για τη συμμετοχή τους σε αυτό το είδος εκπαίδευσης (Σχήμα 1).

Σχήμα 1. Διαστάσεις και μεταβλητές της έρευνας.



Συγκεκριμένα, μέσω της ημιδομημένης συνέντευξης ζητήθηκε από τους φοιτητές/τριες να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με: το τι γνωρίζουν για τα ΔΠΜ, το είδος της εμπειρίας που έχουν από τα συγκεκριμένα περιβάλλοντα μάθησης, τη συχνότητα χρήσης των διαδικτυακών πηγών μάθησης, την προτίμησή τους για τη χρήση ΔΠΜ έναντι των παραδοσιακών περιβαλλόντων και την αντιλαμβανόμενη ωφελιμότητα και τους περιορισμούς αυτών, τις προσδοκίες και το επίπεδο ετοιμότητάς τους για την αξιοποίηση της διαδικτυακής μάθησης.

Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων ζητήθηκε από τους ερωτηθέντες να περιγράψουν και να επεξεργαστούν τις όποιες εμπειρίες τους από τα ΔΠΜ για όσους/όσες είχαν συμμετάσχει σε αυτά. Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν και ηχογραφήθηκαν επτά συνεντεύξεις, διάρκειας 30 έως 45 λεπτά. Οι απαντήσεις ομαδοποιήθηκαν και αναλύθηκαν σύμφωνα τον ερευνητικό σχεδιασμό.

3. Αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας διαφαίνεται ότι το ερευνητικό εργαλείο αποτελεί πηγή δεδομένων. Για την εγκυρότητα και αξιοπιστία της μελέτης πραγματοποιήθηκε από τους ερευνητές επανέλεγχος για την πιστοποίηση της διαδικασίας μετατροπής των ψηφιακών ηχητικών εγγραφών σε κείμενο καθώς και της περιγραφής για να πιστοποιηθεί ότι οι ερμηνείες που δόθηκαν είναι



αντιπροσωπευτικές των απόψεων του καθενός. Εντοπίστηκαν τα κύρια σημεία των συνεντεύξεων, τα οποία ομαδοποιήθηκαν και αναλύθηκαν σύμφωνα με τον σχεδιασμό της έρευνας.

Σχετικά με τη διάσταση της εμπειρίας αναγνωρίζονται από μέρους των ΜΕ, ποικίλα επίπεδα επίγνωσης του όρου ΔΠΜ αναφέροντας κυρίως, την εξοικείωση από τη συμμετοχή τους στην ηλεκτρονική πλατφόρμα (e-learning) του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, από όπου αντλούν πληροφορίες και υλικό για τα μαθήματα της σχολής. Κάποιοι από τους ερωτηθέντες ανέφεραν την επιπλέον εμπειρία τους από τη συμμετοχή τους σε επιμορφώσεις για την απόκτηση πιστοποιητικού. Ορισμένοι ΜΕ αναζητούν στο διαδίκτυο (πχ. youtube) πηγές πληροφόρησης σχετικά με ενδιαφέροντα τους, κυρίως για την εκμάθηση ξένης γλώσσας και κιθάρας, ενώ όλοι ανέφεραν τη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Όλοι οι ΜΕ εξέφρασαν την επιθυμία τους να συμμετάσχουν σε ηλεκτρονικά μαθήματα έναντι των παραδοσιακών, στα πλαίσια των σπουδών τους στο τμήμα ωστόσο, τονίζουν την σπουδαιότητα της προσωπικής επαφής με τον διδάσκοντα. Ενδεικτικά αναφέρεται: «*Δεν μπορεί να σε εμπνεύσει ένας καθηγητής από το διαδίκτυο σε σχέση με τη δια ζώσης διδασκαλία*».

Σχετικά με την διάσταση της αναγκαιότητας συμμετοχής σε ΔΠΜ, οι ΜΕ δηλώνουν την επιθυμία τους και την ετοιμότητά τους να συμμετάσχουν σε κάποιο ΔΠΜ με κύριο όμως, σκοπό την επαγγελματική τους ανάπτυξη συμπληρωματικά των σπουδών τους ή μετά το πέρας αυτών. Ενδεικτικά αναφέρεται: «*Θα ήθελα να συμμετάσχω σε κάποιο ΔΠΜ έξω όμως, από το πλαίσιο των σπουδών μου*». Στο πλαίσιο αυτό οι ΜΕ δηλώνουν πως μπορούν εβδομαδιαίως, να διαθέσουν 2-4 ώρες προκειμένου να παρακολουθήσουν ένα πρόγραμμα της επιλογής τους. Σε ό,τι αφορά την ετοιμότητα για διαδικτυακή μάθηση, οι ΜΕ εκφράζουν σιγουριά στη χρήση του διαδικτύου για την ανεύρεση ή τη συλλογή πληροφοριών. Ωστόσο, δυσκολεύονται να διαμορφώσουν το δικό τους πρόγραμμα μελέτης αναφέροντας, πως πολλές φορές βγαίνουν εκτός προγράμματος, εξαιτίας των πολλών ερεθισμάτων του διαδικτύου. Χαρακτηριστικά, σε σχετική ερώτηση για το αν οι ΜΕ διαχειρίζονται το διαθέσιμο χρόνο της για μελέτη ικανοποιητικά, μία ΜΕ αναφέρει: «*όχι, πάντα βγαίνω εκτός χρόνου λόγω ίσως των πολλών ερεθισμάτων στο Διαδίκτυο, κάτι το οποίο με κάνει να αποσπώμαι από το διάβασμα*». Σχετικά με την προσδοκία από τη συμμετοχή σε ένα ΔΠΜ, οι ΜΕ τονίζουν την απόκτηση πιστοποίησης ως τον κύριο παράγοντα για αυτή τους τη συμμετοχή με στόχο την ενίσχυση του βιογραφικού τους στην προσπάθεια εύρεσης εργασίας. Ενδεικτικά αναφέρεται: «*Θα συμμετείχα σε ένα πρόγραμμα μόνο εάν μου παρέχει βεβαίωση σπουδών για να βελτιώσω το βιογραφικό μου*». Εμφανίζουν όμως, μια διστακτικότητα έναντι της πληρωμής για την απόκτηση πιστοποίησης σε ΔΠΜ, όπως ενδεικτικά αναφέρεται: «*Αν είναι να πληρώσω για την εκπαίδευσή μου, θα πληρώσω σε φυσικό πρόσωπο, κάποιον που εμπιστεύομαι*». Τέλος, όλοι οι ΜΕ τονίζουν τη σπουδαιότητα της φυσικής παρουσίας και της συναναστροφής με τον εκάστοτε διδάσκοντα και θεωρούν πιο απρόσωπη τη μάθηση σε ΔΠΜ. Χαρακτηριστική είναι η άποψη μιας ΜΕ: «*Έχω την ανάγκη να γνωρίζω με ποιον κάνω μάθημα, θέλω να παρατηρώ τις κινήσεις του μέσα στην αίθουσα ακόμη και τον τρόπο με τον οποίο συναναστρέφεται με τους φοιτητές και τις φοιτήτριες στα διαλλείματα. Είναι κοινωνικός; Είναι ευγενής; Ή απλά έρχεται για να παραδώσει το μάθημα και να φύγει;*».

4. Συμπεράσματα

Τα ΔΠΜ καθίστανται κατάλληλες μορφές για τους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν μεγαλύτερη εμπειρία και νέες δεξιότητες στο πλαίσιο της επαγγελματικής τους ανάπτυξης. Τα περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα στην Ελλάδα για τα ΔΠΜ (Kappas & Tsolis, 2018, Παπαδάκης & Καλογιαννάκης, 2014), όπως και για την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών και το επίπεδο της ετοιμότητας καθιστούν αναγκαία τη διερεύνηση της ετοιμότητας των εκπαιδευτικών για ηλεκτρονική μάθηση (Hung, 2016).



Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, διαφαίνονται ποικίλα επίπεδα επίγνωσης των ΜΕ σχετικά με τα ΔΠΜ ωστόσο, δηλώνουν την επιθυμία τους και την ετοιμότητά τους να συμμετάσχουν σε κάποιο ΔΠΜ με κύριο σκοπό την επαγγελματική τους ανάπτυξη. Αυτό είναι ένα γεγονός που συμφωνεί με τη γενικότερη αντίληψη πως οι εκπαιδευτικοί είναι δεκτικοί στη μάθηση (Avalos, 2011, Ho et al. 2015)) αλλά και με τη φύση του επαγγέλματός τους (Louws et al. 2017). Επιπλέον, οι ΜΕ τονίζουν όπως και σε άλλες έρευνες (Egloffstein & Ifenthaler, 2017), την απόκτηση πιστοποίησης ως τον κύριο παράγοντα για αυτή τους τη συμμετοχή για την ενίσχυση του βιογραφικού τους στην προσπάθεια εύρεσης εργασίας. Εμφανίζονται όμως, διστακτικοί σχετικά με την καταβολή διδάκτρων για την απόκτηση πιστοποίησης σε ΔΠΜ, επιλέγοντας την κλασική επιλογή της πληρωμής σε φυσικό πρόσωπο, ως την πιο σίγουρη και αξιόπιστη λύση. Επικροτούν την εισαγωγή ΔΠΜ στα ελληνικά πανεπιστήμια, όπου τονίζουν την επιθυμία τους να συμμετάσχουν σε ηλεκτρονικά μαθήματα έναντι των παραδοσιακών, στα πλαίσια των σπουδών τους στο τμήμα. Ωστόσο, εκφράζουν τις αμφιβολίες τους στο κατά πόσο μπορεί αυτού του τύπου η διδασκαλία να υποστηρίξει τη μάθησή τους, με την απουσία της προσωπικής επαφής με τον διδάσκοντα, να αποτελεί τον σημαντικότερο ανασταλτικό παράγοντα. Ταυτόχρονα, προβληματίζονται με το γεγονός ότι δεν αισθάνονται ικανοί να εξατομικεύσουν τον ρυθμό μάθησής τους σε ένα ΔΠΜ, όπου εκ νέου τονίζουν την αναγκαιότητα υποστήριξης της μάθησής τους από τον διδάσκοντα. Τέλος, αναφέρουν την αξία των κλασικών σπουδών και την σημασία αλληλεπίδρασης με τους συνανθρώπους τους. Για το λόγο αυτό προτείνουν ένα μεικτό μοντέλο μάθησης, το οποίο θα συνδυάζει τα οφέλη τόσο της παραδοσιακής διδασκαλίας (δια ζώσης μαθήματα, αλληλεπίδραση, κοινωνικοποίηση) όσο και της διαδικτυακής μάθησης (ευελιξία μάθησης, ρυθμός μελέτης, επανάληψη μαθημάτων). Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι οι Έλληνες ΜΕ είναι άτομα που χρησιμοποιούν και έχουν πρόσβαση στην τεχνολογία σε καθημερινή βάση, είναι έτοιμοι για διαδικτυακή μάθηση και εκφράζονται θετικά ως προς την εισαγωγή ΔΠΜ στα ελληνικά πανεπιστήμια τονίζουν όμως, ταυτόχρονα την σημασία και αξία της παραδοσιακής εκπαίδευσης και κυρίως, της προσωπικής επαφής με τον διδάσκοντα.

Αναγνώριση

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε με υποτροφία του ΙΚΥ, η οποία χρηματοδοτήθηκε από την Πράξη «Ενίσχυση Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/Ερευνητριών» από τους πόρους του ΕΠ «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση» με άξονες προτεραιότητας 6,8,9 και συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ και το ελληνικό δημόσιο».

5. Βιβλιογραφία

Bryman, A. (2017). Μέθοδοι κοινωνικής έρευνας έρευνα (επιμ. Α. Αϊδίνης, μφρ. Π. Σακελλαρίου). Αθήνα: Gutenberg.

Παπαδάκης, Σ. & Καλογιαννάκης, Μ. (2014). «Massive Open Online Courses: Μια πρώτη επισκόπηση του πεδίου». *Της Παιδαγωγός*, 2, 51-58.

Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10-20. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007>

Bogdan, R., Holotescu, C., Andone, D. & Grosseck, G. (2017). How MOOCs are being used for corporate teaching?. *The International Scientific Conference eLearning & Software for Education*, 2, 254-261.

Conole, G. (2014). A new classification schema for MOOCs. *The International Journal for Innovation and Quality in Learning*, 2(3), 65-77.



- Egloffstein, M. & Ifenthaler, D. (2017). Employee Perspectives on MOOCs for Workplace Learning. *TechTrends*, 61(1), 65-70. <http://doi.org/10.1007/s11528-016-0127-3>
- Ho, A. D., Reich, J., Nestreko, S., Seaton, D. T., Mullaney, T. Waldo, J. & Chuang, I. (2014). *Harvard and MITx: The First Year of Open Online Courses*, Fall 2012-Summer 2013, SSRN Electronic Journal.
- Hung, M-L. (2016). Teacher readiness for online learning: Scale development and teacher perceptions. *Computers & Education*, 94, 120-133. <http://doi.org/10.1016/j.comedu.2015.11.012>.
- Ilgaz, H., & Gülbahar, Y. (2015). A snapshot of online learners: e-Readiness, e-Satisfaction and expectations. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i2.2117>.
- Kappas, S. & Tsolis, D. (2018). Greek University MOOC and Secondary Education Teachers' Training. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 17(5), 26-46.
- Koukis, N., & Jimoyiannis, A. (2017). Designing MOOCs for teacher professional development: Analysis of participants' engagement. In A. Mesquita and P. Peres (Eds.), *Proceedings of the 16th European Conference on e-Learning*, ECEL 2017 (pp. 271–280). Porto: Academic Conferences and Publishing International.
- Koutsodimou, K., & Jimoyiannis, A. (2015). MOOCs for teacher professional development: investigating views and perceptions of the participants. Proceedings of the 8th International Conference of Education, *Research and Innovation – ICERI 2015* (pp. 6968-6977). Seville, Spain: IATED.
- Lia, M., Kang, J. & McKelroy, E. (2015). Examining learners' perspective of taking a MOOC: reasons, excitement, and perception of usefulness. *Educational Media International*, 52(2), 129-146. <http://doi.org/10.1080/09523987.2015.1053289>
- Louws, M. L., Meirink, J. A., van Veen, K. & van Driel, J. H. (2017). Teachers' self-directed learning and teaching experience: What, how, and why teachers want to learn. *Teaching and Teacher Education*, 66, 171-183.
- Malita, L., Tiru, L. G. & Grosseck, G. (2018). MOOCs for Teacher Professional Development – A University Challenge? *International Journal of Information and Education Technology*, 8(3), 235-239. <http://doi.org/10.18178/ijiet.2018.8.3.1040>
- Radford, A. W., Robles, J., Cataylo, S., Horn, L., Thornton, J. & Whitfield, K. E. (2014). The employer potential of MOOCs: A mixed-methods study of human resource professionals' thinking on MOOCs. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15 (5).
- Reeves, T. D., & Li, Z. (2012). Teachers' technological readiness for online professional development: Evidence from the USA's e-learning for educators initiative. *Professional Development in Education*, 37(4), 591-611. <https://doi.org/10.1080/02607476.2012.707921>.
- Yu, T. & Richardson, J. C. (2015). An Exploratory Factor Analysis and Reliability Analysis of the Student Online Learning Readiness (SOLR) Instrument. *Online Learning*, 19(5), 120-141.



Εν-ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναπτύσσουν και εφαρμόζουν διδακτικές ενότητες με την αξιοποίηση μικροϋπολογιστικών συστημάτων

Μιχάλης Καλατζαντωνάκης, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, έχει οδηγήσει στην ένταξη τεχνολογικών επιτευγμάτων όπως τα μικροϋπολογιστικά συστήματα (ΜΥΣ) στην εκπαιδευτική διαδικασία, παρέχοντας νέες δυνατότητες στον εκπαιδευτικό. Κατά την ένταξη βέβαια των ΜΥΣ στο σχολικό πλαίσιο, και ιδιαίτερα στην ενσωμάτωσή τους στο πλαίσιο της Διερευνητικής Μάθησης (ΔΜ), οι εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων και των πρακτικών πέντε (5) εν-ενεργεία εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μελετώντας τον τρόπο κατά τον οποίο, σχεδιάζουν και αξιοποιούν τα ΜΥΣ μέσα στην σχολική τάξη.

Λέξεις-κλειδιά: Διερευνητική Μάθηση, Μικροϋπολογιστικά συστήματα, Εκπαίδευση εκπαιδευτικών

In-service primary teachers develop and apply teaching modules based on microcomputer-based-laboratory activities

Michael Kalatzantonakis, Dimitris Stavrou,

Faculty of Primary Education University of Crete

Abstract

The rapid development of technology, has led to the integration of technological achievements, such as Microcomputer-based-laboratory (MBL), providing a wide range of teaching possibilities to the teacher. Teachers, seem to face problems through the implementation of MBL in the classroom, and mostly towards the use of Inquiry Based Learning (IBL). This study, explored the way in which MBL are used by five in-service primary school teachers, who were trained to design and implemented teaching in their classrooms, using MBL.

Keywords: Inquiry based learning, Microcomputer-based-laboratory, teacher education



1. Εισαγωγή

Η Διερευνητική Μάθηση (ΔΜ) αποτελεί ένα αναγνωρισμένο μοντέλο διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), οι διαδικασίες του οποίου, μιμούνται τον τρόπο λειτουργία της επιστήμης (Osborne & Dillon, 2008), ενώ ταυτόχρονα, συνοδεύεται από ποικίλα θετικά αποτελέσματα κατά την εφαρμογή του, μέσω της ανάπτυξης των δεξιοτήτων των μαθητών, αρμονικά με την επιστημονική γνώση (Bell, et al., 2010; Bruckermann et al. 2017). Βέβαια, η ελλιπής κατάρτιση των εκπαιδευτικών σε διαδικασίες πειραματισμού (Glazer, 2011) και διερεύνησης (Saxton et al., 2014), προβάλλει την ανάγκη για οργανωμένη εκπαίδευση αυτών (Bell et al., 2010; Qablan, 2015), ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν αρτιότερα μία διδασκαλία ΦΕ (Gess-Newsome et al., 2017; van Driel et al., 2012). Τα Μικροϋπολογιστικά Συστήματα (ΜΥΣ, Microcomputer-Based-Laboratory), αποτελούν ένα μέσο το οποίο μπορεί να υποστηρίξει τον εκπαιδευτικό να αμβλύνει τα προβλήματα που αντιμετωπίζει κατά την διδασκαλία των ΦΕ στο πλαίσιο της ΔΜ (Testa et al., 2002; Tortosa et al., 2012). Οι συνεχώς αυξανόμενες δυνατότητες που προσφέρουν, μπορούν να βελτιώσουν την κατανόηση των μαθητών καθώς ανοίγουν νέα πεδία στην ΔΦΕ (Sokoloff et al., 2007), ενώ ταυτόχρονα, παρέχουν διαρκώς αυξανόμενες δυνατότητες στον εκπαιδευτικό όσον αφορά την συλλογή των δεδομένων (Glazer, 2011), και την μελέτη των αποτελεσμάτων (Tortosa et al., 2012). Επιπροσθέτως, η παροχή διαφορετικών μορφών απεικόνισης των δεδομένων που συλλέγονται (Barton, 2005), σε συνδυασμό με την πληθώρα αισθητήρων μέτρησης που υπάρχουν, παρέχουν στον εκπαιδευτικό νέες δυνατότητες στην ΔΦΕ (Lavonen, Lattu, Juuti & Meisalo, 2006).

Η παρούσα έρευνα, προσπάθησε να μελετήσει το βαθμό στον οποίο, οι εκπαιδευτικοί, αφού αρχικά εκπαιδευτούν, είναι σε θέση να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν μία ΔΦΕ στην σχολική τους τάξη με την χρήση ΜΥΣ. Συνεπώς, το κύριο ερευνητικό ερώτημα της παρούσης έρευνας, είναι: Ποιες δυνατότητες των ΜΥΣ, αξιοποιούν εν-ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κατά τον σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας διδασκαλίας ΦΕ;

2. Μεθοδολογία

Το θεωρητικό-μεθοδολογικό πλαίσιο πάνω στο οποίο αναπτύχθηκε η παρούσα έρευνα, είναι το Model of Educational Reconstruction for Teacher Education (ERTE), το οποίο αποδίδεται στα ελληνικά ως Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (Van Dijk & Kattmann 2007), και αποτελεί επέκταση του Μοντέλου της Διδακτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction, MER) (Duit et al. 2012).

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν πέντε (5) εν ενεργεία εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Η έρευνα διήρκεσε οκτώ μήνες καθώς ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2017 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2018. Για την εύκολη διάρθρωση της έρευνας, αυτή έχει διαχωριστική σε τέσσερις (4) ξεχωριστές φάσεις. Πιο συγκεκριμένα: Α. Προετοιμασία, Β. Σχεδιασμός, Γ. Υλοποίηση και Δ. Απολογισμός.

Η υλοποίηση της έρευνας

Αφετηρία της έρευνας αποτέλεσε η φάση της προετοιμασίας (Α), η οποία περιλάμβανε τρεις επιμέρους διαδικασίες. Αρχικά, τις αρχικές ατομικές συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών (Α1), σχετικά με την πειραματική διαδικασία, το ρόλο του εκπαιδευτικού και την ένταξη την ΜΥΣ στη διδασκαλία των ΦΕ. Ακόμη, η φάση της προετοιμασίας, περιλάμβανε την πρώτη οργανωτική συνάντηση της ολομέλειας (Α2),

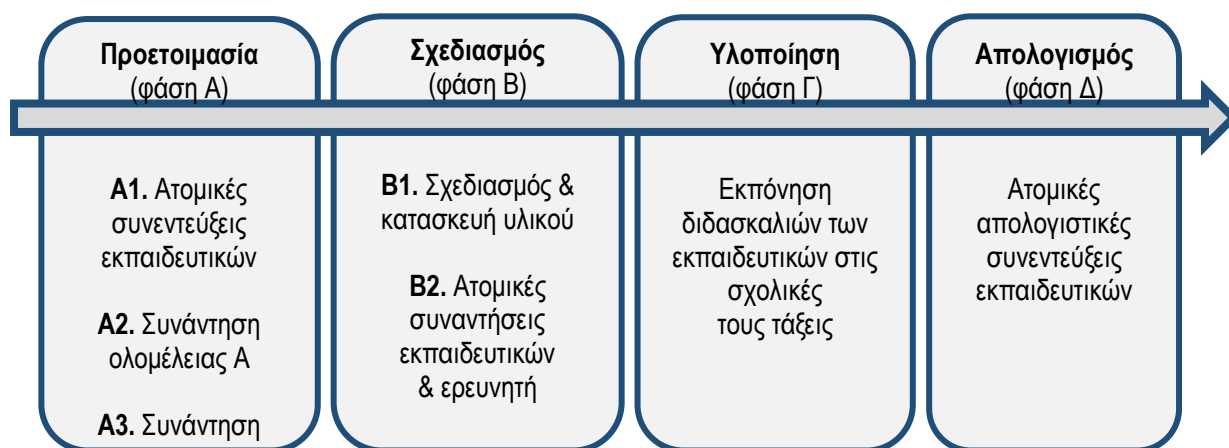


όπου συζητήθηκε το πλαίσιο και οι διαδικασίες έρευνας, και οροθετήθηκε η ΔΜ ως προσέγγιση στην διδασκαλία των ΦΕ. Η πρώτη φάση, ολοκληρώθηκε με την δεύτερη συνάντηση της ολομέλειας (Α3), όπου πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση των δυνατοτήτων των μέσων από μεταπτυχιακούς και διδακτορικούς φοιτητές του Εργαστηρίου Διδακτικής Θετικών Επιστημών (ΕΔΘΕ) του ΠΤΔΕ Κρήτης. Τέλος, στην συνάντηση αυτή, υπήρξε εξοικείωση των εκπαιδευτικών με την χρήση των μέσων, καθώς οι εκπαιδευτικοί με την βοήθεια του προσωπικού του εργαστηρίου, εκτέλεσαν οι ίδιοι δραστηριότητες με τη χρήση των ΜΥΣ ειδικά σχεδιασμένες για αυτούς.

Στην συνέχεια, ακολούθησε η δεύτερη φάση της έρευνας, αυτή του σχεδιασμού του υλικού (Β). Η φάση του σχεδιασμού, αποτελείται από δύο επιμέρους διαδικασίες: Την κατασκευή του υλικού εκ μέρους των εκπαιδευτικών (Β1), καθώς και τις ατομικές συναντήσεις των εκπαιδευτικών με τον ερευνητή (Β2). Κατά την πρώτη, οι εκπαιδευτικοί, σχεδίασαν ένα φύλλο εργασίας πάνω στην ενότητα που επέλεξαν οι ίδιοι και οργάνωσαν την εισαγωγή των ΜΥΣ με όποιο τρόπο και σε όποια φάση της διδασκαλίας επιθυμούσαν. Η δεύτερη διαδικασία, περιλάμβανε κατευθυντήριες συναντήσεις του ερευνητή με τους εκπαιδευτικούς με απώτερο σκοπό, την ένταξη των μέσων με τον τρόπο που επιθυμούσαν οι εκπαιδευτικοί, αξιοποιώντας στο έπακρον τις δυνατότητες που αυτοί επιθυμούσαν. Κατά την φάση αυτή, ο ερευνητής παρείχε ατομική στήριξη στον κάθε εκπαιδευτικό για τον σχεδιασμό και την οργάνωση της διδασκαλίας του.

Κατά την τρίτη φάση, πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του διδακτικού υλικού (Γ) από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς. Ειδικότερα, κάθε εκπαιδευτικός εκπόνησε την διδασκαλία που είχε σχεδιάσει με στην σχολική τους τάξη με την χρήση των ΜΥΣ. Η έρευνα ολοκληρώθηκε με τις ατομικές απολογιστικές συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών (Δ). Οι συνεντεύξεις αυτές, διερευνούσαν πιθανές μετατοπίσεις των απόψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την ένταξη των μέσων σε μια ΔΦΕ ενώ ταυτόχρονα μελετούσε τις αποκλίσεις που προέκυψαν μεταξύ σχεδιασμού και υλοποίησης. Η σύνοψη των δραστηριοτήτων της έρευνας παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Σχήμα 1: Η διάρθρωση των φάσεων της έρευνας



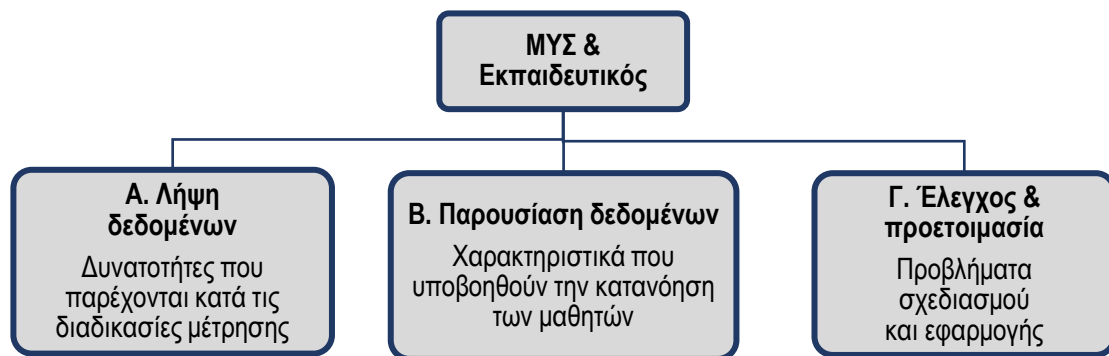
Συλλογή & ανάλυση δεδομένων

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή των δεδομένων ήταν τα ακόλουθα: Οι ηχογραφημένες συναντήσεις του ερευνητή με την ολομέλεια, οι ηχογραφήσεις των διδασκαλιών ΦΕ που πραγματοποιήθηκαν από τους εκπαιδευτικούς στις σχολικές του τάξεις, καθώς και τα φύλλα εργασίας



που κατασκεύασαν οι εκπαιδευτικοί και συμπλήρωσαν οι μαθητές. Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, συσχετίζονταν με τα χαρακτηριστικά των μέσων τα οποία αξιοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς, καθώς και με τις αποκλίσεις τους μεταξύ σχεδιασμού και υλοποίησης. Η ταξινόμηση των δυνατοτήτων, βασίστηκε στο μοντέλο των Lavonen et al. (2003). Ειδικότερα, προέκυψαν τρεις κατηγορίες οι οποίες διαφαίνονται στο ακόλουθο σχήμα.

Σχήμα 2: Οι κατηγορίες ανάλυσης της αξιοποίησης των χαρακτηριστικών των μέσων



Ξεκινώντας από την πρώτη κατηγορία, αυτή της λήψης των δεδομένων (Α), εντάσσονται δύο παράμετροι. Η πρώτη, είναι η εξαγωγή των δεδομένων, και αφορά τις μετρήσεις μεγεθών που πραγματοποιούνται σε πραγματικό χρόνο και η δεύτερη είναι φορητότητα του μέσου. Η κατηγορία παρουσίασης των δεδομένων (Β) περιλαμβάνει συνολικά επτά παραμέτρους. Αρχικά, εδώ εντάσσεται ασυρματότητα, η οποία, παρέχει στον εκπαιδευτικό την ευκαιρία για τον διαμοιρασμό των δεδομένων στις οθόνες προβολής των μαθητών καθώς και η δυνατότητα ταυτόχρονων πολλαπλών μετρήσεων στην ίδια οθόνη προβολής. Ακόμη, η παρουσίαση των προηγούμενων μετρήσεων διευκολύνει τον εκπαιδευτικό σε τυχόν σύγκριση μεταξύ των μετρήσεων, καθώς επιτρέπει την παρουσίαση πολλαπλών διαγραμμάτων στο ίδιο καρτεσιανό σύστημα. Επίσης, η κατηγορία της παρουσίασης των δεδομένων περιλαμβάνει τις τροποποιήσεις των παραμέτρων της μέτρησης, και η παράμετρος της αποθήκευσης των μετρήσεων, που έχουν πραγματοποιηθεί. Η κατηγορία αυτή, ολοκληρώνεται με τους τρόπους παρουσίασης των δεδομένων. Ο πρώτος είναι η γραφική παράσταση μέσω ενός καρτεσιανού συστήματος, ενώ ο δεύτερος η αριθμητική παρουσίαση. Οι κατηγορίες ολοκληρώνονται με την τρίτη και τελευταία κατηγορία, αυτή του ελέγχου και της προετοιμασίας (Γ). Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν κατά την εφαρμογή των μέσων μέσα στην σχολικά τάξη. Πιο συγκεκριμένα, εδώ εντάσσεται η συχνότητα των μετρήσεων, η ανταπόκριση των μέσων, τα προβλήματα σύνδεσης των αισθητήρων, καθώς και τα τεχνικά ζητήματα.

3. Αποτελέσματα

Μετά από την μελέτη του σχεδιασμού και της υλοποίησης των διδασκαλιών των εκπαιδευτικών, προέκυψαν τα αποτελέσματα της χρήσης των μέσων, τα οποία συνοψίζονται στον πίνακα 1. Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα, μπορεί να παρατηρήσει κανείς, ότι η μέτρηση δεδομένων πραγματικού χρόνου, σχεδιάζεται και υλοποιείται από όλους τους εκπαιδευτικούς. Με αυτόν τον τρόπο



οι μαθητές παρακολούθησαν την εξέλιξη των τιμών ενός φαινομένου σε πραγματικό χρόνο. Επιπροσθέτως, τόσο κατά τον σχεδιασμό όσο και κατά την υλοποίηση, κυριαρχεί η ασυρματότητα, η οποία παρέχει στον εκπαιδευτικό άμεσο διαμοιρασμό των δεδομένων στους μαθητές.

Πίνακας 1: Τα αποτελέσματα αξιοποίησης των δυνατοτήτων των μέσων

Κατηγορίες	Υποκατηγορίες	Σχεδιασμός	Υλοποίηση
A. Λήψη δεδομένων	Μέτρηση δεδομένων πραγματικού χρόνου	5	5
	Φορητότητα μέσου	3	2
B. Παρουσίαση δεδομένων	Ασυρματότητα μέσου	4	3
	Ταυτόχρονες πολλαπλές μετρήσεις	1	1
	Παρουσίαση προηγούμενων μετρήσεων	3	2
	Τροποποίηση παραμέτρων μέτρησης	2	2
	Αποθήκευση μετρήσεων	1	2
	Αριθμητική παρουσίαση δεδομένων	1	3
	Γραφική παράσταση δεδομένων	4	2
Σύνολο		24	22

Στην συνέχεια, οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν την φορητότητα η οποία παρέχει κίνηση τόσο εντός όσο και εκτός της σχολικής αίθουσας. Την φορητότητα, ακολουθούν μαζί τρεις δυνατότητες, οι οποίες εφαρμόζονται τελικά από δύο εκπαιδευτικούς. Αυτές είναι η αποθήκευση των αποτελεσμάτων μέτρησης, η παρουσίαση προηγούμενων μετρήσεων καθώς και η τροποποίηση παραμέτρων μέτρησης. Η δυνατότητα που αξιοποιήθηκε λιγότερο είναι χρήση ταυτόχρονων πολλαπλών μετρήσεων, καθώς σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μονάχα από έναν εκπαιδευτικό. Ενδιαφέρον προκύπτει από τις τελευταίες δύο παραμέτρους, οι οποίες αφορούσαν τον τρόπο παρουσίασης των δεδομένων που συλλέγονται. Η γραφική παράσταση παρά το γεγονός ότι σχεδιάστηκε για τέσσερις από τις πέντε διδασκαλίες, τελικά εφαρμόστηκε μονάχα στις μισές από αυτές. Ως συνέπεια αυτού, η αριθμητική παρουσίαση των δεδομένων ενώ αρχικά σχεδιάστηκε μονάχα από ένα εκπαιδευτικό, εφαρμόστηκε σε τρεις διδασκαλίες. Το παραπάνω, καταδεικνύει το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί δεν έλαβαν επαρκώς υπόψιν την ικανότητα των μαθητών για εξαγωγή δεδομένων από διαγράμματα πραγματικού χρόνου. Ολοκληρώνοντας, η μελέτη της απόκλισης μεταξύ συνόλου των δυνατοτήτων των μέσων που σχεδιάστηκαν και αυτών που τελικά υλοποιήθηκαν από τους εκπαιδευτικούς, καταδεικνύει το γεγονός ότι κατά την εφαρμογή των διδασκαλιών, οι εκπαιδευτικοί δεν αξιοποίησαν όλες τις δυνατότητες που προετοίμασαν κατά τον σχεδιασμό των διδασκαλιών τους.



4. Συμπεράσματα

Μέσα από την μελέτη των αποτελεσμάτων, φαίνεται ότι στο μεγαλύτερο φάσμα των δραστηριοτήτων, αξιοποιείται η φορητότητα και η ασυρματότητα. Το πρώτο, διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς κατά την απόκτηση των μετρήσεων οι οποίες δεν περιορίζονται χωρικά, οδηγώντας σε υψηλότερα μαθησιακά αποτελέσματα (Lavonen, et al., 2006; Tortosa, 2012). Η ασυρματότητα του μέσου, οδηγεί τον εκπαιδευτικό στον διαμοιρασμό των δεδομένων στις οθόνες προβολής, ενισχύοντας κατά αυτόν τον τρόπο τις ομαδικές δραστηριότητες μεταξύ των μαθητών. Τόσο η ασυρματότητα, όσο και η φορητότητα του μέσου, κυριάρχησαν σε όλο το φάσμα της χρήσης των μέσων από τους εκπαιδευτικούς.

Ακόμη, το μέσο χρησιμοποιείται αφενός για την συλλογή των δεδομένων, και αφετέρου ως συσκευή αποθήκευσης των δεδομένων, υποβοηθώντας τους μαθητές να προχωρήσουν την ήδη κεκτημένη γνώση ένα βήμα παραπέρα, μέσω της μελέτης των μετρήσεων που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί (Tortosa, 2012). Τέλος, τα αποτελέσματα των μετρήσεων, αποκτώνται δύσκολα από τους μαθητές, όταν αυτά παρουσιάζονται σε γραφική παράσταση, καθώς η ικανότητα μελέτης των γραφικών παραστάσεων και η ερμηνεία αυτών, αναπτύσσεται σταδιακά με την εξοικείωση των μαθητών τόσο με το μέσο, όσο και με την βελτίωση της ικανότητάς τους, ως προς την μελέτη των γραφημάτων (Testa et al., 2002).

5. Βιβλιογραφία

- Barton, R. (2005). Supporting teachers in making innovative changes in the use of computer-aided practical work to support concept development in physics education. *International Journal of Science Education*, 27(3), 345-365.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International journal of science education*, 32(3), 349-377.
- Bruckermann, T., Aschermann, E., Bresges, A., & Schlüter, K. (2017). Metacognitive and multimedia support of experiments in inquiry learning for science teacher preparation. *International Journal of Science Education*, 39(6), 701-722.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *The World of Science Education: Science Education Research and Practice in Europe* (pp.13-37). Rotterdam: Sense Publishers.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 38-52). Routledge.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
- Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.
- Lavonen, J., Juuti, K., Aksela, M., & Meisalo, V. (2006). A professional development project for improving the use of information and communication technologies in science teaching. *Technology, pedagogy and education*, 15(2), 159-174.
- Lavonen, J., Lattu, M., Juuti, K., & Meisalo, V. (2006). Strategy-based development of teacher educators' ICT competence through a co-operative staff development project. *European Journal of Teacher Education*, 29(2), 241-265.



Qablan, A., Mansour, N., Alshamrani, S., Aldahmash, A., & Sabbah, S. (2015). Ensuring Effective Impact of Continuing Professional Development: Saudi Science Teachers' Perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(3).

Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18-35.

Sokoloff, D. R., Laws, P. W., & Thornton, R. K. (2007). RealTime Physics: active learning labs transforming the introductory laboratory. *European Journal of Physics*, 28(3), S83. Testa, I., Monroy, G., & Sassi, E. (2002). Students' reading images in kinematics: The case of real-time graphs. *International Journal of Science Education*, 24(3), 235-256.

Tortosa, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 161-171.

Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 885-897.

Van Driel, J. H., Meirink, J. A., van Veen, K., & Zwart, R. C. (2012). Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: a review of design features and quality of research. *Studies in science education*, 48(2), 129-160.



Κοινωνικοεπιστημονικά Ζητήματα: Ένα πλαίσιο εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Αθανασία Κοκολάκη, Δημήτρης Σταύρου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Μια προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) που θεωρείται ότι μπορεί να συμβάλει στο «συγχρονισμό» της γνωστικής, επιστημολογικής και κοινωνικής διάστασης της επιστήμης αποτελεί η κοινωνικοεπιστημονική προσέγγιση. Μέσα από την προσέγγιση αυτή, οι μαθητές εξοικειώνονται με έννοιες επιστημονικού περιεχομένου, με πτυχές της φύσης της επιστήμης αλλά και τη σχέση επιστήμης – κοινωνίας – τεχνολογίας. Η διαχείριση όμως κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων κατά τη διδασκαλία ΦΕ αποτελεί μια αρκετά απαιτητική διαδικασία για τους εκπαιδευτικούς, που καλούνται να διαπραγματευτούν παράλληλα ποικίλες διαστάσεις. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση ενός πλαισίου εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την αποτελεσματική διαχείριση αυτών των ζητημάτων στην πράξη.

Λέξεις κλειδιά: κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα, φύση της επιστήμης, εκπαίδευση εκπαιδευτικών

Socioscientific Issues: The development of an educational program for pre and in-service elementary teachers

Athanasia Kokolaki, Dimitris Stavrou
Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

An educational approach of science education that is thought to contribute to the "coordination" of the cognitive, epistemic and social aspect of science is the socioscientific approach. Through this approach students get familiar with scientific concepts as well as the nature of science and the relationship among science, technology and society. However, the negotiation of socioscientific issues in science courses is a quite demanding process for teachers. Thus, the aim of this paper is to present a framework for pre service elementary teacher education to effectively manage these issues in practice.

Keywords: socioscientific issues, nature of science, pre service teacher education



1. Εισαγωγή

Μια προσέγγιση στη διδασκαλία των ΦΕ που αναγνωρίζει την επιστήμη ως μια συλλογική ανθρώπινη προσπάθεια και αναδεικνύει την αλληλεπίδραση της με την κοινωνία και την τεχνολογία είναι η διαχείριση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ) (Sadler & Zeidler 2005). Λέγοντας ΚΕΖ εννοούνται προβληματικές καταστάσεις ανοικτού τύπου, οι οποίες δεν επιδέχονται μια μονοσήμαντα ορθή απάντηση και στις οποίες εμπλέκονται ταυτόχρονα αντιτιθέμενες και αμφιλεγόμενες πληροφορίες και προσεγγίσεις. Έτσι, τα ζητήματα αυτά υπόκεινται σε ποικίλες οπτικές, απόψεις και λύσεις, οι οποίες ενσωματώνουν τόσο επιστημονικές διαστάσεις όσο και οικονομικές, πολιτικές, κοινωνικές και ηθικές πτυχές (Sadler & Zeidler 2005).

Στις προσεγγίσεις στη διδασκαλία ΦΕ που έχουν ως επίκεντρο τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ, γίνεται αξιοποίηση επιστημονικών θεμάτων με κοινωνικές προεκτάσεις ως πλαίσιο για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Έτσι, το επιστημονικό περιεχόμενο εισάγεται ως μια αναγκαιότητα (need – to – know) για την κατανόηση και αντιμετώπιση ενός συγκεκριμένου ζητήματος. Χωρίς την κατανόηση κάποιων βασικών σχετικών επιστημονικών αρχών και ιδεών (γνωστική διάσταση της επιστήμης) η εμπλοκή των μαθητών με τα υπό μελέτη ζητήματα παρουσιάζει δυσκολίες με αποτέλεσμα να περιορίζεται (Lewis & Leach 2006). Βέβαια, η διαπραγμάτευση ΚΕΖ απαιτεί πέρα από γνώση σχετικών θεμελιωδών επιστημονικών αρχών και γνώση του πλαισίου ενός συγκεκριμένου ζητήματος (Sadler & Donnelly 2006). Έτσι, οι κοινωνικοεπιστημονικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία πρέπει να δίνουν την ευκαιρία στους μαθητές να γνωρίσουν και να προβληματιστούν σχετικά με ποικίλες απόψεις και οπτικές που συνδέονται με ένα ζήτημα και οι οποίες μπορεί να αφορούν είτε σε ηθικά ζητήματα, είτε σε συμφέροντα εμπλεκόμενων φορέων, είτε σε πολιτικές αποφάσεις κλπ. (κοινωνική διάσταση επιστήμης) (Hofstein et al. 2011).

Παράλληλα, δεδομένου ότι τα ζητήματα αυτά δεν επιδέχονται μονοσήμαντα μια ορθή απάντηση κρίνεται απαραίτητη η κατανόηση της επιστημολογίας της γνώσης (επιστημολογική διάσταση της επιστήμης) (Khishfe 2017) δεδομένου της έμφυτης αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει αυτά τα ζητήματα. Έτσι οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίζουν την προσωρινότητα της επιστήμης, να λαμβάνουν υπόψη ποικίλες οπτικές για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους αλλά και να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά όλα τα δεδομένα και στοιχεία που έχουν στη διάθεσή τους ώστε να καταλήξουν σε μια συγκεκριμένη άποψη – θέση.

Δυσκολίες Εκπαιδευτικών στη διαχείριση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων

Η πολυπλοκότητα της φύσης των ΚΕΖ και η δυνατότητα πολυδιάστατης θέασης της επιστήμης μέσα από τη διαχείριση αυτών των ζητημάτων καθιστά τη διαπραγμάτευσή τους κατά την εκπαιδευτική πράξη, πέρα από σημαντική, μια απαιτητική διαδικασία για τους εκπαιδευτικούς, με αποτέλεσμα η αξιοποίηση κοινωνικοεπιστημονικών προσεγγίσεων κατά τη διδασκαλία ΦΕ να είναι αρκετά περιορισμένη (Sadler et al. 2016). Συγκεκριμένα, στη βιβλιογραφία επισημαίνονται δυο διαφορετικές προσεγγίσεις στη διαχείριση των ΚΕΖ κατά τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών (Tidemand & Nielsen 2017). Από τη μια, αρκετοί εκπαιδευτικοί διαμορφώνουν εκπαιδευτικό υλικό εντάσσοντας σε αυτό ΚΕΖ με έναν τρόπο «εργαλειακό» δεδομένου ότι μέσω των ΚΕΖ απλώς δίνουν στο εκάστοτε επιστημονικό περιεχόμενο ένα πιο κοινωνικό – καθημερινό πλαίσιο (content- centered). Έτσι τα ζητήματα αυτά λειτουργούν κυρίως ως έναυσμα για τη διδασκαλία προσφέροντας στους μαθητές ένα επιπλέον κίνητρο για συμμετοχή. Μια κοινωνικοεπιστημονική προσέγγιση όμως δεν επικεντρώνει απλώς στην εκμάθηση του επιστημονικού περιεχομένου αλλά το επιστημονικό περιεχόμενο έρχεται ως μια αναγκαιότητα για την κατανόηση και λύση ζητημάτων, δίνοντας παράλληλα έμφαση σε διδακτικές και μαθησιακές διαδικασίες όπως είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας, η αναζήτηση πληροφοριών, η συμμετοχή σε μια συζήτηση σχετική με αμφιλεγόμενα επιστημονικά θέματα (SSI- centered).

Ως αιτίες για την πιο «εργαλειακή» αξιοποίηση των ΚΕΖ κατά την διδασκαλία Φυσικών Επιστημών αναφέρονται στην βιβλιογραφία οι ποικίλες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί, οι οποίες



μπορούν να συνοψιστούν σε τέσσερις βασικούς άξονες: (α) στη δυσκολία κατανόησης της φύσης της επιστήμης, (β) στην ελλιπή γνώση των ποικίλων κοινωνικών παραγόντων που επηρεάζουν τη διαδικασία της έρευνας, (γ) στην ελλιπή γνώση του εκάστοτε επιστημονικού αντικειμένου δεδομένου ότι συνήθως ΚΕΖ εγείρονται από εφαρμογές σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων που βρίσκονται στην αιχμή της έρευνας όπως είναι πχ. η νανοτεχνολογία, η γενετική, η βιοτεχνολογία κλπ. και (δ) στην ελλιπή ικανότητα αξιοποίησης κατάλληλων διδακτικών στρατηγικών για ανάπτυξη επιχειρηματολογίας, καθοδήγηση συζητήσεων, αναζήτηση πληροφοριών, αξιολόγηση κλπ. (Lee & Yang 2017).

Λαμβάνοντας υπόψη την αξία της διαπραγμάτευσης ΚΕΖ κατά την εκπαιδευτική πράξη ώστε οι μαθητές να διαμορφώσουν μια ολιστική εικόνα για την επιστήμη αλλά και τις δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διαχείριση τέτοιου είδους ζητημάτων στην διδασκαλία, η παρούσα εργασία επικεντρώνει στην εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη διαχείριση ΚΕΖ στα μαθήματα ΦΕ. Ειδικότερα το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι:

Με ποιον τρόπο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δομούν εκπαιδευτικό υλικό για τη διαχείριση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων κατά τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών εστιάζοντας τόσο στη γνωστική όσο και στην επιστημολογική και κοινωνική διάσταση της επιστήμης;

Το ερώτημα αυτό αναλύεται στα εξής υποερωτήματα:

1. Ποιες διαστάσεις της επιστήμης (επιστημονικό περιεχόμενο, φύση της επιστήμης, κοινωνικές διαστάσεις) θίγουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί κατά τη δόμηση υλικού για διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων;
2. Ποια η επικέντρωση του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύσσουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί για ένα σύγχρονο επιστημονικό θέμα με κοινωνικοεπιστημονικές προεκτάσεις;

2. Μεθοδολογία

Πορεία της έρευνας

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας συμμετείχαν δώδεκα φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης που βρίσκονταν στο τρίτο έτος των σπουδών τους. Η εκπαίδευση των φοιτητών έλαβε χώρα κατά το χειμερινό εξάμηνο 2018 – 2019 στα πλαίσια ενός σεμιναριακού μαθήματος με τίτλο «Σχεδιασμός, Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων για τις Φυσικές Επιστήμες» και διήρκησε δώδεκα τρίωρες συναντήσεις.

Αρχικά, οι φοιτητές, χωρισμένοι σε τέσσερις ομάδες των τριών ατόμων, εξοικειώθηκαν με ζητήματα επιστημονικού περιεχομένου για το θέμα των πλαστικών μέσα από τη χρήση εκπαιδευτικού υλικού διερευνητικής φύσης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος IRRESISTIBLE και αφορούσε στα μικροπλαστικά στους ωκεανούς. Συγκεκριμένα οι φοιτητές διαπραγματεύτηκαν την έννοια του πολυμερισμού, τις ιδιότητες και τα είδη των πλαστικών, τα μικροπλαστικά, την έννοια της βιοσυσσώρευσης καθώς και το χρόνο αποσύνθεσης των πλαστικών. Έπειτα, μέσα από την ανάλυση διαδικτυακών άρθρων οι φοιτητές εξοικειώθηκαν με τις κοινωνικές προεκτάσεις της χρήσης των πλαστικών στην καθημερινή ζωή. Ειδικότερα, οι κοινωνικές διαστάσεις τις οποίες προσπάθησαν να αναλύσουν αφορούσαν στην ηθική, στις πολιτικές αποφάσεις αλλά και στη συνεργασία και αλληλεπίδραση ποικίλων φορέων για τη βελτίωση της διαδικασίας της έρευνας αναφορικά με τη χρήση των πλαστικών. Οι διαστάσεις αυτές ουσιαστικά αποτελούν πτυχές του πλαισίου της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (Responsible Research and Innovation) που στοχεύει στη γεφύρωση επιστημονικής έρευνας και κοινωνίας (Sutcliffe 2011). Τέλος, η γνωριμία των φοιτητών με τις πτυχές της φύσης της επιστήμης πραγματοποιήθηκε μέσα από μια δραστηριότητα “Mystery Box” (Matkins & Bell



2007), η οποία λειτουργεί ως αναλογία για την επιστήμη καθώς οι φοιτητές συλλέγοντας δεδομένα με ποικίλους τρόπους προσπαθούν να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα για το περιεχόμενο του κουτιού χωρίς να το ανοίξουν, αδυνατώντας έτσι να είναι σίγουροι για την ορθότητα των συμπερασμάτων τους. Η δραστηριότητα αυτή έδωσε το έναυσμα για εμβάθυνση στην προσωρινή, εμπειρική και υποκειμενική φύση της επιστήμης (Πίνακας 1) δεδομένου ότι αυτές οι διαστάσεις συμβάλλουν στην κατανόηση της αβεβαιότητας με την οποία συνδέονται τα σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα. Οι διαστάσεις αυτές φανερώνουν ότι η επιστημονική γνώση μεταβάλλεται υπό την εμφάνιση νέων εμπειρικών δεδομένων ή την επανεξέταση των ήδη υπάρχοντων καθώς και του ότι η ερμηνεία των δεδομένων καθορίζεται από το πλαίσιο και τις εμπειρίες των επιστημόνων.

Στη συνέχεια οι φοιτητές ανέπτυξαν εκπαιδευτικό υλικό με θέμα τα πλαστικά το οποίο στόχευε στη διαπραγμάτευση ΚΕΖ κατά τη διδασκαλία εστιάζοντας παράλληλα και στις τρεις διαστάσεις της επιστήμης. Το εκπαιδευτικό υλικό που ανέπτυξαν αποτελούνταν από σεναρία διδασκαλίας και διαδραστικά τεχνουργήματα. Τέλος, ακολούθησε η εφαρμογή του υλικού σε μαθητές δημοτικού, η οποία έδωσε στους φοιτητές την ευκαιρία να προβούν σε τροποποιήσεις και βελτιώσεις του υλικού τους.

Πίνακας 1: Διαστάσεις εκπαίδευσης εκπαιδευτικών

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	<ul style="list-style-type: none">• Πολυμερή – Πολυμερισμός• Είδη – Ιδιότητες πλαστικών• Μακροπλαστικά – Μικροπλαστικά• Βιοσυσσώρευση• Αποσύνθεση πλαστικού
ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	<ul style="list-style-type: none">• Ηθική<ul style="list-style-type: none">➢ Ήθος επιστήμονα➢ Σεβασμός στο περιβάλλον• Πολιτική διαχείριση<ul style="list-style-type: none">➢ Θέσπιση νομικών πλαισίων➢ Χρηματοδότηση• Αλληλεπιδράσεις ποικίλων φορέων<ul style="list-style-type: none">➢ Ρόλος επιστημόνων, τοπικών αρχών, πολιτών, μη κυβερνητικών οργανώσεων
ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ	<ul style="list-style-type: none">• Προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης<ul style="list-style-type: none">➢ Υποκείμενη σε αλλαγή από νέα εμπειρικά δεδομένα ή επανεξέταση δεδομένων• Εμπειρική φύση της επιστήμης<ul style="list-style-type: none">➢ Βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα• Υποκειμενική φύση της επιστήμης<ul style="list-style-type: none">➢ Επίδραση εμπειριών και πλαισίου επιστημόνων

Συλλογή δεδομένων

Δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από: (α) ένα αρχικό ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους φοιτητές και αφορούσε στις αρχικές τους απόψεις για την προσωρινότητα της επιστήμης και τις κοινωνικές διαστάσεις ενός σύγχρονου αντικειμένου, (β) εβδομαδιαίες αναφορές των φοιτητών στις οποίες αποτυπώνεται ο τρόπος σκέψης τους για τα υπό διαπραγμάτευση ζητήματα, (γ) απομαγνητοφωνήσεις των ηχογραφήσεων από τις συναντήσεις, (δ) τα σεναρία διδασκαλίας και τα διαδραστικά τεχνουργήματα που σχεδίασαν και ανέπτυξαν οι φοιτητές, (ε) κλειδα παρατήρησης κατά την εφαρμογή των σεναρίων διδασκαλίας και (στ) τελικές ατομικές συνεντεύξεις.



Ανάλυση δεδομένων

Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας και του μικρού αριθμού του δείγματος χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring 2015). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε ως προς τις διαστάσεις της επιστήμης (επιστημονικό περιεχόμενο, φύση της επιστήμης, κοινωνικές διαστάσεις) στις οποίες αναφέρονται οι δραστηριότητες από τις οποίες αποτελούνται τα σενάρια διδασκαλίας που ανέπτυξαν οι φοιτητές (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Κατηγοριοποίηση των διαστάσεων της επιστήμης

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	<ul style="list-style-type: none"> Γνώση θεωριών & αρχών της επιστήμης (knowledge) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Προσέγγιση επιστημονικού περιεχομένου
ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	<ul style="list-style-type: none"> Επιστημονικές πρακτικές (Scientific practices) Σκοποί & Αρχές της επιστήμης (Aims & Values) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Μοντελοποίηση ➤ Εμπειρική φύση της έρευνας ➤ Προσωρινότητα ➤ Υποκειμενικότητα
ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ	<ul style="list-style-type: none"> Κοινωνικές αξίες (Social Values) Κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Social organizations – interactions) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Σεβασμός στο περιβάλλον ➤ Χρησιμότητα στον άνθρωπο ➤ Πολιτικές δομές ➤ Οικονομικές επιρροές

Έπειτα από τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, προέκυψε η ανάγκη να αναλυθεί η επικέντρωση του διδακτικού υλικού ως σύνολο (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Κατηγοριοποίηση της επικέντρωσης του διδακτικού υλικού

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	<u>ΚΡΙΤΗΡΙΑ</u>
CONTENT – CENTERED	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Στόχοι προσανατολισμένοι αποκλειστικά στην εκμάθηση επιστημονικού περιεχομένου ➤ ΚΕΖ ως έναυσμα ενδιαφέροντος – κοινωνικό πλαίσιο ➤ Αξιολόγηση επικεντρωμένη στο επιστημονικό περιεχόμενο
SSI – CENTERED	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Στόχοι προσανατολισμένοι στην καλλιέργεια δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας των μαθητών, αναζήτησης πληροφοριών, συμμετοχής σε συζητήσεις για αμφιλεγόμενα επιστημονικά ζητήματα ➤ ΚΕΖ διατρέχουν όλο το σενάριο διδασκαλίας ➤ Αξιολόγηση του βαθμού καλλιέργειας δεξιοτήτων από πλευράς μαθητών

3. Αποτελέσματα

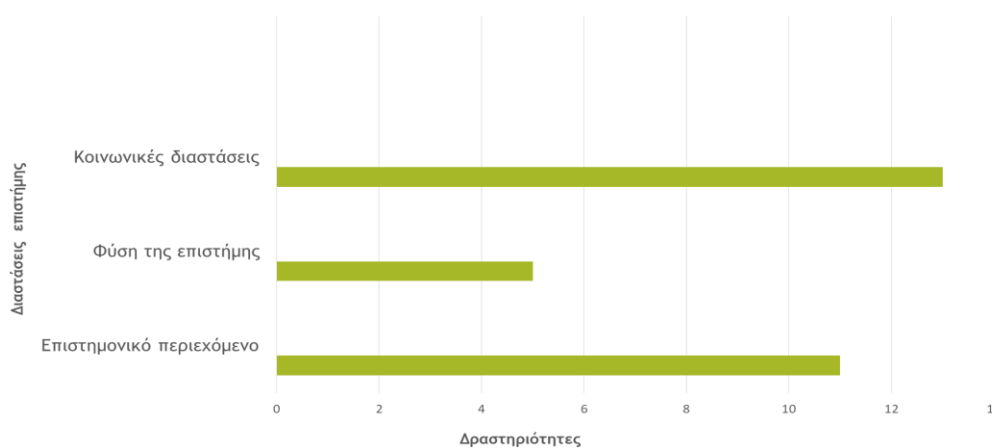
Οι φοιτητές, οι οποίοι είναι χωρισμένοι σε τέσσερις ομάδες των τριών ατόμων, εστιάζουν στα σενάρια διδασκαλίας που αναπτύσσουν στις εξής θεματικές γύρω από τα μικροπλαστικά: i. Μικροπλαστικά και καθημερινή ζωή, ii. Μικροπλαστικά και θαλάσσια ζωή, iii. Μικροπλαστικά και ανθρώπινη υγεία και iv. Βιοδιασπώμενες σακούλες. Τα σενάρια διδασκαλίας και των τεσσάρων ομάδων συνοδεύονται επίσης από διαδραστικά τεχνουργήματα μέσα από τα οποία δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να έρθουν σε



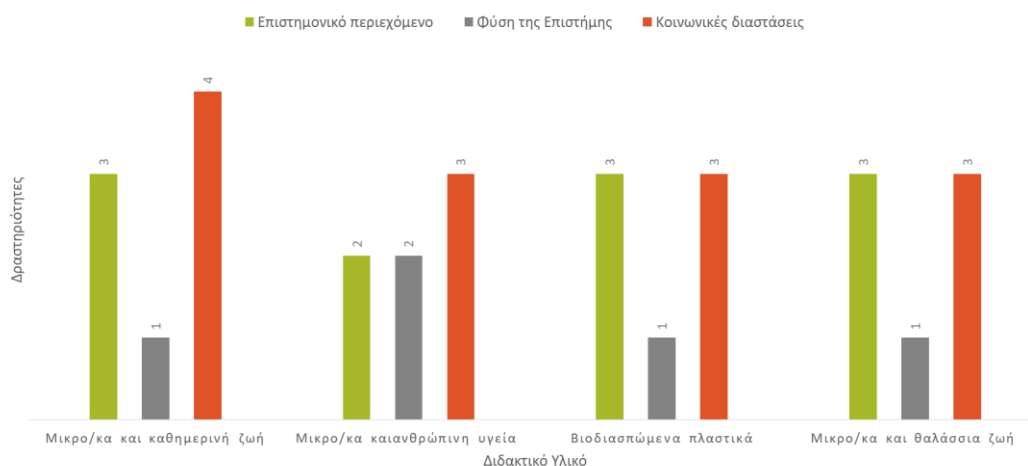
επαφή με θέματα επιστημονικού περιεχομένου αλλά και με προβληματισμούς που αφορούν τις κοινωνικές προεκτάσεις του ζητήματος των πλαστικών – μικροπλαστικών.

Από την ανάλυση των σεναρίων διδασκαλίας και των τεχνουργημάτων που αναπτύσσουν οι φοιτητές παρατηρείται ότι υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στον αριθμό δραστηριοτήτων που επικεντρώνουν στο επιστημονικό περιεχόμενο και στις δραστηριότητες που αφορούν κοινωνικές διαστάσεις ενώ οι δραστηριότητες για τη Φύση της επιστήμης είναι πιο περιορισμένες. Μάλιστα παρατηρείται μια ομοιόμορφη αποτύπωση των διαστάσεων της επιστήμης και στα τέσσερα σενάρια διδασκαλίας (Διάγραμμα 1 & Διάγραμμα 2).

Διάγραμμα 1: Αποτελέσματα αναφορικά με τις διαστάσεις της επιστήμης



Διάγραμμα 2: Αποτελέσματα αναφορικά με τις διαστάσεις της επιστήμης ανά σενάριο διδασκαλίας



Ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων αναφορικά με το επιστημονικό περιεχόμενο παρατηρείται μια επικράτηση δραστηριοτήτων σχετικά με την αποσύνθεση των πλαστικών και το κύκλο ζωής του πλαστικού, δεδομένου ότι αυτές οι πτυχές του επιστημονικού περιεχομένου σχετίζονται πιο άμεσα με την επίδραση του πλαστικού στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Το γεγονός ότι οι δραστηριότητες αναφορικά με τη Φύση της Επιστήμης είναι πιο περιορισμένες πιθανόν να οφείλεται



στις απλοϊκές αντιλήψεις που έχουν οι φοιτητές σχετικά με πτυχές της φύσης της επιστήμης, κάτι το οποίο αναφέρεται τόσο στη βιβλιογραφία αλλά προέκυψε και από την ανάλυση των αρχικών τους ερωτηματολογίων. Το γεγονός βέβαια ότι δύο από τα διδακτικά υλικά των φοιτητών επικέντρωσε στην υποκειμενικότητα της επιστημονικής γνώσης δείχνει μια τάση των φοιτητών να διαπραγματευτούν αντικρουόμενες πληροφορίες γύρω από σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα. Σκοπός βέβαια της εξοικείωσης των φοιτητών με πτυχές της φύσης της επιστήμης δεν ήταν οι φοιτητές να ενσωματώσουν δραστηριότητες αποκλειστικά για τη Φύση της Επιστήμης στα σεναρία που αναπτύσσουν, αλλά αυτή η εξοικείωση να αποτυπωθεί στις δραστηριότητες τους αναφορικά με τις κοινωνικές διαστάσεις ενσωματώνοντας σε αυτές διλήμματα και στοιχεία αβεβαιότητας που χαρακτηρίζουν θέματα που βρίσκονται στην αιχμή της έρευνας. Αντί αυτού όμως, παρατηρείται ότι τα σεναρία διδασκαλίας και των τεσσάρων ομάδων ως προς τις κοινωνικές διαστάσεις, επικεντρώνουν σε θέματα αναφορικά με το σεβασμό προς το περιβάλλον αλλά και στην αλληλεπίδραση ποικίλων φορέων όπως πολιτικών, εταιριών, πολιτών κλπ. στην αξιοποίηση εφαρμογών της επιστήμης και της τεχνολογίας.

Ο ισορροπημένος αριθμός δραστηριοτήτων επιστημονικού περιεχομένου και δραστηριοτήτων για τις κοινωνικές διαστάσεις μας οδήγησε στην ανάλυση της επικέντρωσης του εκάστοτε σεναρίου στο σύνολό του. Μέσα από τις τελικές συνεντεύξεις των φοιτητών διαπιστώσαμε ότι τα τρία από τα τέσσερα σεναρία διδασκαλίας που αναπτύχθηκαν παρόλο που περιείχαν δραστηριότητες για διαπραγμάτευση των κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης είχαν έναν προσανατολισμό προς το επιστημονικό περιεχόμενο και η παρουσία των ΚΕΖ ήταν «εργαλειακή» (content – centered). Οι στόχοι που είχαν θέσει οι φοιτητές ήταν κυρίως στόχοι απόκτησης γνώσεων σχετικών με τα πλαστικά, τα ΚΕΖ υπήρχαν είτε στην αρχή λειτουργώντας ως πρόκληση ενδιαφέροντος είτε στο τέλος λειτουργώντας ως ανακεφαλαίωση – επέκταση του επιστημονικού περιεχομένου ενώ οι δραστηριότητες αξιολόγησης των μαθητών αφορούσαν δραστηριότητες ανακεφαλαίωσης εννοιών.

4. Συμπεράσματα

Η έρευνα αναφορικά με την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για ΚΕΖ από φοιτητές ανέδειξε (α) τον τρόπο με τον οποίο οι φοιτητές συνδυάζουν τις τρεις διαστάσεις της επιστήμης (γνωστική, κοινωνική, επιστημολογική διάσταση) προκειμένου να επικοινωνήσουν στους μαθητές τους κοινωνικούς προβληματισμούς για σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα καθώς και (β) την επίδραση που έχει η διαπραγμάτευση ζητημάτων σχετικά με τη φύση της επιστημονικής γνώσης κατά το στάδιο της εκπαίδευσης των φοιτητών στην διαχείριση αμφισβητήσιμων και αντικρουόμενων πληροφοριών με μαθητές μέσω των σεναρίων που αναπτύσσουν. Συγκεκριμένα, παρόλο που παρατηρείται ισορροπία στον αριθμό δραστηριοτήτων για το επιστημονικό περιεχόμενο και τις κοινωνικές διαστάσεις τα σεναρία διδασκαλίας που διαμορφώνουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί είναι κατά κύριο λόγο επικεντρωμένο στην εκμάθηση επιστημονικού περιεχομένου καθώς στόχο αποτελεί η εκμάθηση εννοιών γύρω από τα πλαστικά - μικροπλαστικά. Οι δραστηριότητες για τις κοινωνικές διαστάσεις, εκτός του ότι λειτουργούν κυρίως ως έναυσμα – πρόκληση ενδιαφέροντος των μαθητών, εστιάζουν στο σεβασμό των πολιτών απέναντι στο περιβάλλον και στις αλληλεπιδράσεις διαφόρων φορέων (πολιτικών, μη κυβερνητικών οργανώσεων κλπ.) προκειμένου να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά τα προβλήματα που απορρέουν από την χρήση πλαστικών – μικροπλαστικών, χωρίς όμως να αναδεικνύουν αβεβαιότητες και διλήμματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση εφαρμογών που συνδέονται με επιστημονικά αντικείμενα έρευνας αιχμής. Έτσι, ουσιαστικά προκύπτει ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να διαμορφώσουν SSI – centered διδακτικό υλικό χωρίς καθοδήγηση και μάλιστα προκειμένου να ακολουθούν κοινωνικοεπιστημονικές προσεγγίσεις απαιτείται πιο εξειδικευμένη παρέμβαση από την απλή εξοικείωσή τους με τις τρεις διαστάσεις της επιστήμης.



5. Βιβλιογραφία

- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.
- Khishfe, R., Alshaya, F. S., BouJaoude, S., Mansour, N., & Alrudiyan, K. I. (2017). Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 39(3), 299-334.
- Lee, H., & Yang, J. E. (2017). Science teachers taking their first steps toward teaching socioscientific issues through collaborative action research. *Research in Science Education*, 1-21.
- Lewis, J., & Leach, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1267-1287.
- Matkins, J. J., & Bell, R. L. (2007). Awakening the scientist inside: Global climate change and the nature of science in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 137-163.
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbabs, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622-1635.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decisionmaking. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Sutcliffe, H. (2011). A report on responsible research and innovation. Brussels: Matter
- Tidemand, S., & Nielsen, J. A. (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: from the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 39(1), 44-61.



Διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης και επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών: διερεύνηση της ετοιμότητας των εκπαιδευτικών

Ελένη Μπακογιάννη, Μελπομένη Τσιτουρίδου, Αργύρης Κυρίδης

ΤΕΠΑΕ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση του επίπεδου ετοιμότητας εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για συμμετοχή σε δράσεις διαδικτυακής μάθησης. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν οι στάσεις των εκπαιδευτικών απέναντι σε i) αυτοαποτελεσματικότητα στην χρήση Η/Υ και διαδικτύου, ii) αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, iii) επίπεδο ελέγχου της πορείας της μάθησής σε διαδικτυακό περιβάλλον, από το ίδιο το άτομο, iv) κίνητρα μάθησης και v) αυτοαποτελεσματικότητα στη διαδικτυακή επικοινωνία. Στην ποσοτική έρευνα συμμετείχαν 216 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί του δείγματος, τόσο γενικά όσο και οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών ειδικά, παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα ετοιμότητας στη χρήση της διαδικτυακής μάθησης στο πλαίσιο της επαγγελματικής τους ανάπτυξης.

Λέξεις κλειδιά: Διαδικτυακή μάθηση, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών, ετοιμότητα εκπαιδευτικών

Online learning environments and teacher professional development: examining teacher readiness

Eleni Bakogianni, Melpomeni Tsitouridou, Argyris Kyridis

SECEd Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

The purpose of this study is to investigate the level of readiness of primary and secondary school teachers to participate in online learning activities. In particular, teachers' attitudes towards: i) computer and internet self-efficacy, ii) self-directed learning, iii) learner control in an online context, iv) motivation for learning and v) online communication self-efficacy were examined. 216 in-service teachers participated in the quantitative study. The results of the study revealed that the teachers, in general as well as the science teachers in particular, show quite high level of online learning readiness to use online learning in the context of their professional development.

Keywords: Online learning, teacher professional development, teacher readiness



1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η διαδικτυακή επαγγελματική ανάπτυξη (ΔΕΑ) αξιοποιείται ιδιαίτερα από τους εκπαιδευτικούς (Reeves & Pedulla 2011), ενώ η αποτελεσματικότητά της απασχολεί την εκπαιδευτική και ερευνητική κοινότητα (Powel & Bodur 2019). Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό και για τους εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών και μαθηματικών, για τους οποίους οι βιωματικές μαθησιακές εμπειρίες επαγγελματικής ανάπτυξης είναι κυρίαρχες (Herbert et al. 2016). Άλλωστε, η ΔΕΑ μπορεί να αποτελέσει ικανοποιητική εναλλακτική για τους εκπαιδευτικούς αυτών των ειδικοτήτων (Alt, 2018; McConell et al. 2013) και αν κάνει κανείς μια απλή αναζήτηση στο διαδίκτυο θα βρει πληθώρα προσφερόμενων εξειδικευμένων εκπαιδευτικών προγραμμάτων.

Στην Ελλάδα, προσφέρονται επίσης ποικίλα ανάλογα διαδικτυακά προγράμματα για τους εκπαιδευτικούς στο σύνολό τους (Αναστασιάδης & Μανούσου 2017). Τα σχετικά περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν θετικές στάσεις απέναντι σε μορφές ΔΕΑ (Μαστροδημήτρης κ.ά. 2014, Μπίκος & Τζιφόπουλος 2013, Tsiotakis & Jimoyannis 2016). Παράλληλα, σε παλαιότερη έρευνα έχει βρεθεί ότι η έλλειψη τεχνολογικών γνώσεων αποτελεί εμπόδιο για τη ΔΕΑ (Mouzakis 2008).

Πλέον, λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης έχουν αυξηθεί οι απαιτήσεις σε γνώσεις και δεξιότητες των εκπαιδευόμενων ώστε να επιτευχθεί η αποτελεσματικότερη χρήση των τεχνολογιών μάθησης (Vasilevska et al. 2017). Παρατηρείται, μεταξύ άλλων, έλλειψη ετοιμότητας των ατόμων για μάθηση σε διαδικτυακό περιβάλλον (Mahlangu 2017). Αναγκαιότητα διερεύνησης της ετοιμότητας, όμως, υπάρχει και για την ομάδα των εκπαιδευτικών. Πρόκειται για ένα περιορισμένο ερευνητικό πεδίο, μιας και οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στη διερεύνηση της ετοιμότητάς τους για χρήση της τεχνολογίας στη διδασκαλία τους και όχι τόσο στους ίδιους ως εκπαιδευόμενους (Hung 2016).

Για τους παραπάνω λόγους, λοιπόν, φαίνεται ότι υπάρχει στην Ελλάδα ανάγκη διερεύνησης της ετοιμότητας των εκπαιδευτικών για συμμετοχή σε διαδικτυακές δράσεις μάθησης. Τι είναι, όμως, η διαδικτυακή ετοιμότητα;

Η διαδικτυακή ετοιμότητα αφορά στο κατά πόσο το άτομο είναι πρόθυμο και προετοιμασμένο να χρησιμοποιήσει τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας και να επωφεληθεί από αυτές (Ilgaz & Gülbağar 2015). Πρόκειται για μία πολυδιάστατη έννοια και είναι απαραίτητο να λαμβάνονται ποικίλοι παράγοντες υπόψη για τη μέτρησή της (Rohayani et al. 2015). Οι παράγοντες αυτοί αφορούν ικανότητες χρήσης της απαιτούμενης για τη διαδικτυακή μάθηση τεχνολογίας, επικοινωνίας με άλλους, αυτοκατευθυνόμενης μάθησης, συνεργασίας και αλληλεπίδρασης (Dabbagh 2007).

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της ετοιμότητας εν ενεργεία εκπαιδευτικών δημοσίων σχολείων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για συμμετοχή σε δράσεις διαδικτυακής μάθησης. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιο είναι το επίπεδο διαδικτυακής ετοιμότητας των εκπαιδευτικών, συνολικά και ειδικά των θετικών-φυσικών επιστημών;
2. Υπάρχει επίδραση των ατομικών χαρακτηριστικών στη διαδικτυακή ετοιμότητα των εκπαιδευτικών θετικών-φυσικών επιστημών;



3. Διαφέρει το επίπεδο διαδικτυακής ετοιμότητας των εκπαιδευτικών θετικών-φυσικών επιστημών με το αντίστοιχο των υπόλοιπων εκπαιδευτικών;

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 216 εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων δημοσίων σχολείων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης εκ των οποίων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1:

Πίνακας 1: Δημογραφικά στοιχεία (n=216)

Φύλο	Γυναίκες (69,4%)
Ηλικία	Άνω των 36 ετών (84,2 %)
Ειδικότητα	Παιδαγωγικά (38%), Κοινωνικές-Ανθρωπιστικές Επιστήμες (26,9%), Θετικές-Φυσικές Επιστήμες (25,9%), Καλλιτεχνικές-Φυσικής Αγωγής (14,8%)
Επίπεδο σπουδών	Κατοχή μεταπτυχιακού (49,5%) ή πτυχίου πανεπιστημιακού τμήματος (38,9%)
Προϋπηρεσία	Πάνω από 11 έτη προϋπηρεσίας (80,1%)

Το εργαλείο συλλογής δεδομένων αποτέλεσε ένα ερωτηματολόγιο δομημένο σε τρεις ενότητες με ερωτήσεις κλειστού τύπου: 1) δημογραφικά στοιχεία, 2) πρόσβαση και χρήση τεχνολογίας, γνώση αγγλικής γλώσσας και εμπειρία σε διαδικτυακά μαθήματα και 3) κλίμακα ετοιμότητας στη διαδικτυακή μάθηση.

Η κλίμακα ετοιμότητας στη διαδικτυακή μάθηση βασίστηκε στην Online Learning Readiness Scale (OLRS) (Hung et al. 2010), μία 5/θμια κλίμακα με διαστάσεις:

- i. αυτοαποτελεσματικότητας του ατόμου στην χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και διαδικτύου (3 στοιχεία)
- ii. αυτοκατευθυνόμενης μάθησης (5 στοιχεία)
- iii. επιπέδου ελέγχου της πορείας της μάθησής σε διαδικτυακό περιβάλλον από το ίδιο το άτομο (3 στοιχεία)
- iv. κίνητρα μάθησης (4 στοιχεία)
- v. αυτοαποτελεσματικότητας στη διαδικτυακή επικοινωνία (3 στοιχεία)

Οι δηλώσεις προσαρμόστηκαν στο ελληνικό πλαίσιο μέσω της διαδικασίας της αντίστροφης μετάφρασης (back translation) και, επίσης, το συμπλήρωσαν πιλοτικά λίγοι εκπαιδευτικοί για πιθανές επιπλέον διορθώσεις.

Τέλος, η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 1-18 Μαρτίου 2018. Το ερωτηματολόγιο είχε ηλεκτρονική μορφή (google forms) και συλλέχθηκε τυχαίο δείγμα.

3. Αποτελέσματα-Συζήτηση

Αρχικά, εκτός από τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, διερευνήθηκαν και τα χαρακτηριστικά σχετικά με την πρόσβαση και χρήση της τεχνολογίας. Βρέθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν κυρίως φορητό υπολογιστή για την πρόσβαση στο διαδίκτυο (53,7%), η συντριπτική πλειοψηφία έχει σταθερή οικιακή σύνδεση στο διαδίκτυο (97,7%) και το χρησιμοποιεί καθημερινά (97,2%). Ακόμη, το μεγαλύτερο ποσοστό (50,5%) είναι ικανοί χρήστες της αγγλικής γλώσσας (Γ1-Γ2), ενώ το 22,2% έχει βασική (Α1-Α2) ή καθόλου γνώση της αγγλικής. Τέλος, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί (62%) έχουν συμμετάσχει στο παρελθόν σε εξ' ολοκλήρου διαδικτυακό μάθημα.



Έπειτα, υπολογίστηκε η εσωτερική εγκυρότητα του ερευνητικού εργαλείου με χρήση του συντελεστή Alpha του Cronbach, ο οποίος κρίθηκε ικανοποιητικός τόσο για το σύνολο, όσο και για τις επιμέρους υποκλίμακες-διαστάσεις της ετοιμότητας (Πίνακας 2). Χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε μόνο στην υποκλίμακα «Έλεγχος πορείας της μάθησης» με τιμή $\alpha = ,582$ που μπορεί να θεωρηθεί όμως αποδεκτή.

Πίνακας 2: Cronbach's Alpha (n=216)

Κλίμακες	Cronbach's Alpha	N δηλώσεων
1. Αυτοαποτελεσματικότητα στη χρήση Η/Υ και διαδικτύου	,724	3
2. Αυτοκατευθυνόμενη μάθηση	,771	5
3. Έλεγχος πορείας της μάθησης	,582	3
4. Κίνητρα μάθησης	,776	4
5. Αυτοαποτελεσματικότητα στη διαδικτυακή επικοινωνία	,743	3
Συνολικό	,875	18

Ακολούθως, διερευνήθηκαν τα δεδομένα του OLSR με χρήση περιγραφικής στατιστικής (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστες και μέγιστες τιμές) για το σύνολο του δείγματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί του δείγματος παρουσιάζουν αρκετά υψηλό επίπεδο ετοιμότητας για συμμετοχή σε δράσεις διαδικτυακής μάθησης (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Περιγραφικά στατιστικά OLSR (n=216)

Διαστάσεις	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	M.T.	T.A.
1. Αυτοαποτελεσματικότητα στη χρήση Η/Υ και διαδικτύου	216	2	5	4,44	,65
2. Αυτοκατευθυνόμενη μάθηση	216	2	5	4,13	,59
3. Έλεγχος πορείας της μάθησης	216	2	5	3,94	,68
4. Κίνητρα μάθησης	216	3	5	4,39	,58
5. Αυτοαποτελεσματικότητα στη διαδικτυακή επικοινωνία	216	1	5	3,91	,80
Έγκυρα N (listwise)	216				

Προηγούμενη έρευνα της Hung (2016) σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έδειξε παρόμοια αποτελέσματα, δηλαδή σχετικά υψηλό επίπεδο ετοιμότητας. Αναλυτικότερα στις επιμέρους διαστάσεις, η υψηλή αυτοαποτελεσματικότητα στη χρήση υπολογιστών και διαδικτύου συμφωνεί με αποτελέσματα άλλων ερευνών (Mannila et al. 2018), ενώ παρατηρήθηκε διαφοροποίηση με ευρήματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο αξιοποίησης των Μαζικών Ανοιχτών Διαδικτυακών Μαθημάτων (Massive Open Online Courses) στη Ρουμανία (Malita et al. 2018).

Στην συνέχεια, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία ανάλυσης για τη διαδικτυακή ετοιμότητα συγκεκριμένα για την ειδικότητα θετικών-φυσικών επιστημών, όπου το δείγμα αποτέλεσαν 56 εκπαιδευτικοί. Η



εσωτερική εγκυρότητα κρίθηκε ικανοποιητική, τόσο για το σύνολο όσο και για τις υποκλίμακες του ερευνητικού εργαλείου (Πίνακας 4). Χαμηλές τιμές παρατηρήθηκαν σε δύο από τις πέντε διαστάσεις, ωστόσο και εδώ είναι στα πλαίσια του αποδεκτού.

Πίνακας 4: Cronbach's Alpha (n=56)

Κλίμακες	Cronbach's Alpha	N δηλώσεων
1. Αυτοαποτελεσματικότητα στη χρήση Η/Υ και διαδικτύου	,550	3
2. Αυτοκατευθυνόμενη μάθηση	,701	5
3. Έλεγχος πορείας της μάθησης	,543	3
4. Κίνητρα μάθησης	,725	4
5. Αυτοαποτελεσματικότητα στη διαδικτυακή επικοινωνία	,722	3
Συνολικό	,848	18

Αναφορικά με το επίπεδο διαδικτυακής ετοιμότητας συγκεκριμένα των εκπαιδευτικών θετικών και φυσικών επιστημών, βρέθηκε επίσης αρκετά υψηλό όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Περιγραφικά στατιστικά OLSR (n=56)

Διαστάσεις	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	M.T.	T.A.
1. Αυτοαποτελεσματικότητα στη χρήση Η/Υ και διαδικτύου	56	3	5	4,54	,53
2. Αυτοκατευθυνόμενη μάθηση	56	3	5	4,08	,53
3. Έλεγχος πορείας της μάθησης	56	2	5	4,02	,62
4. Κίνητρα μάθησης	56	3	5	4,35	,55
5. Αυτοαποτελεσματικότητα στη διαδικτυακή επικοινωνία	56	2	5	4,00	,72
Έγκυρα N (listwise)	56				

Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε και σύγκριση του επιπέδου διαδικτυακής ετοιμότητας των εκπαιδευτικών θετικών και φυσικών επιστημών με το αντίστοιχο των υπόλοιπων ειδικοτήτων. Για το σκοπό αυτό υπολογίστηκαν εκ νέου τα περιγραφικά στατιστικά του OLSR με νέο συνολικό δείγμα από όπου αφαιρέθηκε το υποσύνολο των εκπαιδευτικών θετικών και φυσικών επιστημών και μέσω του one sample t test έγινε σύγκριση με τις τιμές του OLSR του υποσυνόλου. Συγκεκριμένα, οι τιμές του υποσυνόλου χρησιμοποιήθηκαν ως μέτρο σύγκρισης και οι τιμές του νέου συνόλου ως υπό εξέταση μεταβλητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι στάσεις των εκπαιδευτικών θετικών-φυσικών επιστημών για την αυτοαποτελεσματικότητα στη χρήση Η/Υ-διαδικτύου είναι σημαντικά πιο υψηλές από τις αντίστοιχες των υπόλοιπων ειδικοτήτων ($p < 0,05$). Για τις υπόλοιπες στάσεις δεν βρέθηκε σημαντική διαφοροποίηση.

Σε γενικές γραμμές, η διερεύνηση σχετικά με την επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών που ανήκουν σε ειδικότητες STEM είναι ιδιαίτερα περιορισμένες (Chai 2019), με συνέπεια να μην είναι εφικτή η εύρεση σχετικών ερευνών για τη διαδικτυακή τους ετοιμότητα. Ωστόσο, θα γίνει μια προσπάθεια γενικότερης επεξήγησης των αποτελεσμάτων. Αρχικά, τα υψηλά επίπεδα διαδικτυακής ετοιμότητας εξηγούνται από το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί ως επαγγελματίες μαθαίνουν να οργανώνουν και να κατευθύνουν τη μάθηση μέσα από τη διδασκαλία τους και κινητοποιούνται συνεχώς να αναπτύσσονται



(Louws et al. 2017), ενώ χρησιμοποιούν ιδιαίτερα τη διαδικτυακή επικοινωνία στην επαγγελματική τους μάθηση, για παράδειγμα μέσω των κοινωνικών διαδικτύων (Prestridge 2019).

Επιπροσθέτως, σημαντικό ρόλο παίζει και η φύση των ειδικοτήτων θετικών και φυσικών επιστημών. Από τη μία, στο πλαίσιο της επαγγελματικής τους ανάπτυξης χρησιμοποιούνται πλέον ποικίλα διαδικτυακά και μη τεχνολογικά εργαλεία, με έμφαση στη μάθηση μέσω της χρήσης των εργαλείων (Fernandes et al. 2019). Από την άλλη, αυτές οι ειδικότητες είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία, αφού παρουσιάζουν μεγαλύτερα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας στη χρήση Η/Υ (Paraskeva et al. 2008). Αποτέλεσμα μάλιστα που συμφωνεί με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας για τη διαφοροποίηση των εκπαιδευτικών θετικών-φυσικών επιστημών από τους υπόλοιπους.

Τέλος, διερευνήθηκαν οι τυχόν επιδράσεις των δημογραφικών στοιχείων στις επιμέρους διαστάσεις, με χρήση παραμετρικών τεστ όπως *t test* και *one way ANOVA* με χρήση κριτηρίου Bonferroni ($p < 0,05$).

Από τις αναλύσεις προέκυψε ότι:

- Οι εκπαιδευτικοί ηλικίας 36 έως 49 ετών έχουν λιγότερα κίνητρα μάθησης από τους εκπαιδευτικούς 50 ετών και άνω. Σύμφωνα με αυτές τις φάσεις επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών (Day 2003), οι συμπεριφορές των εκπαιδευτικών αλλάζουν με τα χρόνια. Έτσι, για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί μεγαλύτερης ηλικίας και με περισσότερη εμπειρία έχουν την τάση είτε να επαναπαύονται στις υπάρχουσες γνώσεις τους είτε να συνεχίζουν την αναβάθμισή τους και επικαιροποίηση των γνώσεών τους.
- Οι εκπαιδευτικοί ηλικίας 36 έως 49 ετών έχουν αρνητικότερες στάσεις για την αυτοαποτελεσματικότητα στη διαδικτυακή επικοινωνία από τους εκπαιδευτικούς 50 ετών και άνω. Πρόκειται για εύρημα που συμφωνεί με άλλη παλαιότερη έρευνα (Wladis et al. 2015) για τη μάθηση διαδικτυακών φοιτητών. Από τη μία, είναι λίγο μη αναμενόμενο, δεδομένου ότι τα μεγαλύτερα άτομα θεωρούνται γενικά λιγότερο τεχνολογικά ικανά και ενημερωμένα (Βρύζας & Τσιτουρίδου 2014, Monaco & Martin 2007). Από την άλλη, όμως, δεν είναι απόλυτη αυτή η άποψη αφού παρόλο που οι νέες γενιές έχουν μεγαλώσει με χρήση Μέσων τεχνολογίας και επικοινωνίας στην καθημερινότητά τους, δεν είναι απαραίτητο ότι διαθέτουν αυτόματα τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για συμμετοχή σε διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης (Βρύζας & Τσιτουρίδου 2014). Για αυτό η διερεύνηση της ετοιμότητας είναι απαραίτητη και για τις νέες γενιές (Valtonen et al. 2009).
- Οι εκπαιδευτικοί με μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών είχαν θετικότερες στάσεις για την αυτοαποτελεσματικότητά τους στη χρήση Η/Υ και διαδικτύου, από αυτούς με το βασικό πανεπιστημιακό τίτλο. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να θεωρηθεί αρκετά αναμενόμενο μιας και πλέον η τεχνολογία χρησιμοποιείται κατά κόρον στο πλαίσιο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Henderson et al. 2016), οπότε είναι πιθανότερο εκπαιδευτικοί που απέκτησαν πρόσφατα κάποιο τίτλο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης να είναι πιο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία.

Να σημειωθεί ότι για τις υπόλοιπες κατηγορίες επιπέδου σπουδών δεν έγινε ανάλυση λόγω μηδενικού ή ελάχιστου αριθμού απαντήσεων. Αναφορικά με τα υπόλοιπα δημογραφικά στοιχεία (φύλο, προϋπηρεσία) και τα ατομικά χαρακτηριστικά για την πρόσβαση και χρήση της τεχνολογίας δεν βρέθηκε καμία στατιστική σημαντικότητα ($p > 0,05$) μέσα από τις αναλύσεις.

Περιορισμοί

Αρχικά, περιορισμό της έρευνας αποτελεί η χρήση μη τυχαιοποιημένου δείγματος που δεν είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού, οπότε τα συμπεράσματα δεν είναι γενικεύσιμα (Cohen & Manion 2000). Επίσης, λόγω έλλειψης σχετικών ελληνικών μελετών, χρησιμοποιήθηκε ερευνητικό εργαλείο μη



σταθμισμένο στην ελληνική πραγματικότητα. Τέλος, περιορισμούς θέτει και η αποκλειστικά διαδικτυακά συλλογή δεδομένων, λόγω πιθανής συμμετοχής ατόμων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (Wright 2005).

4. Συμπεράσματα

Κλείνοντας, λοιπόν, συμπεραίνει κανείς οι εκπαιδευτικοί γενικότερα, αλλά και ειδικότερα των θετικών-φυσικών επιστημών, παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα ετοιμότητας στη χρήση της διαδικτυακής ανάπτυξης στο πλαίσιο της επαγγελματικής τους ανάπτυξης. Παράλληλα, η παρούσα έρευνα αποτέλεσε προσπάθεια διερεύνησης της ετοιμότητας των Ελλήνων εκπαιδευτικών για συμμετοχή σε διαδικτυακές δράσεις μάθησης και εμπλουτισμού των υπαρχόντων ερευνητικών δεδομένων στην Ελλάδα. Η διαπίστωση της ετοιμότητας του παρόντος δείγματος επισημαίνει το εύφορο έδαφος για αξιοποίηση της διαδικτυακής μάθησης στην επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών. Τέλος, σε ερευνητικό επίπεδο, διακρίνεται τόσο η ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος, όσο και για δημιουργία ερευνητικού εργαλείου για τη μέτρηση της ετοιμότητας στη διαδικτυακή μάθηση, σταθμισμένου στην ελληνική πραγματικότητα.

5. Βιβλιογραφία

Αναστασιάδης, Θ. & Μανούσου, Ε. (2017). Η συμβολή των νέων τεχνολογιών στην επιμόρφωση και επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών: ζητήματα ανάπτυξης και οργάνωσης. *Ο Σχεδιασμός της Μάθησης, 9^ο Διεθνές Συνέδριο για την Ανοιχτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, Αθήνα 23-26 Νοεμβρίου 2017*, 9, 182-190. <http://doi.org/10.12681/icodl.1084>

Βρύζας, Κ. & Τσιτουρίδου, Μ. (2014). *Νέοι και τεχνολογίες της επικοινωνίας*. Αθήνα: Gutenberg.

Cohen, L. & Manion, L. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. (Παπαγεωργίου Ν., επιμ., Μητσοπούλου, Χ. και Φιλοπούλου, Μ., μφρ.). Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.

Day, C. (2003). *Η εξέλιξη των εκπαιδευτικών-Οι προκλήσεις της δια βίου μάθησης*. (Ξωχέλλης, Π. & Παπαναούμ, Ζ., επιμ., Βακάκη, Α., μφρ.). Αθήνα: Τυπωθήτω.

Μαστροδημήτρης, Α., Βαλκάνος, Ε. & Κιουλάνης, Σ. (2014). Μια προσέγγιση της επιμορφωτικής ανάγκης των εκπαιδευτικών με ανομοιόμορφο εκπαιδευτικό προφίλ. Η περίπτωση της Πρότυπης Βιοτεχνικής Μονάδας (Π.Β.Μ.) Λακκιάς Θεσσαλονίκης. *εκ@ιδευτικός κύκλος*, 2 (3), 47-77. Ανακτήθηκε από <http://journal.educircle.gr/>

Μπίκος, Κ. & Τζιφόπουλος, Μ. (2013). Η επαγγελματική ανάπτυξη των σύγχρονων εκπαιδευτικών: μοντέλο εφαρμογής της εξ αποστάσεως επιμόρφωσης στη διαπολιτισμική εκπαίδευση. *7th International Conference in Open and Distance Learning, November 2013, Athens, Greece*. <https://doi.org/10.12681/icodl.735>

Alt, D. (2018). Science teachers' conceptions of teaching and learning, ICT efficacy, ICT professional development and ICT practices enacted in their classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 73, 141–150. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2018.03.020>

Chai, C. S. (2019). Teacher Professional Development for Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: A Review from the Perspectives of Technological Pedagogical Content (TPACK). *Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 5–13. <http://doi.org/10.1007/s40299-018-0400-7>



- Dabbagh, N. (2007). The online learner: Characteristics and pedagogical implications. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 7(3), 217–226. Retrieved from <http://go.editlib.org/p/22904>
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. (2018). Professional Development and Use of Digital Technologies by Science Teachers: a Review of Theoretical Frameworks. *Research in Science Education*, 1–36. <http://doi.org/10.1007/s11165-018-9707-x>
- Henderson, M., Finger, G., & Selwyn, N. (2016). What's used and what's useful? Exploring digital technology use(s) among taught postgraduate students. *Active Learning in Higher Education*, 17(3), 235–247. <https://doi.org/10.1177/1469787416654798>
- Herbert, S., Campbell, C., & Loong, E. (2016). Online professional learning for rural teachers of mathematics and science. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(2), 99–114. <http://doi.org/10.14742/ajet.2159>
- Hung, M. L. (2016). Teacher readiness for online learning: Scale development and teacher perceptions. *Computers & Education*, 94, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.012>
- Hung, M. L., Chou, C., Chen, C. H., & Own, Z. Y. (2010). Learner readiness for online learning: Scale development and student perceptions. *Computers and Education*, 55(3), 1080–1090. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.004>
- Ilgaz, H., & Gülbahar, Y. (2015). A Snapshot of Online Learners : e-Readiness, e- Satisfaction and Expectations. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(2), 171–187. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i2.2117>
- Louws, M. L., Meirink, J. A., van Veen, K., & van Driel, J. H. (2017). Teachers' self-directed learning and teaching experience: What, how, and why teachers want to learn. *Teaching and Teacher Education*, 66, 171–183. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.004>
- Mahlangu, V. P. (2017). "Professional Development of Adult Learners through Open and Distance Learning." In S. L. Renes (Ed.), *Global Voices in Higher Education*, (chapter 7). InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68818>
- Malita, L., Tiru, L. G., & Grosseck, G. (2018). MOOCs for Teachers Professional Development — A University Challenge? *International Journal of Information and Education Technology*, 8(3), 235–239. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2018.8.3.1040>
- Mannila, L., Nordén, L.-Å., & Pears, A. (2018). Digital Competence, Teacher Self-Efficacy and Training Needs. Proceedings of the 2018 ACM Conference on International Computing Education Research - ICER '18. <https://doi.org/10.1145/3230977.3230993>
- McConnell, T. J., Parker, J. M., Eberhardt, J., Koehler, M. J., & Lundeberg, M. A. (2013). Virtual Professional Learning Communities: Teachers' Perceptions of Virtual Versus Face-to-Face Professional Development. *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 267–277. <http://doi.org/10.1007/s10956-012-9391-y>
- Monaco, M., & Martin, M. (2007). The Millennial student: A new generation of learners. *Athletic Training Education Journal*, 2(2), 42–46. Retrieved from <http://www.nataej.org/>
- Mouzakis, C. (2008). Teachers' perceptions of the effectiveness of a blended learning approach for ICT teacher training. *Journal of Technology and Teacher Education*, 16(4), 461. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/>
- Paraskeva, F., Bouta, H., & Papagianni, A. (2008). Individual characteristics and computer self-efficacy in secondary education teachers to integrate technology in educational practice. *Computers and Education*, 50(3), 1084–1091. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.10.006>
- Powell, C. G., & Bodur, Y. (2019). Teachers' perceptions of an online professional development experience: Implications for a design and implementation framework. *Teaching and Teacher Education*, 77, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.09.004>



- Prestridge, S. (2019). Categorising teachers' use of social media for their professional learning: A self-generating professional learning paradigm. *Computers and Education*, 129(March 2018), 143–158. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.003>
- Reeves, T. D., & Pedulla, J. J. (2011). Predictors of teacher satisfaction with online professional development: Evidence from the USA's e-learning for educators initiative. *Professional Development in Education*, 37(4), 591–611. <http://doi.org/10.1080/19415257.2011.553824>
- Rohayani, A. H. H., Kurniabudi, & Sharipuddin. (2015). A Literature Review: Readiness Factors to Measuring e-Learning Readiness in Higher Education. *Procedia Computer Science*, 59, 230–234. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.564>
- Tsiotakis, P., & Jimoyiannis, A. (2016). Critical factors towards analysing teachers' presence in on-line learning communities. *Internet and Higher Education*, 28(October 2016), 45–58. <http://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.09.002>
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Dillon, P., & Väisänen, P. (2009). Finnish high school students' readiness to adopt online learning: Questioning the assumptions. *Computers and Education*, 53(3), 742–748. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.04.014>
- Vasilevska, D., Rivza, B., & Bogdan, R. (2017). Evaluation of Readiness for Distance Education of Students in European Universities. *BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 8(1), 35–41. Retrieved from <https://www.edusoft.ro/brain/index.php/brain/article/view/673/751>
- Wladis, C., Conway, K. M., & Hachey, A. C. (2015). The Online STEM Classroom—Who Succeeds? An Exploration of the Impact of Ethnicity, Gender, and Non-traditional Student Characteristics in the Community College Context. *Community College Review*, 43(2), 142–164. <http://doi.org/10.1177/0091552115571729>
- Wright, K. B. (2005). Researching Internet-based populations: Advantages and disadvantages of online survey research, online questionnaire authoring software packages, and web survey services. *Journal of computer-mediated communication*, 10(3). <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2005.tb00259.x>



Βελτιώνοντας την ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών

Νικόλαος Ρούμελης¹, Μιχαήλ Σκουμιός²

¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση - τ. Σχολικός Σύμβουλος, ²ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η εργασία εστιάζεται στη διερεύνηση της επίδρασης ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών των Φυσικών Επιστημών στην ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας τους αναφορικά με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αυτά εμπλέκουν. Αναπτύχθηκε ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών το οποίο παρακολούθησαν 25 εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν τα σχέδια διδασκαλίας που ανέπτυξαν οι εκπαιδευτικοί πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος. Η ανάλυση των σχεδίων διδασκαλίας πραγματοποιήθηκε με χρήση κλιμάκων διαβαθμισμένων κριτηρίων που αξιολογούν το επίπεδο των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών που αυτά εμπλέκουν. Διαπιστώθηκε ότι το πρόγραμμα συνέβαλε σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας των σχεδίων διδασκαλίας των εκπαιδευτικών.

Λέξεις-κλειδιά: πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών, σχέδια διδασκαλίας, πρακτικές Φυσικών Επιστημών

Improving the quality of science teachers' lesson plans

Nikolaos Roumelis¹, Michael Skoumios²

¹Secondary Education, ex-School Counselor, ²Department of Primary Education, University of the Aegean

Abstract

The study focuses on investigating the effect of a science teachers' professional development program to the quality of science teachers' lesson plans regarding science practices that they involved. A teachers' professional development program was developed and was implemented to 25 science teachers. The research data included science teachers' lesson plans both before and after the program. Teachers' lesson plans were analyzed with the use of rubrics for evaluating the level of science practices that they involved. It was found that the science teachers' professional development program significantly contributed to improving the quality of teachers' lesson plans.

Keywords: teachers' professional development program, lesson plans, science practices



1. Εισαγωγή

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο ευρύτερο σώμα των ερευνών που μελετούν την αποτελεσματικότητα προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών. Ειδικότερα, η εργασία αυτή διερευνά την επίδραση ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών στην ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας που συγκροτούν οι εκπαιδευτικοί.

Ως επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών νοείται η διαδικασία που περιλαμβάνει την απόκτηση γνώσεων και ικανοτήτων σε καινούρια θέματα, τη συμπλήρωση γνώσεων που έχουν αποκτηθεί από παλιά, την προώθηση της διδακτικής ικανότητας, την ανάπτυξη της ικανότητας συνεργασίας και τη βαθύτερη συνειδητοποίηση του επαγγέλματος του εκπαιδευτικού (Fullan & Hargreaves 1992). Είναι αναγκαία η ανάπτυξη προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών καθώς η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών προσφέρεται για ακαδημαϊκή, επαγγελματική και προσωπική εξέλιξη και ανάπτυξη των εκπαιδευτικών αλλά και για τον εκσυγχρονισμό του εκπαιδευτικού συστήματος. Τα προγράμματα αυτά έχουν ως πρωταρχικό στόχο «τη βελτίωση, την αναβάθμιση και την περαιτέρω ανάπτυξη των ακαδημαϊκών – θεωρητικών ή πρακτικών, επαγγελματικών και προσωπικών ενδιαφερόντων, ικανοτήτων, γνώσεων και ικανοτήτων των εκπαιδευτικών κατά την διάρκεια της θητείας τους» (Μαυρογιώργος 1999: 101).

Ανάμεσα στις ικανότητες που επιδιώκεται να αναπτύξουν οι εκπαιδευτικοί συγκαταλέγεται και η ικανότητα συγκρότησης σχεδίων διδασκαλίας. Βασικό συστατικό στοιχείο ενός ποιοτικού σχεδίου διδασκαλίας αποτελούν οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (science practices) που εμπλέκονται στις δραστηριότητες που αυτό περιλαμβάνει (Krajcik et al. 2014). Ο όρος πρακτικές των Φυσικών Επιστημών αναφέρεται στις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον κόσμο (NGSS Lead States 2013). Έχει επισημανθεί - σύμφωνα με το νέο πλαίσιο για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες που έχει προταθεί από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α. - ότι η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (NRC 2012). Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, έχουν προταθεί οι εξής οκτώ πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (NRC 2012): (α) υποβολή ερωτημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων, (ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που μελετούν τη συμβολή προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών στις απόψεις, τις γνώσεις και τις διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες (ενδεικτικά: Beyer & Davis 2012, Capps et al. 2012, Chval et al. 2008, Desimone 2009, Lotter et al. 2018, Lotter et al. 2014). Στα προγράμματα αυτά περιλαμβάνονταν θεωρητικά και βιωματικά σεμινάρια για τη διερευνητική μάθηση, προετοιμασία σχεδίων μαθημάτων, παρακολουθήσεις διδασκαλιών και πραγματοποίηση διδασκαλιών με αξιοποίηση πειραμάτων με φυσικά μέσα ή/και με ΤΠΕ.

Ωστόσο, απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν την επίδραση προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών στην ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αυτά εμπλέκουν



2. Μεθοδολογία

Μέσω αυτής της εργασίας επιδιώκεται να απαντηθεί το ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: Ποια είναι η επίδραση ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών του Νομού Κυκλάδων στην ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας τους αναφορικά με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αυτά εμπλέκουν;

Συγκροτήθηκε ένα εξ αποστάσεως πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών που βασίστηκε στη διερευνητική μάθηση. Στη θεματολογία του προγράμματος περιλαμβάνονταν ζητήματα που αφορούσαν: (α) στην έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών, (β) στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, (γ) σε διδακτικά εργαλεία (πειράματα, αναλογίες, γνωστική σύγκρουση, εννοιολογικοί χάρτες), (δ) στη διερευνητική μάθηση, (ε) στη «μάθηση τριών διαστάσεων», (στ) στην αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, (ζ) στη διαμόρφωση διδακτικών στόχων και (η) στη συγκρότηση και αξιολόγηση σχεδίων διδασκαλίας. Οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα μελετούσαν κείμενα που αφορούσαν στη θεματολογία του προγράμματος και πρότυπα σενάρια διδασκαλίας της συλλογής που δημιουργήθηκε από το 2012 έως το 2017, από εκπαιδευτικούς ΠΕ04 Κυκλάδων. Επιπλέον, μέσω δραστηριοτήτων εξασκούσαν στη σχεδίαση σχεδίων διδασκαλίας. Το πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε εξ αποστάσεως στην πλατφόρμα Moodle του ΚΕΠΛΗΝΕΤ Κυκλάδων με ανάρτηση του πολυμεσικού διδακτικού υλικού, των ασκήσεων – παραδοτέων και των αξιολογήσεων.

Το πρόγραμμα αυτό παρακολούθησαν 25 εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών του Νομού Κυκλάδων κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Ανάμεσα στις δραστηριότητες που ζητήθηκαν από τους εκπαιδευτικούς συμπεριλαμβάνονταν και η συγκρότηση σχεδίων διδασκαλίας πριν και μετά την εφαρμογή αυτού του προγράμματος.

Πίνακας 1: Η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την πρακτική που αφορά στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων.

Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3	Επίπεδο 4
Το σχέδιο διδασκαλίας δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να σχεδιάσουν ή να πραγματοποιήσουν διερευνήσεις	Το σχέδιο διδασκαλίας παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να πραγματοποιήσουν διερευνήσεις, οι οποίες όμως καθοδηγούνται από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές δεν αποφασίζουν για τις μεταβλητές των πειραμάτων ή για τις ερευνητικές μεθόδους (πχ. αριθμό δοκιμών)	Το σχέδιο διδασκαλίας παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να σχεδιάσουν ή να πραγματοποιήσουν διερευνήσεις. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αποφασίζουν για τις μεταβλητές των πειραμάτων ή για τις ερευνητικές μεθόδους (πχ. αριθμό δοκιμών)	Το σχέδιο διδασκαλίας παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν διερευνήσεις. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αποφασίζουν για τις μεταβλητές των πειραμάτων ή για τις ερευνητικές μεθόδους (πχ. αριθμό δοκιμών)

Τα δεδομένα αυτής της έρευνας αποτέλεσαν τα σχέδια διδασκαλίας που συγκρότησαν οι εκπαιδευτικοί πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος. Για την αξιολόγηση της ποιότητας των σχεδίων διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκαν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων (τεσσάρων επιπέδων) (McNeill et



α). 2015). Οι κλίμακες αυτές αποτιμούν το βαθμό εμπλοκής των οκτώ πρακτικών των Φυσικών Επιστημών στα σχέδια διδασκαλίας. Ενδεικτικά, στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η κλίμακα για την πρακτική που αφορά στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων.

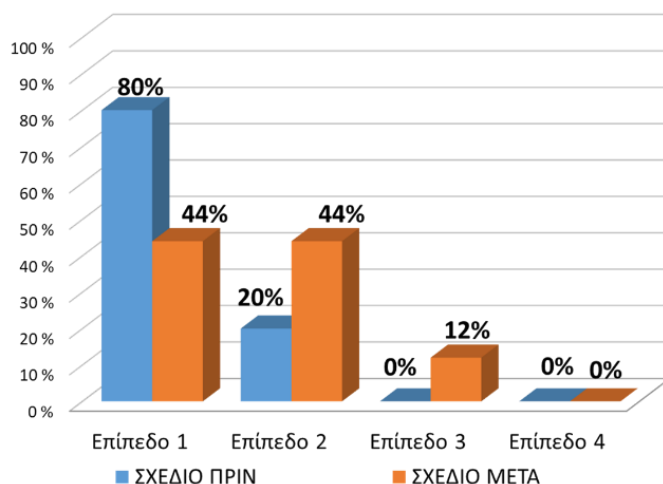
Προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων των οκτώ πρακτικών των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος. Εξετάστηκε ή ύπαρξη διαφοροποίησης ανάμεσα στα επίπεδα των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών με το τεστ McNemar.

3. Αποτελέσματα

Υποβολή ερωτημάτων

Προέκυψε ότι τα ποσοστά των επιπέδων 2 και 3 της πρακτικής που αφορά στην υποβολή ερωτημάτων που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών μετά την εφαρμογή του προγράμματος (44% και 12%) είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα ποσοστά των ίδιων επιπέδων αυτής της πρακτικής πριν την εφαρμογή του προγράμματος (20% και 0%) (Σχήμα 1). Αντίθετα, το ποσοστό του επιπέδου 1 αυτής της πρακτικής που εμπλέκεται στα σχέδια διδασκαλίας τους πριν την εφαρμογή του προγράμματος (80%) είναι υψηλότερο από το ποσοστό του ίδιου επιπέδου στα σχέδια διδασκαλίας τους μετά την εφαρμογή του προγράμματος (44%). Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=7,11$, $p<0,05$. Συνεπώς, τα σχέδια διδασκαλίας μετά την εφαρμογή του προγράμματος έδιναν περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές να θέτουν ερευνητικά ερωτήματα.

Σχήμα 1: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αφορά στην υποβολή ερωτημάτων που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος

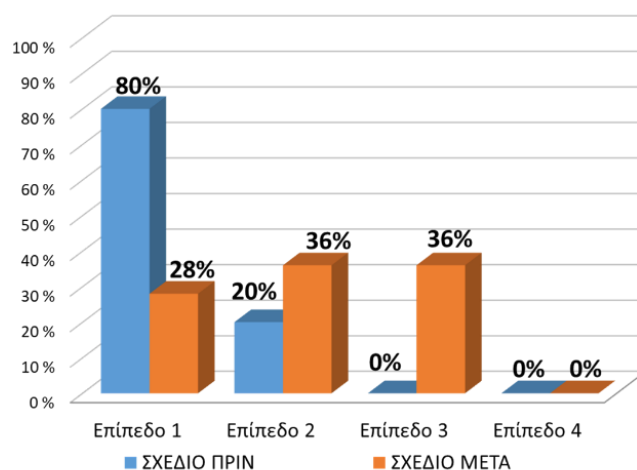




Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων

Συγκρίνοντας τα επίπεδα της πρακτικής που αφορά στην ανάπτυξη και χρήση μοντέλων που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών διαπιστώθηκε (Σχήμα 2) ότι το ποσοστό του επιπέδου 1 αυτής της πρακτικής που εμπλέκεται στα σχέδια διδασκαλίας πριν την εφαρμογή του προγράμματος είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό μετά την εφαρμογή του προγράμματος. Αντίθετα, τα ποσοστά των επιπέδων 2 και 3 μετά την εφαρμογή του προγράμματος είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα ποσοστά των ίδιων επιπέδων αυτής της πρακτικής πριν. Με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=11,07$, $p<0,05$. Συνεπώς, τα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών μετά την εφαρμογή του προγράμματος έδιναν περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές να δημιουργούν ή να χρησιμοποιούν μοντέλα.

Σχήμα 2: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αφορά στην ανάπτυξη και χρήση μοντέλων που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος.

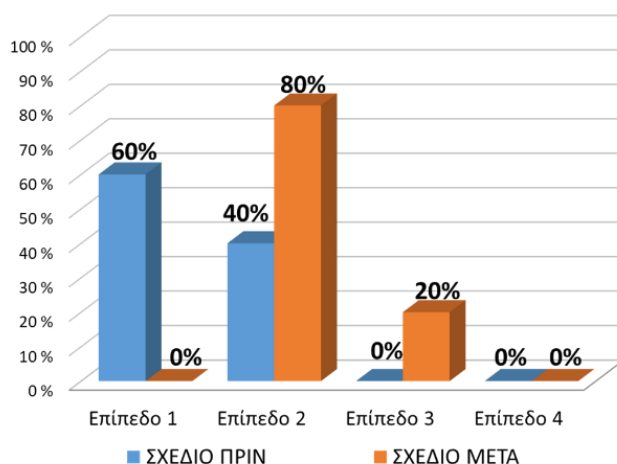


Σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων

Αναφορικά με την πρακτική της σχεδίασης και πραγματοποίησης διερευνήσεων, προέκυψε ότι ενώ πριν την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών κυριαρχούσε το επίπεδο 1 και απουσίαζαν τα επίπεδα 3 και 4, μετά την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας κυριαρχούσε το επίπεδο 2 και επίσης αυξήθηκε το ποσοστό του επιπέδου 3 (Σχήμα 3). Με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=13,07$, $p<0,05$. Συνεπώς, τα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών μετά την εφαρμογή του προγράμματος έδιναν περισσότερες ευκαιρίες στους ίδιους τους μαθητές να σχεδιάζουν και να διεξάγουν διερευνήσεις.



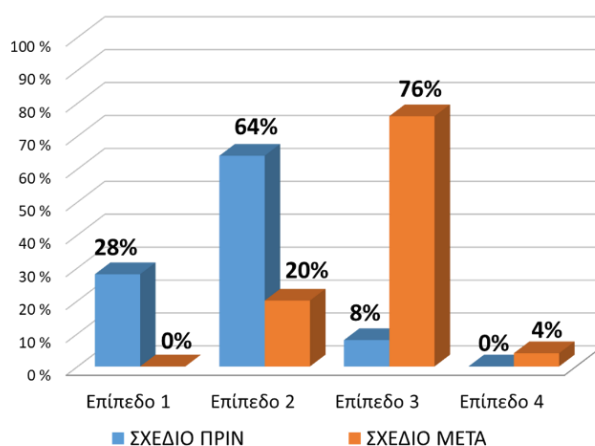
Σχήμα 3: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αφορά στη σχεδίαση και πραγματοποίησης διερευνήσεων που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος.



Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων

Το ποσοστό του επιπέδου 3 της πρακτικής που αφορά στην ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων που εμπλέκεται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών μετά την εφαρμογή του προγράμματος (76%) είναι υψηλότερο από τα αντίστοιχο ποσοστό αυτής της πρακτικής πριν την εφαρμογή του προγράμματος (8%), ενώ το αντίθετο παρατηρείται για τα ποσοστά των επιπέδων 1 και 2 (Σχήμα 4). Με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=16,06$, $p<0,05$. Συνεπώς, τα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών μετά την εφαρμογή του προγράμματος έδιναν περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές να επεξεργάζονται, οργανώνουν και ομαδοποιούν δεδομένα σε πίνακες ή γραφήματα.

Σχήμα 4: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αναφέρεται στην ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος.

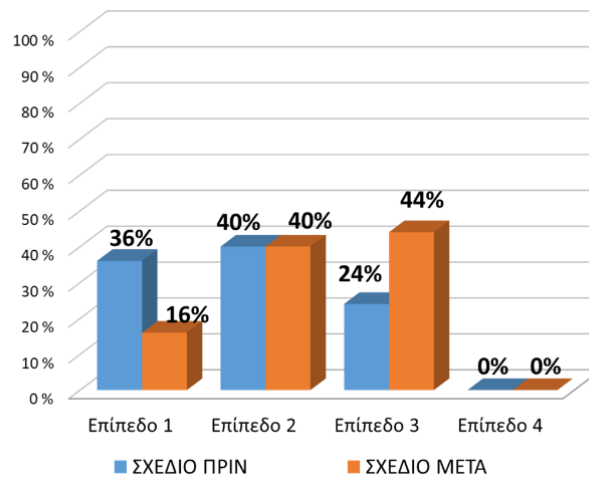




Χρήσης μαθηματικής σκέψης

Αναφορικά με την πρακτική της χρήσης μαθηματικής σκέψης, προέκυψε ότι ενώ πριν την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών κυριαρχούσαν τα επίπεδα 2 και 1, μετά την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας κυριαρχούσαν τα επίπεδα 3 και 2 (Σχήμα 5). Ωστόσο, με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=3,20$, $p>0,05$.

Σχήμα 5: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αναφέρεται στη χρήση μαθηματικής σκέψης που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος.

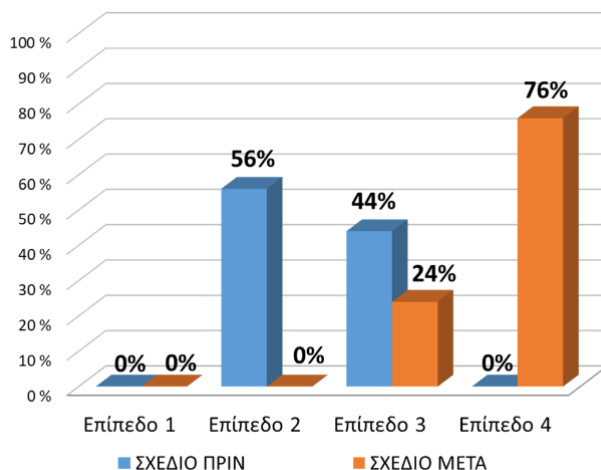


Συγκρότηση εξηγήσεων

Σχετικά με την πρακτική που αφορά στη συγκρότηση εξηγήσεων, ενώ πριν την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών υπεισέρχονταν κυρίως τα επίπεδα 2 και 3 της πρακτικής αυτής (56% και 44%), μετά την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας εμπλέκονταν κυρίως τα επίπεδα 4 και 3 αυτής της πρακτικής (76% και 24%). Με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 2 και επίπεδα 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=6,12$, $p<0,05$. Συνεπώς, τα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών μετά την εφαρμογή του προγράμματος έδιναν περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές να συγκροτούν επιστημονικές εξηγήσεις.



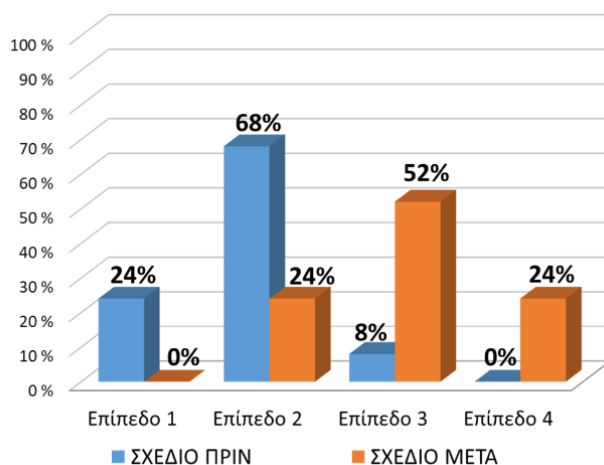
Σχήμα 6: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση εξηγήσεων που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος



Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία

Αναφορικά με την πρακτική που αφορά στην εμπλοκή σε επιχειρηματολογία, προέκυψε ότι πριν την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών εμπλέκονταν κυρίως τα επίπεδα 2 και 1 αυτής της πρακτικής (68% και 24%), ενώ ήταν περιορισμένη η εμφάνιση του επιπέδου 3 (8%) και απουσίαζε το επίπεδο 4 (Σχήμα 7). Όμως, μετά την εφαρμογή του προγράμματος διαπιστώθηκε μείωση των ποσοστών των επιπέδων 2 και 1 (24% και 0%) και αύξηση των ποσοστών των επιπέδων 3 και 4 (52% και 24%) αυτής της πρακτικής στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών.

Σχήμα 7: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αφορά στην εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος.



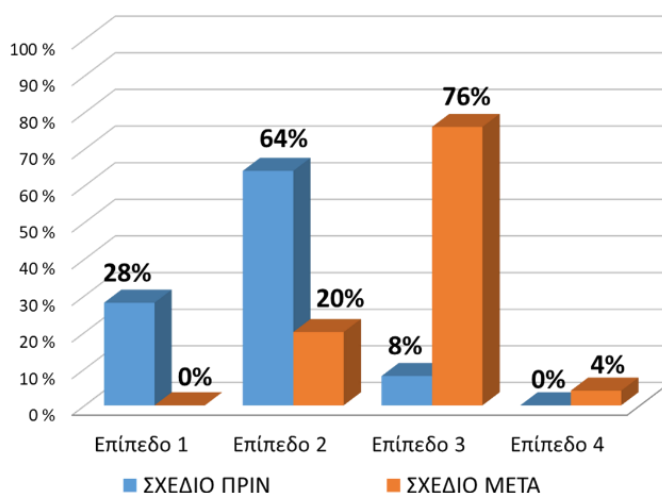


Επιπλέον, με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=15,06$, $p<0,05$. Συνεπώς, τα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών μετά την εφαρμογή του προγράμματος έδιναν περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν σε επιχειρηματολογία.

Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών

Ενώ πριν την εφαρμογή του προγράμματος σχετικά με την πρακτική που αφορά στην απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών εμπλέκονταν κυρίως τα επίπεδα 2 και 1 αυτής της πρακτικής, μετά την εφαρμογή του προγράμματος στα σχέδια διδασκαλίας κυριαρχούσε το επίπεδο 3 αυτής της πρακτικής (Σχήμα 3). Με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα αυτής της πρακτικής που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών (επίπεδο 1 και επίπεδα 2, 3, 4) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, $\chi^2(1)=11,08$, $p<0,05$.

Σχήμα 8: Τα ποσοστά των επιπέδων της πρακτικής που αφορά στην απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών τα οποία εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος.



4. Συμπεράσματα

Έχει επισημανθεί ότι η χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές συμβάλει σημαντικά στην κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών (NRC 2012). Συνεπώς, η ύπαρξη δραστηριοτήτων που εμπλέκουν πρακτικές των Φυσικών Επιστημών συνιστά σημαντικό δείκτη της ποιότητας του σχεδίου διδασκαλίας. Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η επίδραση ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών του Νομού Κυκλάδων στην ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας τους αναφορικά με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αυτά εμπλέκουν.



Διαπιστώθηκε, με βάση τα ευρήματα της παρούσας εργασίας, μια σημαντική αναβάθμιση των επιπέδων των περισσότερων πρακτικών των Φυσικών Επιστημών στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών. Συνεπώς, τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής καταδεικνύουν ότι είναι εφικτή η βελτίωση της ποιότητας των σχεδίων διδασκαλίας των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αυτά εμπλέκουν, μέσω του προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών που εφαρμόστηκε στους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών.

Η βελτίωση στην ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες του προγράμματος που συγκροτήθηκε οι οποίες έδιναν τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να εξοικειωθούν με τη χρήση των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών, διαμορφώνοντας νέες δραστηριότητες που εμπλέκουν τέτοιες πρακτικές και αξιολογώντας δραστηριότητες που είχαν προτείνει ως προς τις πρακτικές που αυτές εμπλέκουν. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συνάδουν με τα αποτελέσματα της έρευνας των Lotter et al. (2018), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι οι εκπαιδευτικοί μετά την παρακολούθηση επιμορφωτικού προγράμματος παράγαν σχέδια διδασκαλίας που περιλάμβαναν σε μεγαλύτερο βαθμό δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών.

Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε περιορισμένο δείγμα εκπαιδευτικών από σχολικές μονάδες των Κυκλάδων, γεγονός που δεν επιτρέπει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν. Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε αποκλειστικά στις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται στα σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών. Προτείνεται η πραγματοποίηση έρευνας που να διερευνά τη συμβολή του προγράμματος αυτού στους παιδαγωγικούς προσανατολισμούς των εκπαιδευτικών και στις διδακτικές πρακτικές τους.

5. Βιβλιογραφία

Μαυρογιώργος, Γ. (1999). Επιμόρφωση εκπαιδευτικών και επιμορφωτική πολιτική στην Ελλάδα. Στο: Αθανασούλα-Ρέπα, Α., Ανθοπούλου, Σ-Σ., Κατσουλάκης, Σ., Μαυρογιώργος, Γ., *Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού* (σ. 93-135). Πάτρα: ΕΑΠ.

Beyer, C. & Davis, E. (2012). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(1), 130-157.

Capps, D. K., Crawford, B. A., & Constan, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 291-318.

Chval, K., Abell, S., Pareja, E., Musikul, K., Ritzka, G. (2008). Science and Mathematics Teachers' Experiences, Needs and Expectations Regarding Professional Development, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), 31-43.

Desimone, L. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38, 181-199.

Fullan, M. & Hargreaves, A. (1992). Teacher development and educational change. In: M. Fullan & A. Hargreaves (Eds) *Teacher Development and Educational Change* (pp.1-9), London, Falmer.

Krajcik, J.S., Codere, S., Dahsah, C., Bayer, R. & Mun, K. (2014). Planning instruction to meet the intent of the Next Generation Science Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2): 157-175.



Lotter, C.R., Thompson, S., Dickenson, S.T., Smiley F.W, Blue, G., & Rea, M. (2018) The Impact of a Practice-Teaching Professional Development Model on Teachers' Inquiry Instruction and Inquiry Efficacy Beliefs. *International Journal of Science and Mathematical Education*, 16(2), 255-273.

Lotter, C., Yow, J. & Peters, T. (2014). Building a community of practice around inquiry instruction through a professional development program. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 1–23.

McNeill, K.L., Katsh-Singer, R., & Pelletier, P. (2015). Assessing science practices: Moving your class along a continuum. *Science Scope*, 39 (4), 21–28.

National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.



Ένταξη εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων μετά την επιμόρφωση Β' επιπέδου

Αγγελική Σαμαντά¹, Δημήτριος Ψύλλος²

¹27^ο Δ.Σ Αχαρνών, ²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα επιχειρήθηκε η διερεύνηση των πρακτικών των εκπαιδευτικών ΠΕ04 μετά την παρακολούθηση της επιμόρφωσης για την αξιοποίηση και εφαρμογή ΤΠΕ στη διδακτική πράξη- Β' επιπέδου σχετικά με τα εικονικά εργαστήρια και τις προσομοιώσεις. Χρησιμοποιήθηκαν ως ερευνητικά εργαλεία παρατηρήσεις διδασκαλίας και συνεντεύξεις. Ο σχεδιασμός των ερευνητικών εργαλείων βασίστηκε στο μοντέλο Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί κατανόησαν τη χρήση των εικονικών πειραμάτων και των προσομοιώσεων με τη βοήθεια του Β' επιπέδου και πλέον κάνουν φιλότιμες προσπάθειες να τα εντάξουν στη διδασκαλία τους αναγνωρίζοντας τα πλεονεκτήματά τους.

Λέξεις- κλειδιά: εικονικά εργαστήρια, προσομοιώσεις, Β' επίπεδο

Integration of virtual experiments and simulations following B' level professional development

Angeliki Samanta, Dimitrios Psillos

¹27th Primary School of Acharnes, ²Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

This survey aimed to inquire the practices of Greek science teachers who have participated in the ICT professional development program (B' level) concerning virtual labs and simulations. As research tools, we used class observations and personal interviews. The survey design was based on Technological Pedagogical Content Knowledge model (TPACK). The analysis showed that science teachers have gained knowledge concerning the use of virtual labs and simulations in teaching, thus they make great effort to integrate them in their teaching while they recognize their benefits.

Keywords: virtual labs, simulations, B' level



1. Εισαγωγή

Οι ΤΠΕ στις τελευταίες δεκαετίες έχουν σημειώσει μεγάλη ανάπτυξη σε όλους τους τομείς και εφαρμογές έχουν διαδοθεί στην εκπαίδευση στην Ελλάδα και στο διεθνή χώρο. Μεταξύ άλλων, η αξιοποίηση εικονικών εργαστηρίων και προσομοιώσεων διευκολύνει τη μελέτη της δυναμικής εξέλιξης φαινομένων, τα οποία υπό συνθήκες αίθουσας διδασκαλίας δεν θα μπορούσαν να μελετηθούν (Λεύκος & Ψύλλος, 2014). Πολλές έρευνες έχουν διενεργηθεί σχετικά με την αξιοποίηση εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων από τις οποίες τεκμηριώνεται η παιδαγωγική προστιθέμενη αξία τους καθώς βοηθούν τους μαθητές στην εννοιολογική κατανόηση, στην ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων και στη διασύνδεσή τους με τις επιστημονικές έννοιες και θεωρίες.

Για την αξιοποίηση των ΤΠΕ και την ένταξή τους στο πλαίσιο σύγχρονων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων όπως διερευνητική και συνεργατική μάθηση των ΤΠΕ απαιτείται να επιμορφωθούν οι εκπαιδευτικοί (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2004). Στην Ελλάδα, οι εκπαιδευτικοί επιμορφώνονται στην αξιοποίηση και την εφαρμογή των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία από το πρόγραμμα επιμόρφωσης Β' επιπέδου, το οποίο υλοποιείται σε εθνική κλίμακα επί πολλά έτη από το ΙΤΥΕ με συγχρηματοδότηση του ΥΠΕΠΘ και Ευρωπαϊκής Ένωσης (Β' επίπεδο, 2010). Στον κλάδο των ΠΕ04, ο σχεδιασμός του προγράμματος επιμόρφωσης βασίστηκε στο μοντέλο Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (TRACK) των Mishra και Koehler (2006). Σύμφωνα με αυτό είναι απαραίτητη η κατανόηση από τους εκπαιδευτικούς της αλληλεπίδρασης μεταξύ τριών συνιστωσών (Τεχνολογική και Παιδαγωγική Συνιστώσα και Περιεχόμενο). Το Β' επίπεδο παρέχει στους εκπαιδευτικούς γνώσεις σχετικά με την παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ, γνώσεις σχεδιασμού της εκπαιδευτικής διαδικασίας (δραστηριοτήτων, φύλλων εργασίας και σεναρίων,) και πρακτική εφαρμογή (Ψύλλος & Παρασκευάς, 2014). Αυτή την περίοδο, η επιμόρφωση Β' επιπέδου υλοποιείται ως Β1 και Β2 ενώ η παρούσα έρευνα αφορά τον αρχικό τρόπο υλοποίησης ως ενιαίο Β' επίπεδο.

Σε προηγούμενη έρευνά μας σε 146 εκπαιδευτικούς ΠΕ04 που παρακολουθούσαν και ολοκλήρωσαν το Β' επίπεδο μελετούσαμε -με τη βοήθεια ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων και χωρίς παρατηρήσεις στην τάξη- τις απόψεις τους για την αξιοποίηση των ψηφιακών εργαλείων. Τα αποτελέσματα έδειξαν στη διδασκαλία ότι οι εκπαιδευτικοί πριν από το Β' επίπεδο ενσωμάτωναν ψηφιακά εργαλεία αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό γενικά εργαλεία όπως λογισμικά παρουσίασης ενώ λιγότερο τα εικονικά πειράματα και προσομοιώσεις. Μετά το Β' επίπεδο, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι χρησιμοποιούν σε σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό εικονικά εργαστήρια και προσομοιώσεις στη διδασκαλία τους (Samanta et al, 2015). Στο πλαίσιο αυτό, στόχος της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των πρακτικών των εκπαιδευτικών ΠΕ04 στην τάξη μετά την παρακολούθηση της επιμόρφωσης Β' επιπέδου σχετικά με την αξιοποίηση των εικονικών εργαστηρίων και των προσομοιώσεων.

2. Μεθοδολογία

Δείγμα

Έχει διαπιστωθεί ότι πολλοί εκπαιδευτικοί δεν επιθυμούν να συμμετέχουν σε παρατηρήσεις διδασκαλίας λόγω ανασφάλειας (Whiteharst et al, 2014). Στην παρούσα έρευνα δέχτηκαν και συμμετείχαν 11 εκπαιδευτικοί ΠΕ04 επιμορφωμένοι από το Β' επίπεδο κατά την προηγούμενη περίοδο (2012-13). Τα σχολεία, στα οποία παρατηρήθηκαν οι διδασκαλίες, βρίσκονταν σε διαφορετικά μέρη της Ελλάδας (αστικά και ημιαστικά) και οι εκπαιδευτικοί είχαν όλοι πάνω από 10 έτη υπηρεσίας με ανώτερο τα 30 έτη.



Ερευνητικά εργαλεία

Οι παρατηρήσεις διδασκαλίας πραγματοποιήθηκαν και καταγράφηκαν με τη βοήθεια ειδικά σχεδιασμένου εργαλείου καταγραφής που προέκυψε μετά τη διεξοδική μελέτη αντίστοιχων ερευνητικών εργαλείων. Το εργαλείο καταγραφής ελέγχθηκε πιλοτικά από ειδικούς, οι οποίοι ήλεγξαν και πρότειναν παραμέτρους και στοιχεία που θα έπρεπε να ενταχθούν σε αυτό. Στην τελική του μορφή, υπήρξε αντιστοίχιση των δεδομένων με τις συνιστώσες του μοντέλου ΤΡΑΚΚ. Για παράδειγμα, οι ερωτήσεις που αναφέρονταν στο ρόλο του εκπαιδευτικού, στόχευε στην ανάδειξη της παιδαγωγικής γνώσης του εκπαιδευτικού ενώ η ερώτηση σχετικά με το αν οι μαθητές συμμετείχαν στη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού σεναρίου όπου αξιοποιούνταν οι ΤΠΕ, στόχευε στην ανάδειξη της αλληλεπίδρασης όλων των συνιστωσών του ΤΡΑΚΚ.

Συνοδευτικά με τις παρατηρήσεις διδασκαλίας πραγματοποιήθηκαν ημι-δομημένες συνεντεύξεις που στόχευαν στην εκ βάθρων μελέτη των πρακτικών και τη διευκρίνιση τυχόν παρανοήσεων. Για παράδειγμα, η ερώτηση σχετικά με την εξοικείωση των εκπαιδευτικών με το περιβάλλον ενός συγκεκριμένου εικονικού εργαστηρίου στόχευε στην ανάδειξη της τεχνολογικής γνώσης του εκπαιδευτικού ενώ, όταν ο εκπαιδευτικός καλούνταν να περιγράψει το πλαίσιο στο οποίο ενέτασσε το συγκεκριμένο εικονικό εργαστήριο και τον τρόπο ένταξης, η ερώτηση στόχευε στην ανάδειξη της αλληλεπίδρασης μεταξύ όλων των συνιστωσών του ΤΡΑΚΚ.

3. Αποτελέσματα

Αποτελέσματα παρατηρήσεων διδασκαλίας

Όλοι οι εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν ΤΠΕ χρησιμοποιώντας βιντεοπροβολέα για ψηφιακές παρουσιάσεις, εικονικά εργαστήρια, προσομοιώσεις και πολυμεσικές εγκυκλοπαίδειες. Οι 8 εξ αυτών χρησιμοποίησαν εργαλεία που διδάχθηκαν στο Β' επίπεδο (όπως τα λογισμικά του Π.Ι) ενώ οι υπόλοιποι 3 χρησιμοποίησαν applets που προέκυψαν από διαδικτυακή αναζήτηση. Στις 8 διδασκαλίες μαθημάτων φυσικής και χημείας χρησιμοποιήθηκαν, στο πλαίσιο δομημένου εκπαιδευτικού σεναρίου, λογισμικά με εικονικά εργαστήρια όπως το «ΣΕΠ» και «Ο θαυμαστός κόσμος της Χημείας» αλλά και προσομοιώσεις από το αποθετήριο «Phet» ή από άλλους εκπαιδευτικούς ιστότοπους όπως αυτός του seilias. Τα σεναρία είχαν σχεδιαστεί από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς είτε κατά τη διάρκεια του Β' επιπέδου είτε αργότερα αλλά μόνο 3 από αυτά ήταν γραπτά. Οι υπόλοιπες 3 διδασκαλίες αφορούσαν το αντικείμενο βιολογίας και γεωγραφίας όπου η πραγματοποίηση εικονικών πειραμάτων είναι σπάνια (Scheckler, 2003), οπότε χρησιμοποιήθηκαν λογισμικά όπως το Ανθρώπινο Σώμα και το λογισμικό της Βιολογίας ή της Γεωγραφίας του Π.Ι που δεν περιέχουν εικονικά πειράματα. Για παράδειγμα, εκπαιδευτικός που δίδασκε Γεωγραφία και συγκεκριμένα το μάθημα σχετικά με τον πληθυσμό της Γης, χρησιμοποίησε το διαδραστικό βιβλίο (εμπλουτισμένο HTML), το οποίο περιείχε υπερσυνδέσμους προς προσομοιώσεις που βρίσκονταν στο λογισμικό Γεωγραφίας Α' και Β' Γυμνασίου και στο ψηφιακό αποθετήριο Φωτόδεντρο. Τα παραπάνω εργαλεία βοήθησαν τον εκπαιδευτικό να οπτικοποιήσει στους μαθητές του έννοιες (όπως η πυκνότητα του πληθυσμού ανά ήπειρο) και οι μαθητές να τις κατανοήσουν. Ο εκπαιδευτικός, δηλαδή, κατάφερε να αναδείξει την τεχνολογική γνώση περιεχομένου του (ΤCK) και εφόσον η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου σεναρίου με τη βοήθεια φύλλου εργασίας που συμπλήρωναν οι ομάδες των μαθητών, φάνηκε και η αλληλεπίδραση της παιδαγωγικής συνιστώσας με τις προηγούμενες.

Όλες οι διδασκαλίες πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια βιντεοπροβολέα και φορητού υπολογιστή ή διαδραστικού πίνακα καθώς δεν υπήρχε δυνατότητα χρήσης του εργαστηρίου πληροφορικής. Οι



εκπαιδευτικοί καθώς και οι μαθητές τους φάνηκαν να είναι εξοικειωμένοι με το περιβάλλον των εικονικών εργαστηρίων και των προσομοιώσεων που χρησιμοποίησαν, αναδεικνύοντας έτσι την Τεχνολογική τους Γνώση (TK). Οι μαθητές εκτός από το ρόλο του παρατηρητή, σε πολλές περιπτώσεις συμμετείχαν ενεργά, πρότειναν οι ίδιοι την εξέλιξη του πειράματος, αναλάμβαναν ακόμα και το ρόλο του χειριστή του εξοπλισμού. Για παράδειγμα, σε διδασκαλία του κεφαλαίου «οξέα, βάσεις, άλατα», οι 2 πιο εξοικειωμένοι με τον τεχνολογικό εξοπλισμό μαθητές ανέλαβαν τον χειρισμό του λογισμικού «Ο θαυμαστός κόσμος της Χημείας». Η εκπαιδευτικός είχε οργανώσει την τάξη σε ομάδες προωθώντας τη συνεργατική μάθηση, μοίρασε στις ομάδες σχετικό φύλλο εργασίας (το οποίο είχε η ίδια σχεδιάσει κατά την επιμόρφωση του Β' επιπέδου) και έμεινε σε μία άκρη της τάξης για να παρακολουθεί τις κινήσεις των μαθητών. Οι ομάδες συζητούσαν και πρότειναν στους χειριστές τι έπρεπε να χρησιμοποιήσουν στο λογισμικό, επιτρέποντας, έτσι, να αναδειχθεί η αλληλεπίδραση γνώσεων από την εκπαιδευτικό αλλά και τους μαθητές, σύγχρονης παιδαγωγικής προσέγγισης και προσαρμογής του υλικού στο περιεχόμενο (TPACK). Η εκπαιδευτικός παρενέβη κυρίως για διαδικαστικούς λόγους ώστε να τους υπενθυμίσει τον χρόνο στον οποίο έπρεπε να ολοκληρωθεί το πείραμα και τον χρόνο στον οποίο έπρεπε να ξεκινήσει η συζήτηση μεταξύ των. Όλη αυτή η διαδικασία και ο ρόλος της εκπαιδευτικού αποτελούσε έκφραση της παιδαγωγικής της γνώσης (PK)

Αποτελέσματα συνεντεύξεων

Στις συνεντεύξεις, οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν εξήγησαν τη δομή των εκπαιδευτικών σεναρίων που ακολούθησαν και τους λόγους για τους οποίους επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα εικονικά εργαστήρια και προσομοιώσεις, αναδεικνύοντας την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη διδασκαλία και συνακόλουθα την αλληλεπίδραση μεταξύ όλων των συνιστωσών του TPACK. Για παράδειγμα, εκπαιδευτικός που αξιοποίησε στη διδασκαλία της το εικονικό εργαστήριο ΣΕΠ, ανέφερε ως έναν από τους λόγους επιλογής του το γεγονός ότι μπορεί το πείραμα να ξεκινήσει και να διακοπεί ανά πάσα στιγμή για να ακουστούν προβλέψεις, απορίες και σχόλια των μαθητών καθώς και ότι οι μαθητές ταυτόχρονα με το πείραμα, έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν και την εξέλιξη του πειράματος μέσω των αντίστοιχων γραφικών παραστάσεων. Είναι σημαντικό ότι πολλοί συμμετέχοντες σημείωσαν ότι πριν από το Β' επίπεδο δεν γνώριζαν τι ακριβώς ήταν οι προσομοιώσεις αλλά πλέον έχουν εξοικειωθεί με αυτές και αναζητούν περισσότερες στο διαδίκτυο. Μάλιστα, ανέφεραν ότι είναι σε θέση να κρίνουν την καταλληλότητα μιας προσομοίωσης, κατά πόσο το τεχνολογικό μέσο (Τ) είναι σε συμφωνία με το υπό διδασκαλία περιεχόμενο (C) και να επιλέγουν αυτή την προσέγγιση που θα υλοποιήσει τους στόχους τους (παιδαγωγική συνιστώσα- P). Επιπλέον, όλοι μίλησαν για τη μεγαλύτερη ταχύτητα εκτέλεσης των εικονικών πειραμάτων σε σχέση με τα πραγματικά και την εξοικονόμηση χρόνου. Συγκεκριμένα, εκπαιδευτικός ανέφερε: «*Αν θέλω να παρατηρήσω κάτι πολύ απλό όπως την πήξη ενός υγρού σε πραγματικό πείραμα, δεν μου φτάνει ούτε ένα δίωρο, ενώ χρησιμοποιώντας εικονικό πείραμα μου μένει χρόνος και για άλλες παρατηρήσεις*». Οι εκπαιδευτικοί επεσήμαναν ότι πολλά πειράματα που πραγματοποιούνται εικονικά δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν σε συνθήκες αίθουσας διδασκαλίας και γι' αυτό τα προτιμούν. Συγκεκριμένα, εκπαιδευτικός είπε: «*Ήθελα τις προάλλες να περιγράψω στους μαθητές το φαινόμενο Doppler. Μου ήταν λίγο δύσκολο να βγω στο δρόμο και να περιμένω να περάσει ασθενοφόρο, οπότε προτίμησα να χρησιμοποιήσω μια προσομοίωση του seilias στην οποία μπορούσα να αλλάζω τις παραμέτρους. Οι ΤΠΕ έλυσαν το πρόβλημά μου!*» Παρόλα αυτά, ανέφεραν ότι δεν αισθάνονται πλήρως ενημερωμένοι σχετικά με τις δυνατότητες των εικονικών πειραμάτων, θεωρώντας ότι σίγουρα έχουν πολλά ακόμα να ανακαλύψουν μέσα από την ενασχόλησή τους με αυτά. Σημείωσαν μάλιστα ότι σκοπεύουν να ασχοληθούν περισσότερο με σκοπό την εξοικείωσή τους με τα περιβάλλοντα προωθώντας έτσι την ανάδειξη της Τεχνολογικής Γνώσης Περιεχομένου (TCK)



αλλά και να σχεδιάσουν κατάλληλα σενάρια ώστε να τα αξιοποιούν στην τάξη και με αυτόν τον τρόπο να ενταχθεί και η παιδαγωγική συνιστώσα.

Επιπλέον, από τις συνεντεύξεις αναδείχθηκε ότι ένας πολύ σημαντικός λόγος για τον οποίο διστάζουν να τις εντάξουν στη διδασκαλία τους, είναι η ξένη γλώσσα. Πολλά εργαλεία, λογισμικά και προσομοιώσεις είναι στην αγγλική γλώσσα και οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ξένης γλώσσας, κάτι που τους αποτρέπει να ασχοληθούν περαιτέρω και τους περιορίζει σε αυτά που βρίσκονται στην ελληνική γλώσσα.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί πως όλοι οι εκπαιδευτικοί, παρόλο που ενέταξαν στη διδασκαλία τους εικονικά πειράματα και προσομοιώσεις, σημείωσαν τη μεγάλη σημασία και του πραγματικού πειράματος.

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία αναφερθήκαμε στην αξιοποίηση στην τάξη εικονικών εργαστηρίων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία από εκπαιδευτικούς ΠΕ04 που ολοκλήρωσαν την επιμόρφωση Β' επιπέδου υπό το πρίσμα του μοντέλου TPACK. Περιορισμοί της έρευνας είναι ότι το δείγμα της είναι σχετικά μικρό και η παρατήρηση έγινε σε ένα μάθημα. Στο πλαίσιο αυτό θεωρούμε ότι η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε πως η επιμόρφωση Β' επιπέδου βοήθησε τους εκπαιδευτικούς να εξοικειωθούν με τα εικονικά εργαστήρια και τις προσομοιώσεις και τους έδειξε τον τρόπο να τα εντάξουν στη διδασκαλία τους με δομημένες διδασκαλίες– σενάρια. Η αρχική παρανόηση τους για την έννοια «προσομοίωση» (άλλοι συνέχισαν το εικονικό εργαστήριο με την προσομοίωση, άλλοι με βίντεο που έδειχνα τα πειράματα ενώ λίγοι γνώριζαν την πραγματική της έννοια) ξεπεράστηκε και τελικά οι εκπαιδευτικοί ήταν εξοικειωμένοι και ένιωθαν σίγουροι ότι μπορούν να τις εντάξουν στη διδασκαλία τους. Τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων διδασκαλίας και των αντίστοιχων συνεντεύξεων βρίσκονται σε συμφωνία με το αρχικό μέρος της ευρύτερης εργασίας που περιείχε ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις. Συγκεκριμένα, τα ερωτηματολόγια είχαν δείξει ότι η αύξηση της αξιοποίησης εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων ήταν σημαντική, κάτι που και οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί επιβεβαίωσαν στις συνεντεύξεις τους (Samanta et al, 2016).

Τέλος, κρίνουμε απαραίτητη τη διαρκή υποστήριξη των εκπαιδευτικών που έχουν ήδη επιμορφωθεί από το Β' επίπεδο καθώς τα εργαλεία συνεχώς εξελίσσονται και οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να είναι έτοιμοι να ακολουθήσουν αυτή την εξέλιξη.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε για την οικονομική υποστήριξη την Πράξη «Μελέτη της ανάπτυξης όψεων του επιστημονικού εγγραμματισμού μαθητευομένων σε συνθήκες τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης με τη χρήση διαδικτυακών εικονικών εργαστηρίων και την αξιοποίηση γεωγραφικών δεδομένων» (κωδ. MIS/ΟΠΣ 5002552). Το έργο εντάσσεται στη «Δράση Στρατηγικής Ανάπτυξης Ερευνητικών & Τεχνολογικών Φορέων» του προγράμματος ΕΠΑνΕΚ 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από το ΕΤΠΑ.



5. Βιβλιογραφία

Λεύκος, Ι. & Ψύλλος, Δ. (2014) *Διερευνώντας διαστάσεις της ικανότητας πειραματισμού μαθητών του Δημοτικού Σχολείου*. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση», Ρέθυμνο

Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2004) *Στάσεις και αντιλήψεις εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους*. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Τόμος Α' 165-176, Αθήνα

Ψύλλος Δ., Παρασκευάς Α. (2014) *Αντιλήψεις εκπαιδευτικών για την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου: Η περίπτωση των επιμορφούμενων Φυσικών ΠΕ04*, Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή, Ρέθυμνο

Mishra, P., Koehler, M.J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017 1054

Samanta, A., Psillos, D, Tselfes, V. (2016) *Integrated ICT in science teaching following professional development*. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & Hals (Eds), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part 14* (co-ed. Amanda Berry & Digna Couso), (pp. 2439). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6

Scheckler, R. (2003). *Virtual labs: a substitute for traditional labs?* *Int. J. Dev. Biol.* 47:231-236

Whitehurst, G., R., Chingos, M., Lindquist, K. (2014) *Evaluating Teachers with Classroom Observations- Lesson Learned in Four Districts*, Brown Center on Education Policy at Brookings



Διερεύνηση της Επαγγελματικής Αλλαγής Εκπαιδευτικών στο πλαίσιο μιας Κοινότητας Μάθησης

Γιάννης Σγουρός, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στην επαγγελματική μάθηση εν ενεργεία εκπαιδευτικών σε έννοιες Νανο-Επιστήμης και νανο-Τεχνολογίας, καθώς αναπτύσσουν μια διδακτική ενότητα ως μέλη μιας Κοινότητας Μάθησης. Αξιοποιώντας το Διασυνδεδεμένο Μοντέλο Επαγγελματικής Ανάπτυξης για την ανάλυση των αλληλεπιδράσεων των εκπαιδευτικών σε αυτό το πλαίσιο, διερευνώνται οι διαμεσολαβητικές διεργασίες που υποστηρίζουν την επαγγελματική τους μάθηση για την εισαγωγή εννοιών σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας στην τάξη. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί στην προσπάθεια ανάπτυξης μιας ενότητας με εκπαιδευτικά καινοτόμα χαρακτηριστικά, ενεργοποιούν διεργασίες που διαμορφώνουν διαφορετικές ακολουθίες επαγγελματικής αλλαγής στην πορεία σχεδιασμού και δόμησης της ενότητας.

Λέξεις-κλειδιά: Επαγγελματική Ανάπτυξη, Κοινότητα Μάθησης, Νανο-Επιστήμη, νανο-Τεχνολογία

Elaborating on Teachers' Professional Change in the Context of a Community of Learners

Giannis Sgouros, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

This study focuses on teachers' professional learning in NanoScience and nanoTechnology throughout the process of developing a teaching module in the context of a Community of Learners. Utilizing the Interconnected Model of Professional Growth for the analysis of teachers' collegial interactions, this study delves deeper on the mediating processes that support their professional learning in order to introduce cutting edge science topics in school. Our findings indicate that as teachers confront with the challenges of developing a module with educationally innovative features they are engaged in mediating processes that progressively forge different change sequences.

Keywords: Professional Development, Community of Learners, Nanoscience, Nanotechnology



1. Εισαγωγή

Η πολύπλοκη φύση της επαγγελματικής αλλαγής του εκπαιδευτικού, υιοθετώντας την ως μια διαδικασία μάθησης κατά την διάρκεια εμπλοκής σε οργανωμένες πρωτοβουλίες εκπαίδευσης του (Clarke & Hollingsworth, 1994), έχει αναγνωριστεί ως βασικό εμπόδιο στην προσπάθεια εισαγωγής μιας εκπαιδευτικής καινοτομίας στην τάξη (Prawat, 1992). Η ένταξη εννοιών Νανο-Επιστήμης και νανο-Τεχνολογίας (NE-T) στην διδασκαλία φυσικών επιστημών αποτελεί μια καινοτομία με εκπαιδευτική αξία που έχει αναγνωρισθεί σε διεθνές επίπεδο καθώς συνεισφέρει στον τεχνολογικό και επιστημονικό γραμματισμό των σύγχρονων πολιτών (Hingant & Albe, 2010). Αρκετές έρευνες που εστιάζουν στις προοπτικές και τα προαπαιτούμενα για την εισαγωγή εννοιών της NE-T στην σχολική εκπαίδευση, διαπιστώνουν την ανεπάρκεια των εκπαιδευτικών για την διδασκαλία του συγκεκριμένου περιεχομένου (Jones et al., 2013 & 2011; Kumar, 2007; Healy, 2009). Σε αυτή την κατεύθυνση σύγχρονες μελέτες επισημαίνουν την ανάγκη εμπλοκής των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας διδασκαλίας σε έννοιες της NE-T, προκειμένου να καταστούν επαρκώς καταρτισμένοι για την διδασκαλία του συγκεκριμένου περιεχομένου (Bryan et al., 2015). Παράλληλα αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι όταν η εμπλοκή των εκπαιδευτικών στην διαδικασία δόμησης μιας διδασκαλίας γίνεται μέσα σε συνεργατικά πλαίσια, ενισχύεται σημαντικά η αποτελεσματικότητά τους (Vescio et al., 2008; Meirink et al., 2007; Jones et al., 2013).

Λαμβάνοντας υπόψιν τις προαναφερθείσες διαπιστώσεις, η παρούσα εργασία μελετά την επαγγελματική αλλαγή εν ενεργεία εκπαιδευτικών, στο πλαίσιο μια Κοινότητα Μάθησης (Κ.Μ) που δομήθηκε για τις ανάγκες του Ευρωπαϊκού προγράμματος Irresistible (<http://www.irresistible-project.eu/>), καθώς σχεδιάζουν και δομούν μια διδακτική ενότητα σε έννοιες της NE-T. Πιο συγκεκριμένα το ερευνητικό ερώτημα είναι:

Ποιες είναι οι διαμεσολαβητικές διεργασίες που συμβάλλουν στην επαγγελματική αλλαγή των εκπαιδευτικών στο πλαίσιο μιας Κοινότητα Μάθησης καθώς αναπτύσσουν μια διδακτική ενότητα σε έννοιες Νανο-Επιστήμης και νανο-Τεχνολογίας;

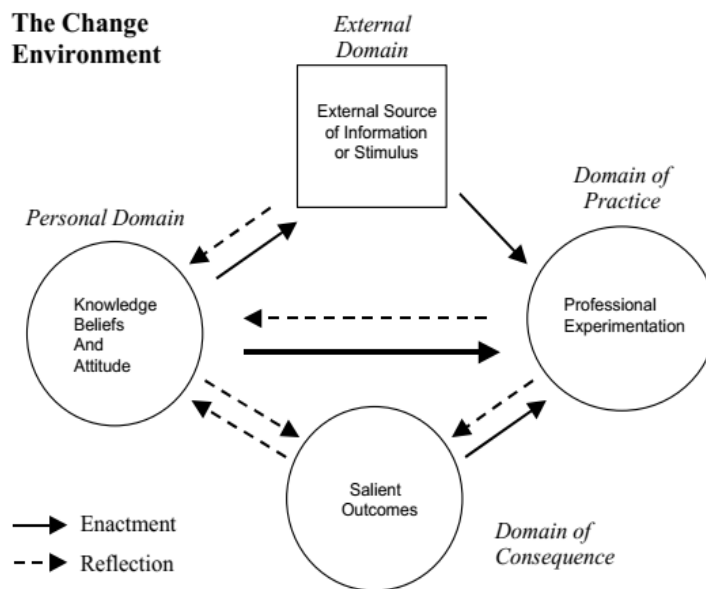
2. Μεθοδολογία

Μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας αποτελεί το Διασυνδεδεμένο Μοντέλο Επαγγελματικής Ανάπτυξης (Interconnected Model of Professional Growth, IMPG, Clarke & Hollingsworth, 2002). Σύμφωνα με τη φιλοσοφία του μοντέλου, η επαγγελματική αλλαγή του εκπαιδευτικού δύναται να λάβει χώρα σε τέσσερις διακριτούς τομείς που απαρτίζουν τον κόσμο του εκπαιδευτικού, μέσα από τις διαμεσολαβητικές διεργασίες της υιοθέτησης και του αναστοχασμού νέων ιδεών ή εκπαιδευτικών πρακτικών. Οι διεργασίες αυτές αναπαρίστανται στο σχήμα 1 με βέλη, που συνδέουν τα διαφορετικά πεδία αποτυπώνοντας τους μηχανισμούς μέσα από τους οποίους η αλλαγή σε ένα πεδίο ενεργοποιεί την αλλαγή σε ένα άλλο. Αναγνωρίζοντας την πολυπλοκότητα στη φύση της επαγγελματικής αλλαγής του εκπαιδευτικού, το μοντέλο αυτό επιτρέπει ταυτόχρονα την αναπαράσταση διαφορετικών ακολουθιών συσχέτισης αυτών των πεδίων. Οποιαδήποτε διαδικασία επαγγελματικής αλλαγής του εκπαιδευτικού που αναπαρίσταται από το συγκεκριμένο μοντέλο, συντελείται μέσα στις συνθήκες που κάθε φορά ορίζει το εκάστοτε πλαίσιο. Έτσι, σημαντική θεωρείται από τους εισηγητές του μοντέλου η συνεισφορά του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο συντελείται η μάθηση του εκπαιδευτικού, αφού τα χαρακτηριστικά του



μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες διευκόλυνσης και ενθάρρυνσης της επιδιωκόμενης αλλαγής ή αντίθετα να εγείρουν εμπόδια, δυσχεραίνοντας οποιαδήποτε διαδικασία εξέλιξης του εκπαιδευτικού.

Σχήμα 1:
Μοντέλο
Ανάπτυξης
Hollingsworth,



Διασυνδεδεμένο
Επαγγελματικής
(Clarke &
2002)

Σχεδιασμός έρευνας

Μέλη της Κ.Μ στη παρούσα έρευνα αποτέλεσαν πέντε εν ενεργεία εκπαιδευτικοί (ένας Α΄θμιας & τέσσερις Β΄θμιας Εκπ/σης), τέσσερις ερευνητές της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών, δύο ερευνητές της ΝΕ-Τ από το Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας, ένας εκπρόσωπος από το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης και δύο εκπρόσωποι από το Ίδρυμα Ευγενίδου. Τα μέλη της Κ.Μ συνεργάστηκαν για την ανάπτυξη μιας διδακτικής ενότητας σε έννοιες της ΝΕ-Τ που θα ενσωματώνει την ανάπτυξη επιστημονικών εκθεμάτων από τους μαθητές και θα διαπραγματεύεται ζητήματα Υπευθυνότητας στην Έρευνα και την Καινοτομία (European Commission, 2012).

Το ετήσιας διάρκειας πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης χωρίστηκε μεθοδολογικά σε τρεις φάσεις:

Α΄ φάση (Σχεδιασμός & Προετοιμασία): Σε μια πρώτη σειρά έξι τηλεδιασκέψεων τα μέλη της Κ.Μ διαπραγματεύτηκαν θεματικές που άπτονταν των διαφορετικών διαστάσεων της ενότητας. Στη συνέχεια σε μια δια ζώσης συνάντηση, ξεναγήθηκαν σε χώρους ερευνητικών εργαστηρίων, σε χώρους με εκθέματα επιστήμης και ήρθαν σε επαφή με διδακτικό υλικό που έχει αναπτυχθεί σε διεθνές επίπεδο για την διδασκαλία και μάθηση εννοιών της ΝΕ-Τ.

Β΄ φάση (Δόμηση της ενότητας): Κατά τη διάρκεια τεσσάρων νέων τηλεδιασκέψεων τα μέλη της Κ.Μ κατέθεσαν απόψεις και ιδέες για τον σχεδιασμό της ενότητας. Το επόμενο βήμα ήταν κάθε εκπαιδευτικός να δομήσει μια ενότητα κατάλληλα προσαρμοσμένη για την βαθμίδα του, την οποία και παρουσίασε στην ολομέλεια της Κ.Μ σε μια νέα δια ζώσης συνάντηση. Τελικό εξαγόμενο αυτής της φάσης ήταν η συνδιαμόρφωση μιας διδακτικής ενότητας με ενιαία δομή για όλες τις βαθμίδες αλλά ευελιξία στην επιλογή του διδακτικού υλικού.



Πίνακας 1: Κριτήρια για την συσχέτιση των τομέων του IMPG (ενδεικτικά)	
Συσχέτιση	Κριτήριο
ΠΤ με ΕΤ (βέλος 1, σχ. 1)	Ο εκπαιδευτικός κοινοποιεί μια άποψη / γνώμη / ανάγκη ή καταθέτει ιδέα/ πρόταση βασιζόμενος στις γνώσεις και την προηγούμενη εμπειρία του για το υπό συζήτηση θέμα.
ΠΤ με ΤΠ (βέλος 4, σχ. 1)	Ο εκπαιδευτικός κοινοποιεί μια άποψη/ προβληματισμό ή καταθέτει μια ιδέα / πρόταση βασιζόμενος στις γνώσεις και την εμπειρία του αναφορικά με τη λεπτομερή δόμηση / εφαρμογή της ενότητας
Σημείωση: ΠΤ → Προσωπικός Τομέας, ΕΤ → Εξωτερικός Τομέας, ΤΠ → Τομέας Πρακτικής	

Γ' φάση (Εφαρμογή & Αναστοχασμός): Στην φάση αυτή οι εκπαιδευτικοί εφάρμοσαν την διδακτική ενότητα στις τάξεις τους και σε μια νέα δια ζώσης συνάντηση της ολομέλειας της Κ.Μ κοινοποίησαν την εμπειρία τους στα υπόλοιπα μέλη ενεργοποιώντας την διαδικασία αξιολόγησης της ενότητας. Αξιοποιώντας την ανατροφοδότηση των μαθητών αυτή η διεργασία ανέδειξε νέες ιδέες για την βέλτιστη προσαρμογή και εν τέλει την οριστικοποίηση της διδακτικής ενότητας

Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

Για την συλλογή των δεδομένων της έρευνας: i) πραγματοποιήθηκε η βιντεοσκόπηση όλων των τηλεδιασκέψεων και των δια ζώσης συναντήσεων των μελών της Κ.Μ, ii) ελήφθησαν ερωτηματολόγια για την καταγραφή των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών όσο αναφορά τις διαστάσεις της ενότητας και iii) πραγματοποιήθηκαν ημι-δομημένες συνεντεύξεις με τους εκπαιδευτικούς αναφορικά με την δομή και λειτουργία της Κ.Μ.

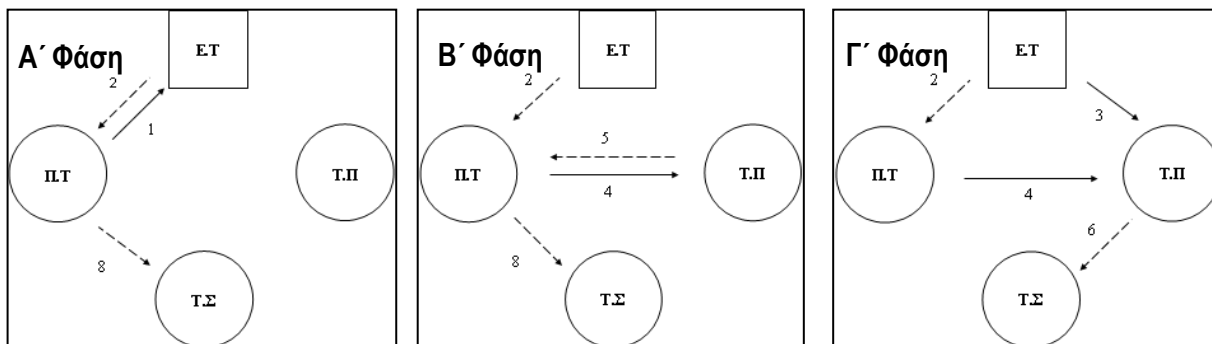
Για την ανάλυση των αλληλεπιδράσεων των εκπαιδευτικών στο πλαίσιο της Κ.Μ αξιοποιήθηκε το IMPG. Πιο συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν κώδικες για την κατηγοριοποίηση των δεδομένων που προέκυψαν από την απομαγνητοφώνηση του οπτικοακουστικού υλικού στους τέσσερις τομείς του μοντέλου (Sgouros & Stavrou, 2019). Παράλληλα αναπτύχθηκαν συγκεκριμένα κριτήρια για την καταγραφή των συσχετίσεων των τομέων του IMPG έτσι όπως αυτές ενεργοποιούνται μέσα από τις διαμεσολαβητικές διεργασίες της υιοθέτησης (βέλη με συνεχή γραμμή στο σχήμα 1) και του αναστοχασμού (βέλη με διακεκομμένη γραμμή στο σχήμα 1) (Stavrou et al., 2018, Βλ. ενδεικτικά Πίνακας 1).

3. Αποτελέσματα

Για κάθε εκπαιδευτικό αναπτύχθηκαν τρεις αναπαραστάσεις του IMPG, μια για κάθε φάση του προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης. Η συγκριτική ανάλυση των συνολικά 15 αναπαραστάσεων ανέδειξε κοινά στοιχεία και για τους πέντε εκπαιδευτικούς όσο αναφορά τις διαμεσολαβητικές διεργασίες και τις ακολουθίες της επαγγελματικής τους αλλαγής, στην πορεία σχεδιασμού και δόμησης της διδακτικής ενότητας (σχήμα 2).



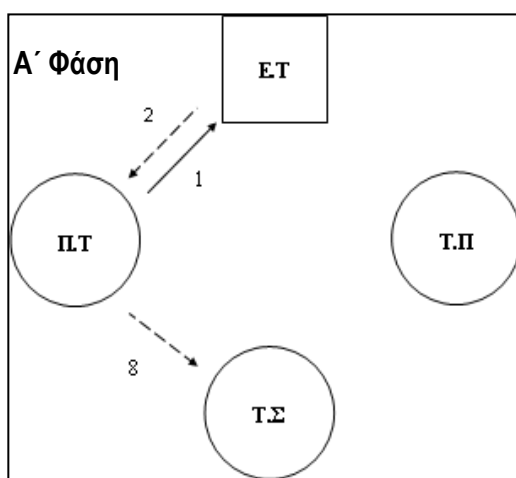
Σχήμα 2: Οι ακολουθίες επαγγελματικής αλλαγής των εκπαιδευτικών στις διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης της ενότητας σύμφωνα με τις αρχές του IMPG.



Πιο αναλυτικά:

Α' φάση (Σχεδιασμός & Προετοιμασία): Στην προσπάθεια υιοθέτησης των καινοτόμων στοιχείων για τον σχεδιασμό της ενότητας (βέλος 1 στο σχήμα 3), οι εκπαιδευτικοί ενημερώνουν τις γνώσεις τους και αποσαφηνίζουν έννοιες της ΝΕ-Τ μέσα από αναστοχαστικές διεργασίες (βέλος 2 στο σχήμα 3) που προκαλούνται κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης τους κυρίως με τα εξειδικευμένα μέλη της Κ.Μ (ερευνητές της ΝΕ-Τ, ερευνητές της Δ.Φ.Ε και εμπειρογνώμονες χώρων έκθεσης της επιστήμης). Ένα εξίσου σημαντικό στοιχείο σε αυτή τη φάση, είναι ότι οι διαδικασίες υιοθέτησης και αναστοχασμού των εκπαιδευτικών έχουν κατά κύριο λόγο στο επίκεντρο τους τις προοπτικές των μαθητών (βέλος 8 στο σχήμα 3). Πιο συγκεκριμένα προβληματίζονται για τις εκπαιδευτικές προκλήσεις της ενότητας και τον τρόπο μέσα από τον οποίο θα καταφέρουν να κερδίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών τους, ενισχύοντας ταυτόχρονα την κατανόηση τους στο νέο περιεχόμενο.

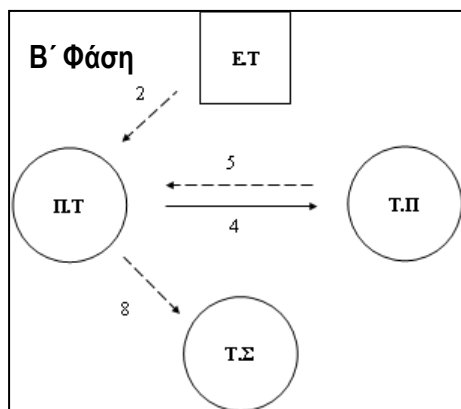
Σχήμα 3: Οι ακολουθίες επαγγελματικής αλλαγής των εκπαιδευτικών στην φάση Σχεδιασμός & Προετοιμασία του προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης, σύμφωνα με τις αρχές του IMPG.





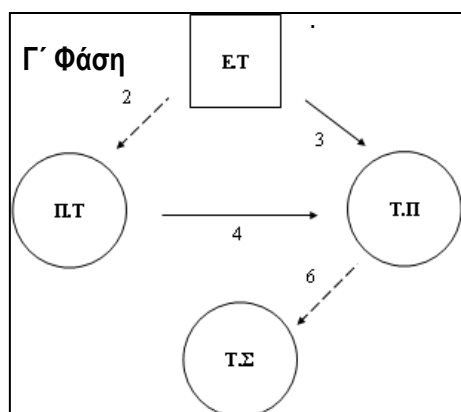
Β' φάση (Δόμηση): Οι εκπαιδευτικοί σε αυτή τη φάση υιοθετούν στην διδακτική πράξη τις νέες εκπαιδευτικές ιδέες εντάσσοντας τις κατάλληλα στην ενότητα που δομούν για την βαθμίδα τους (βέλος 4 στο σχήμα 4) τις οποίες και επαναπροσδιορίζουν μέσα από αναστοχαστικές διεργασίες επί των εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων που υιοθετούν και κοινοποιούν οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί (βέλος 2 & 5 στο σχήμα 4). Η συσχέτιση των τομέων που αναπαριστά το βέλος 8, Β' φάση στο σχήμα 2 αναδεικνύει την επικέντρωση των εκπαιδευτικών στις ιδιαίτερες ανάγκες και τις προοπτικές των μαθητών τους, λαμβάνοντας υπόψη τις προκλήσεις που προκύπτουν στην προσπάθεια διδασκαλίας φαινομένων της ναοκλίμακας όπου απουσιάζει η αισθητηριακή εμπειρία.

Σχήμα 4: Οι ακολουθίες επαγγελματικής αλλαγής των εκπαιδευτικών στην φάση *Δόμηση* του προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης, σύμφωνα με τις αρχές του IMPG.



Γ' φάση (Εφαρμογή & Αναστοχασμός): Η υιοθέτηση των νέων εκπαιδευτικών ιδεών κατά την εφαρμογή της ενότητας στην τάξη (βέλος 4 στο σχήμα 5), η οποία επηρεάστηκε εν μέρει από εξωγενείς παράγοντες που εισάγει το σχολικό πλαίσιο (βέλος 3 στο σχήμα 5), και ο αναστοχασμός των εκπαιδευτικών επί των ανάλογων διδακτικών εμπειριών των συναδέλφων τους (βέλος 2 στο σχήμα 5) συμβάλλουν στην αφομοίωση και την εμπέδωση των βέλτιστων διδακτικών πρακτικών για την διδασκαλία εννοιών της ΝΕ-Τ. Και σε αυτή την φάση, είναι χαρακτηριστικό ότι ο αναστοχασμός των εκπαιδευτικών για την πορεία υλοποίησης της ενότητας έγινε με γνώμονα την αντίδραση και την κατανόηση των μαθητών τους (βέλος 6 στο σχήμα 5).

Σχήμα 5: Οι ακολουθίες επαγγελματικής αλλαγής των εκπαιδευτικών στην φάση *Εφαρμογή & Αναστοχασμός* του προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης, σύμφωνα με τις αρχές του IMPG





Συνοψίζοντας τα προαναφερθείσα αποτελέσματα, καθίσταται σαφές ότι στο πλαίσιο της Κ.Μ, όπως αυτή δομήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας οι διαμεσολαβητικές διεργασίες που υποστηρίζουν την επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών για την διδασκαλία εννοιών της ΝΕ-Τ, ενεργοποιούν διαφορετικούς συσχετισμούς των τομέων του IMPG στα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης μιας διδακτική ενότητας.

4. Συμπεράσματα

Αξιοποιώντας το Διασυνδεδεμένο Μοντέλο Επαγγελματικής Ανάπτυξης η παρούσα έρευνα αναδεικνύει τις διεργασίες μέσα από τις οποίες υποστηρίζεται η επαγγελματική αλλαγή εν ενεργεία εκπαιδευτικών στην πορεία ανάπτυξης μιας διδακτικής ενότητας σε έννοιες της ΝΕ-Τ. Τα ευρήματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι μέσα από την διεργασία της υιοθέτησης των νέων ιδεών στην ενότητα οι εκπαιδευτικοί ενημερώνουν τις γνώσεις τους στο νέο περιεχόμενο και διευρύνουν το παιδαγωγικό τους ρεπερτόριο σε επίπεδο διδακτικής πρακτικής. Ο αναστοχασμός, είναι η κυρίαρχη διαμεσολαβητική διεργασία που συμβάλλει αρχικά στην αποσαφήνιση και εν συνεχεία στην αφομοίωση των νέων εκπαιδευτικών ιδεών και των βέλτιστων διδακτικών πρακτικών για την ανάπτυξη διδακτικού υλικού, που θα υποστηρίξει τη μάθηση των μαθητών τους, σε έννοιες της ΝΕ-Τ.

Τα προαναφερθέντα ευρήματα παρέχουν εμπειρικά στοιχεία για τις διαμεσολαβητικές διεργασίες που υποστηρίζουν την επαγγελματική μάθηση εκπαιδευτικών σε συνεργατικά πλαίσια, στα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης μιας διδακτικής ενότητας σε έννοιες σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας. Υπό αυτή την θεώρηση, η παρούσα έρευνα συνεισφέρει στη ερευνητική βιβλιογραφία που επικεντρώνεται στην επαγγελματική μάθηση εκπαιδευτικών για την εισαγωγή μιας καινοτομίας στην τάξη.

5. Βιβλιογραφία

- Bryan, L. A., Magana, A. J., & Sederberg, D. (2015). Published research on pre-college students' and teachers' nanoscale science, engineering, and technology learning. *Nanotechnology Reviews*, 4(1), 7-32.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (1994, July). *Reconceptualising teacher change*. In Proceedings of the 17th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (pp. 153-164).
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher education*, 18(8), 947-967.
- European Commission (2012). *Responsible Research & Innovation*. http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/responsible-research-and-innovation-leaflet_en.pdf [retrieved at 24-01-2015].
- Healy, N. (2009). Why Nano Education?. *Journal of Nano Education*, 1(1), 6-7.
- Hingant, B., & Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature. *Studies in Science Education*, 46(2), 121-152.
- Jones, M., Gardner, G., Taylor, A., Wiebe, E., & Forrester, J. (2011). Conceptualizing magnification and scale: The roles of spatial visualization and logical thinking. *Research in Science Education*, 41(3), 357-368.
- Jones M., Blonder R. Gardner G., Albe V., Falvo M. & Chevrier J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35, 1490-1512.



Kumar, D. D. (2007). Nanoscale science and technology in teaching. *Australian Journal of Education in Chemistry*, 68, 20-22.

Meirink, J. A., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2007). A closer look at teachers' individual learning in collaborative settings. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 13(2), 145-164.

Prawat, R. S. (1992). Teachers' beliefs about teaching and learning: A constructivist perspective. *American Journal of Education*, 100(3), 354-395.

Sgouros, G., & Stavrou, D. (2019). Teachers' professional development in Nanoscience and nanotechnology in the context of a Community of Learners, *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2019.1659521

Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1065-1080.

Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 80-91.



Αξιολόγηση εκπαιδευτικών που διδάσκουν φυσικές επιστήμες: Δυνατές και αδύναμες πτυχές της διδασκαλίας

Άγγελος Σοφιανίδης, Μαρία Καλλέρη

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών μέσω της αξιολόγησης του διδακτικού τους έργου είναι μια σημαντική διαδικασία που αποσκοπεί στην επαγγελματική τους αναβάθμιση. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα αξιολόγησης που συλλέγει δεδομένα με παρατήρηση διδασκαλίας με τη χρήση ρουμπρίκας και από μαθητές με ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει τις αδύναμες και δυνατές πτυχές της διδασκαλίας των εκπαιδευτικών που διδάσκουν φυσικές επιστήμες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί εμφανίζουν μεγαλύτερες αδυναμίες σε πτυχές που συνδέονται κυρίως με την Παιδαγωγική. Τα ευρήματα καταδεικνύουν τις ισχυρές πτυχές της διδασκαλίας των εκπαιδευτικών καθώς και τις πτυχές στις οποίες χρήζουν υποστήριξη.

Λέξεις Κλειδιά: Αξιολόγηση εκπαιδευτικών, Πρακτικές Εκπαιδευτικών, Πτυχές της Διδασκαλίας

Evaluation of science teachers in Greece: Strengths and Weaknesses of their teaching practice

Angelos Sofianidis, Maria Kallery

Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

Teacher's evaluation is considered critical for their professional upgrading/development. Evaluation systems with different characteristics are used worldwide. In the present study, an evaluation system was used that collects data on the one hand from observation of teachers' teaching using rubrics and from their pupils with specially designed questionnaires. Aim of the study is to highlight the strong and the weak aspects of science teachers' practices. The results showed that the weak aspects are mainly related to pedagogy. Findings indicate the strengths of teachers' practice and the aspects of teaching in which science teachers need support.

Keywords: Science Teachers' Evaluation, Teachers' Practices, Performance Based Evaluation



1. Εισαγωγή

Η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών και η σκιαγράφιση της γνώσης που πρέπει να αναπτύξουν οι εκπαιδευτικοί αποτελεί βασικό ζήτημα στον χώρο της επαγγελματικής ανάπτυξης και της εκπαίδευσης εκπαιδευτικών (Kallery & Psillos, 2001, p.166). Πολλοί ερευνητές έχουν συνδέσει την γνώση του εκπαιδευτικού με την πρακτική του θεωρώντας την τελευταία ως αντανάκλαση της επαγγελματικής γνώσης των εκπαιδευτικών, της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (van Driel, Verloop, & de Vos, 1998).

Διεθνώς συστήματα αξιολόγησης χρησιμοποιούνται είτε για την ελεγκτική (summative) είτε για την διαμορφωτική (formative) αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, ενώ και στις δύο περιπτώσεις η αξιολόγηση γίνεται μέσα από καθορισμένα κριτήρια και επίπεδα επίτευξης (levels of achievement) (Isoré, 2009, p.6). Τα συστήματα αξιολόγησης διακρίνονται, ακόμα, με βάση την μέθοδο συλλογής δεδομένων, το είδος (εσωτερικός ή εξωτερικός) και την ιδιότητα του αξιολογητή που μπορεί να είναι διευθυντής, εκπαιδευτικός, εξωτερικός επιστημονικός συνεργάτης και τις πηγές και μεθόδους με τις οποίες συλλέγουν δεδομένα (Isoré, 2009; Santiago, 2009).

Η παρατήρηση τάξης με την βοήθεια ρουμπρίκας αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο για τη συλλογή δεδομένων καθώς συλλέγει δεδομένα από τον βασικό χώρο εργασίας του εκπαιδευτικού. Όμως, «όσο εστιασμένη η παρατήρηση της διδασκαλίας κι αν είναι δεν μπορεί παρά να καταγράψει συγκεκριμένες πτυχές της διδασκαλίας ενώ οι μαθητές που περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους ευρισκόμενοι στην τάξη ή συμμετέχοντας στο μάθημα μπορούν να προσφέρουν μια πιο ολιστική εικόνα για τις καθημερινές πρακτικές των εκπαιδευτικών» (Shinkfield & Stufflebeam, 1995). Η χρήση δεδομένων από τους μαθητές αποτελεί μια μη διαδεδομένη μέθοδο συλλογής δεδομένων παρότι την αξιοπιστία τους υποστηρίζουν πολλοί ερευνητές (βλ. Aleamoni, 1999; Peterson, Wahlquist, & Bone, 2000).

Στην παρούσα έρευνα θα παρουσιαστούν τα σημαντικότερα αποτελέσματα αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε σε διδάσκοντες φυσικές επιστήμες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με τη χρήση ενός συστήματος αξιολόγησης που συλλέγει δεδομένα τόσο από παρατηρήσεις της διδασκαλίας των εκπαιδευτικών όσο και από τους μαθητές/τριες τους.

2. Μεθοδολογία

Δείγμα

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 32 εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών που διδάσκουν σε Γυμνάσια και Γ.Ε. Λύκεια επαρχιακού δήμου της Βόρειας Ελλάδας, εκ των οποίων 17 Φυσικοί, 12 Χημικοί, 3 Βιολόγοι. Το δείγμα ήταν αντιπροσωπευτικό.

Τα ερωτηματολόγια απάντησαν 1154 μαθητές (579 αγόρια, 571 κορίτσια) που διδάσκονταν το μάθημα που αντιστοιχεί στην ειδικότητα κάθε εκπαιδευτικού. Από τους μαθητές οι 484 φοιτούν σε Γυμνάσιο ενώ οι 667 φοιτούν σε Γ.Ε. Λύκειο.

Κριτήρια Αξιολόγησης και Αξιολογική Κατάταξη

Το σύστημα αξιολόγησης περιλαμβάνει 21 κριτήρια αξιολόγησης (εικόνα 1) τα οποία κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες: Γνώση του αντικείμενου, Διδακτικές Αναπαραστάσεις και Στρατηγικές, Διδακτικοί Αντικειμενικοί Σκοποί και Πλαίσιο και Γνωστική Κατάσταση του Μαθητή. Για



κάθε κριτήριο λαμβάνονται υπόψιν καταγραφές πτυχών της διδασκαλίας που προέρχονται είτε από τους μαθητές είτε από την παρατήρηση της διδασκαλίας είτε και από τις δύο πηγές δεδομένων. Οι κατηγορίες, τα κριτήρια κάθε κατηγορίας και οι καταγραφές που λαμβάνονται υπόψιν σε κάθε κριτήριο παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Εικόνα 4: Οι κατηγορίες, τα κριτήρια και οι πτυχές διδασκαλίας που περιέχονται σε κάθε κριτήριο. Σε παρένθεση εμφανίζεται η πηγή της κάθε καταγραφής (Ερωτηματολόγιο και Ρουμπρίκα)

Κατηγορία 1: Γνώση του Αντικειμένου		Κατηγορία 3: Διδακτικοί Αντικειμενικοί Σκοποί και Πλαίσιο	
Κριτήρια	Πτυχές που περιέχονται σε κάθε κριτήριο	Κριτήρια	Πτυχές που περιέχονται σε κάθε κριτήριο
Γνώση του Περιεχομένου	Γνώση του Περιεχομένου (E) Επαρκής ανάπτυξη του θέματος (E) Επαρκής απάντηση των ερωτήσεων (E)	Διδακτικοί σκοποί και στόχοι	Διδακτικοί σκοποί και στόχοι (επικοινωνία και κατανόηση) (P) Κατανόηση του στόχου του μαθήματος (E)
Ποιότητα της γλώσσας στο μάθημα	Ποιότητα της γλώσσας στο μάθημα (P) Διδακτικός Μετασχηματισμός (E)	Διαδραστική Ατμόσφαιρα	Προσαρμογή του μαθήματος στις αντιδράσεις των μαθητών (E και P) Συζήτηση επί ερωτήσεων των μαθητών (P)
Σύνθεση του έννοιας ή του φαινομένου με την καθημερινή ζωή	Σύνθεση του έννοιας ή του φαινομένου με την καθημερινή ζωή (E και P)	Συμμετοχή των μαθητών	Συμμετοχή των μαθητών (P)
Κατηγορία 2: Διδακτικές αναπαραστάσεις και στρατηγικές		Κινητοποίηση για μάθηση	Κινητοποίηση για μάθηση (E)
Κριτήρια	Πτυχές που περιέχονται σε κάθε κριτήριο	Επιπλέον υλικό	Επιπλέον υλικό (E)
Διδακτικές Στρατηγικές	Διδακτικές Στρατηγικές (ποικιλία και καταλληλότητα) (P) Στρατηγικές που διατηρούν το ενδιαφέρον (E και P)	Διαχείριση τάξης και προώθηση αμοιβαίου σεβασμού	Διαχείριση τάξης (E και P) Προώθηση αμοιβαίου σεβασμού (P)
Ευκαιρίες για τον μαθητή να συμμετέχει στο μάθημα	Ευκαιρίες για τον μαθητή να συμμετέχει στο μάθημα (E και P)	Κατηγορία 4: Γνωστική Κατάσταση του μαθητή	
Κριτήρια	Πτυχές που περιέχονται σε κάθε κριτήριο	Κριτήρια	Πτυχές που περιέχονται σε κάθε κριτήριο
Διδακτικές Αναπαραστάσεις	Χρήση παραδειγμάτων, αναλογιών, γραφημάτων και καθημερινών αντικειμένων (E) Καταλληλότητα και χρησιμότητα των αναπαραστάσεων (P)	Διερεύνηση και διαχείριση Εναλλακτικών Αντιλήψεων	Ερωτήσεις του εκπαιδευτικού πριν διδάξει ένα θέμα (E) Διερεύνηση εναλλακτικών αντιλήψεων (P) Στρατηγικές διαχείρισης εναλλακτικών αντιλήψεων (P)
Χρήση ΤΠΕ	Χρήση ΤΠΕ (E)	Γνώση των δυσκολιών των μαθητών	Γνώση των δυσκολιών των μαθητών (E και P)
Χρήση πειραμάτων	Πειραματικές Επιδείξεις (E) Πειράματα από τους μαθητές (E)	Αξιολόγηση κατά την διάρκεια του μαθήματος	Χρήση διαφορετικών μεθόδων αξιολόγησης (E) Διαμορφωτική αξιολόγηση κατά την διάρκεια (P) Ποικιλία μεθόδων αξιολόγησης και προσαρμογή στην διαφορετικότητα (P) Διαμορφωτική αξιολόγηση στο τέλος του μαθήματος (P)
Διερεύνηση	Διερεύνηση (P)	Τελική Αξιολόγηση	Τελική Αξιολόγηση (τεστ, κτλ) (E)
Επιστημονικές δεξιότητες που προωθήθηκαν	Επιστημονικές δεξιότητες που προωθήθηκαν (P)		
Διαδικασία Ερωτήσεων	Εννοιολογικό επίπεδο ερωτήσεων (P)		

Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με παρατηρήσεις διδασκαλίας με την χρήση φύλλου παρατήρησης και ρουμπρίκας (Σοφιάνιδης & Καλλέρη, 2017). Για την συλλογή δεδομένων από τους μαθητές/τριες χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο (Sofianidis & Kallery, 2016). Για κάθε εκπαιδευτικό πραγματοποιήθηκαν δύο παρατηρήσεις διδασκαλίας (διάρκειας μίας διδακτικής ώρας) ενώ συλλέχθηκαν ερωτηματολόγια από τουλάχιστον δύο τάξεις στις οποίες διδάσκει το ίδιο αντικείμενο. Ο λόγος για τον οποίο συλλέγονται δεδομένα τόσο από παρατήρηση διδασκαλίας όσο και μέσω των ερωτηματολογίων από τους μαθητές/τριες είναι διότι ενώ η παρατήρηση μπορεί να δώσει πληροφορίες



σε σχέση με την ποιότητα εφαρμογής μιας πρακτικής από τον διδάσκοντα αδυνατεί να δώσει πληροφορίες σε σχέση με τη συχνότητα εμφάνισής της, στοιχείο το οποίο συλλέγεται από τους μαθητές/τριες. Ακόμα, η άποψη των μαθητών/τριών για τη χρησιμότητα κάποιων πρακτικών των εκπαιδευτικών είναι πολύ σημαντική για την αξιολόγηση συγκεκριμένων πτυχών της διδασκαλίας.

Το αντικείμενο (Φυσική, Χημεία ή Βιολογία) στο οποίο επιλέχθηκε να αξιολογηθεί κάθε διδάσκων ήταν το αντικείμενο πρώτης ανάθεσης ή σε αυτό που κατά δήλωση του θεωρεί ως κύριο μάθημα διδασκαλίας τους σε περίπτωση που δεν διδάσκουν το μάθημα πρώτης ανάθεσης τους (π.χ. Γεωλόγος-Φυσική). Οι μαθητές-τριες απαντούσαν ανώνυμα τα ερωτηματολόγια και κάθε εκπαιδευτικός χαρακτηριζόταν με αύξοντα αριθμό ώστε να διασφαλιστεί η ανωνυμία των συμμετεχόντων.

Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα από τα ερωτηματολόγια αναλύθηκαν στατιστικά και υπολογίσθηκε ο μέσος όρος για κάθε πτυχή της διδασκαλίας για την οποία έγινε καταγραφή μέσω των ερωτηματολογίων (βλ. πτυχές που ακολουθούνται από (Ε) στην εικόνα 1).

Τα ευρήματα από την ανάλυση των ερωτηματολογίων και οι βαθμολογίες από την ρουμπρίκα για κάθε εκπαιδευτικό συγκεντρώνονται σε ένα Φύλλο Ατομικής Αξιολόγησης.

Με βάση τα ευρήματα αυτά πραγματοποιείται χαρακτηρισμός κάθε πτυχής της διδασκαλίας ως εξής: Άριστος (ρουμπρίκα:4 & 5, ερωτηματολόγια: 4.00-5.00), Επαρκής (ρουμπρίκα: 3, ερωτηματολόγια:3.00-3.99), Αδύναμος (ρουμπρίκα: 2, ερωτηματολόγια: 2.00-2.99), Ανεπαρκής (ρουμπρίκα: 1, ερωτηματολόγια: 1.00-1.99).

Ο αξιολογητής, με βάση αυτούς τους χαρακτηρισμούς των πτυχών που περιλαμβάνονται σε κάθε κριτήριο, αξιολογεί τον διδάσκοντα σε κάθε κριτήριο ως Άριστο, Επαρκή, Αδύναμο, Ανεπαρκή.

3. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Από την ατομική αξιολόγηση κάθε εκπαιδευτικού συγκεντρώθηκαν δεδομένα που επέτρεψαν την εξαγωγή περιγραφικών στατιστικών αποτελεσμάτων που μπορούν να σκιαγραφήσουν μια εικόνα για τις δυνατές και αδύναμες πτυχές των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες.

Πίνακας 8: Αξιολόγηση στην κατηγορία Γνώση του Αντικειμένου

Αξιολόγηση	Γνώση του Περιεχομένου		Ποιότητα της γλώσσας στο μάθημα		Σύνθεση του έννοιες ή του φαινομένου με την καθημερινή ζωή	
	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%
Άριστος	32	100	24	75	14	43.8
Επαρκής	0	0	8	25	14	43.8
Αδύναμος	0	0	0	0	3	9.4
Ανεπαρκής	0	0	0	0	1	3.1



Γνώση του αντικειμένου

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, οι εκπαιδευτικοί εμφανίζουν πολύ θετικά αποτελέσματα σχετικά με τη Γνώση του Αντικειμένου. Σχετικά με την ποιότητα της γλώσσας που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί, τα ευρήματα είναι επίσης θετικά. Εμφανίζονται όμως μικρά προβλήματα όπως η σποραδική χρήση από ένα σημαντικό ποσοστό εκπαιδευτικών κάποιων ανιμιστικών φράσεων ή φράσεων που θα μπορούσαν να ενισχύσουν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών. Τέλος, οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτικούς συνδέουν συχνά ή πάντα το αντικείμενο που διδάσκουν με την καθημερινή ζωή με επιτυχημένο τρόπο.

Διδακτικές αναπαραστάσεις και Στρατηγικές Διδασκαλίας

Θετική είναι η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση ποικιλίας στρατηγικών διδασκαλίας. Το μεγαλύτερο μέρος των εκπαιδευτικών χρησιμοποιεί στρατηγικές που εμπλέκουν τον μαθητή και κρατούν το ενδιαφέρον του ζωντανό. Βέβαια ένα ποσοστό των εκπαιδευτικών αξιολογείται ως επαρκής στο κριτήριο αυτό ενώ ένα σημαντικό ποσοστό εμφανίζουν αδυναμία (για όλη την παράγραφο βλ. Πίνακα 2).

Ακόμα, πολύ θετικά είναι τα αποτελέσματα σχετικά με τη δυνατότητα των μαθητών να εκφράσουν τις αντιλήψεις τους κατά την διάρκεια της διδασκαλίας παρότι ένα ποσοστό εκπαιδευτικών παρουσιάζει αδυναμία και σε αυτό το επίπεδο. Επίσης, η χρήση διδακτικών αναπαραστάσεων είναι μια πολύ θετική πτυχή της διδασκαλίας των εκπαιδευτικών. Η συντριπτική πλειοψηφία χρησιμοποιεί ποικιλία αναπαραστάσεων με σωστό τρόπο. Αδυναμία παρουσιάζουν οι εκπαιδευτικοί στη χρήση ΤΠΕ όπου ένας στους δύο εκπαιδευτικούς δεν έχει εισάγει τη χρήση τους στη διδασκαλία ή τις χρησιμοποιεί πολύ περιορισμένα (για όλη την παράγραφο βλ. Πίνακα 3).

Πίνακας 9: Αξιολόγηση σε πτυχές της κατηγορίας Διδακτικές Αναπαραστάσεις και στρατηγικές

Αξιολόγηση	Διδακτικές Στρατηγικές		Ευκαιρίες για τον μαθητή να συμμετέχει στο μάθημα		Διδακτικές Αναπαραστάσεις		Χρήση ΤΠΕ	
	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%
Άριστος	18	56.3	14	43.8	24	75	6	18.8
Επαρκής	7	21.9	12	37.5	4	12.5	8	25
Αδύναμος	7	21.9	6	18.8	4	12.5	7	21.9
Ανεπαρκής	0	0	0	0	0	0	11	34.4

Όμοια είναι και τα αποτελέσματα στη χρήση πειραμάτων όπου ένας στους δύο εκπαιδευτικούς δεν παρουσιάζει ή δεν αναθέτει στους μαθητές την εκτέλεση πειραμάτων ή το κάνει σπάνια. Ακόμα, ένα μεγάλο κομμάτι των εκπαιδευτικών δε χρησιμοποιεί διαδικασίες διερεύνησης (αδύναμοι, ανεπαρκείς) ενώ ένα ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό χρησιμοποιεί μόνο διαδικασίες δομημένης διερεύνησης οι οποίες στοχεύουν κυρίως στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων. Ακόμα, το μεγαλύτερο μέρος των εκπαιδευτικών προωθεί βασικές δεξιότητες ή κυρίως βασικές δεξιότητες και ελάχιστες υψηλού επιπέδου. Τέλος, οι



ερωτήσεις των εκπαιδευτικών επιτυγχάνουν σε ένα μεγάλο βαθμό να διαβαθμίσουν τις ερωτήσεις τους από ερωτήσεις χαμηλού επιστημονικού επίπεδου σε υψηλό.

Πίνακας 10: Αξιολόγηση σε πτυχές της κατηγορίας Διδακτικές Αναπαραστάσεις και στρατηγικές

Αξιολόγηση	Χρήση πειραμάτων		Διερεύνηση		Επιστημονικές δεξιότητες που προωθήθηκαν		Διαδικασία Ερωτήσεων	
	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%
Άριστος	7	21.9	4	12.5	4	12.5	9	28.1
Επαρκής	6	18.8	13	40.6	13	40.6	15	46.9
Αδύναμος	14	43.8	7	21.9	11	34.4	0	0.0
Ανεπαρκής	5	15.6	8	25	4	12.5	8	25.0

Διδακτικοί Αντικειμενικοί Σκοποί και Πλαίσιο

Σχεδόν το σύνολο των εκπαιδευτικών επιδιώκουν επιτυχώς ή σε μεγάλο βαθμό να επικοινωνήσουν τους σκοπούς του μαθήματος στους μαθητές χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τρόπους για την επικοινωνία τους. Ακόμα, το σύνολο των εκπαιδευτικών πέτυχε την συμμετοχή σχεδόν όλων των μαθητών ή τουλάχιστον των περισσότερων από αυτούς στο μάθημα. Παρότι μεγάλο μέρος των εκπαιδευτικών αξιολογήθηκε θετικά σχετικά με τη διατήρηση διαδραστικής ατμόσφαιρας στη τάξη, ένα σημαντικό ποσοστό τους (περίπου ένας στους τρεις) εμφανίζει αδυναμία σε αυτή τη πτυχή της διδασκαλίας (βλ. Πίνακα 4).

Πίνακας 11: Αξιολόγηση σε πτυχές της κατηγορίας Διδακτικοί Αντικειμενικοί Σκοποί και Πλαίσιο

Αξιολόγηση	Διδακτικοί σκοποί και στόχοι		Διαδραστική Ατμόσφαιρα		Συμμετοχή των μαθητών	
	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%
Άριστος	22	68.8	11	34.4	16	50
Επαρκής	10	31.3	11	34.4	15	46.9
Αδύναμος	0	0	10	31.3	1	3.1
Ανεπαρκής	0	0	0	0	0	0

Σχετικά με τη δημιουργία κινήτρων για μάθηση στους μαθητές/τριες, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών αξιολογείται ως επαρκής, παρότι ένα σημαντικό μέρος των εκπαιδευτικών (ένας στους τέσσερις) φαίνεται να εμφανίζει αδυναμία. Επίσης, σχεδόν το σύνολο των εκπαιδευτικών καταφέρνει να διαχειριστεί επιτυχώς την τάξη προωθώντας ταυτόχρονα το αίσθημα του αμοιβαίου σεβασμού μεταξύ των μαθητών/τριών και μεταξύ καθηγητή και μαθητών/τριών (βλ. Πίνακα 5).



Πίνακας 12: Αξιολόγηση σε πτυχές της κατηγορίας Διδακτικοί Αντικειμενικοί Σκοποί και Πλαίσιο

Αξιολόγηση	Κινητοποίηση για μάθηση		Επιπλέον υλικό		Διαχείριση τάξης και προώθηση αμοιβαίου σεβασμού	
	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%
Άριστος	4	12.5	7	21.9	20	62.5
Επαρκής	20	62.5	12	37.5	11	34.4
Αδύναμος	8	25	6	18.8	1	3.1
Ανεπαρκής	0	0	7	21.9	0	0

Αντίληψη της Γνωστικής Κατάσταση του Μαθητή

Οι εκπαιδευτικοί σε πολύ μεγάλο ποσοστό φαίνεται να γνωρίζουν τις δυσκολίες που οι μαθητές/τριες πρόκειται να συναντήσουν και να επικεντρωθούν σε αυτές κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Όμως, το 65,6% των εκπαιδευτικών δεν πραγματοποιεί διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών/τριών ή πραγματοποιεί ερωτήσεις που είναι αμφίβολο αν σχετίζονται με την διερεύνηση των εναλλακτικών τους αντιλήψεων.

Πίνακας 13: Αξιολόγηση σε πτυχές της κατηγορίας Αντίληψης της Γνωστικής Κατάστασης του Μαθητή

Αξιολόγηση	Διερεύνηση και διαχείριση Εναλλακτικών Αντιλήψεων		Γνώση των δυσκολιών των μαθητών		Αξιολόγηση κατά την διάρκεια του μαθήματος		Τελική Αξιολόγηση	
	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%	Συχνότητα	%
Άριστος	7	21.9	21	65.6	9	28.1	9	28.1
Επαρκής	4	12.5	9	28.1	10	31.3	17	53.1
Αδύναμος	5	15.6	2	6.3	13	40.6	6	18.8
Ανεπαρκής	16	50	0	0	0	0	0	0

Ακόμα, δεν αξιοποιεί ιδιαίτερα τα οφέλη της διαμορφωτικής αξιολόγησης κατά την διάρκεια του μαθήματος, καθώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα το 40.6% των εκπαιδευτικών εμφανίζει αδυναμίες στον τρόπο διεξαγωγής της (πραγματοποιεί αξιολόγηση για λόγους συμμόρφωσής ή χωρίς πρόθεση).

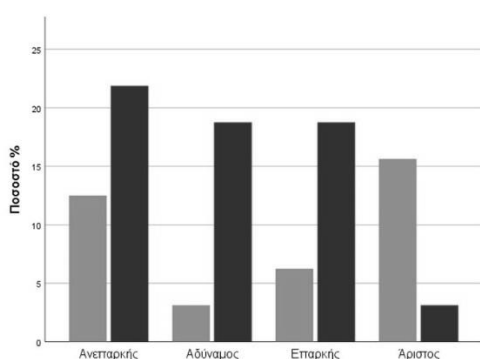
Τέλος, ο τρόπος και οι μέθοδοι που ακολουθούνται για τη διεξαγωγή της τελικής αξιολόγησης των μαθητών/τριών φαίνεται να αμφισβητείται, καθώς οι μαθητές/τριες θεωρούν, για την πλειοψηφία των εκπαιδευτικών, ότι σπάνια βοηθιούνται από τη χρήση μέσων αξιολόγησης (τεστ, διαγωνίσματα) αλλά και οι καθηγητές/τριες μερικές φορές αντιλαμβάνονται τι πραγματικά γνωρίζουν για το αντικείμενο στο οποίο εξετάζονται (Πίνακας 6).



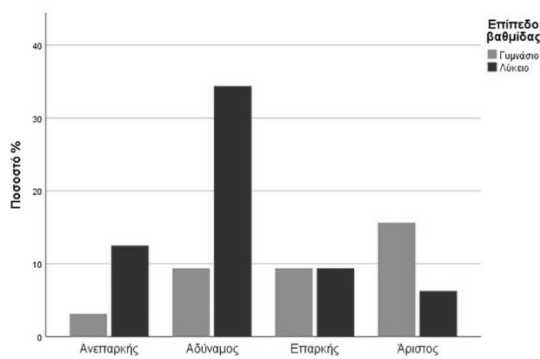
Αποτελέσματα με βάση το επίπεδο της βαθμίδας (Γυμνάσιο – Λύκειο)

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι οι εκπαιδευτικοί εμφανίζουν παρόμοιες δυνατές και αδύναμες πτυχές ανεξάρτητα από το επίπεδο της βαθμίδας που διδάσκουν. Βέβαια, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν στα Γυμνάσια έχουν αξιολογηθεί σχετικά θετικότερα από ότι οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν στα Λύκεια. Όπως φαίνεται και στα διαγράμματα που παρουσιάζουν τις σημαντικότερες αδυναμίες που προέκυψαν από την έρευνα (Πίνακας 7), μεγαλύτερο ποσοστό εκπαιδευτικών των Λυκείων εμφανίζουν αδυναμίες σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό των εκπαιδευτικών από Γυμνάσιο.

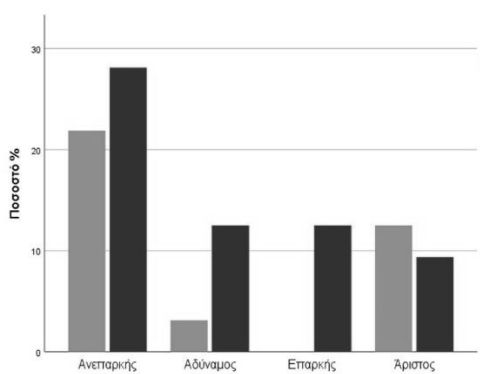
Πίνακας 7: Παραδείγματα αξιολόγησης σε πτυχές που σημαντικό ποσοστό των εκπαιδευτικών προκύπτει ότι εμφανίζει αδυναμία με διαχωρισμό ανάλογα με το επίπεδο της βαθμίδας που διδάσκει (Γυμνάσιο-Λύκειο)



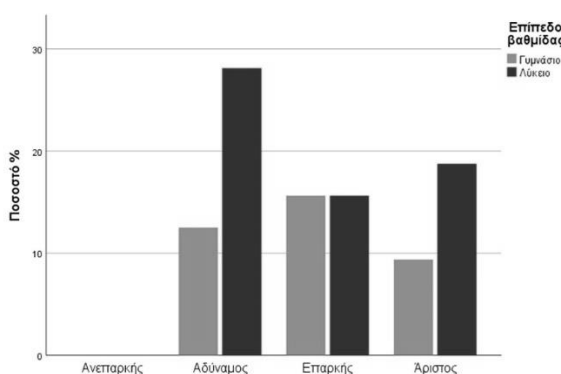
Χρήση ΤΠΕ



Χρήση Πειράματων



*Διερεύνηση και Διαχείριση
Εναλλακτικών Αντιλήψεων*



*Διαμορφωτική Αξιολόγηση
κατά τη διάρκεια του μαθήματος*

4. Συμπεράσματα

Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να εμφανίζουν δυνατά και αδύναμα σημεία σε όλες τις κατηγορίες των κριτηρίων, πλην της Γνώσης του Αντικειμένου που η αξιολόγηση τους είναι γενικά θετική.

Εκτός από τη Γνώση του Αντικειμένου, οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν ιδιαίτερως θετικές πτυχές στη διδασκαλία τους όπως το μεγάλο ρεπερτόριο και η ορθή χρήση των διδακτικών αναπαραστάσεων, το



γεγονός ότι χρησιμοποιούν στρατηγικές που εμπλέκουν τους μαθητές/τριες και εγείρουν το ενδιαφέρον τους και ότι γνωρίζουν τις δυσκολίες που πρόκειται να συναντήσουν οι μαθητές/τριες τους και επικεντρώνονται σε αυτές κατά τη διδασκαλία. Στον αντίποδα, οι περισσότερες αδυναμίες των εκπαιδευτικών φαίνεται να σχετίζονται με τη χρήση κάποιων στρατηγικών ή τεχνικών διδασκαλίας, τη γνώση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν και την αξιολόγηση της γνώσης των μαθητών/τριών.

Παρότι δεν είναι δυνατόν μέσα από την αξιολόγηση των πρακτικών να συναχθούν σίγουρα συμπεράσματα σχετικά με τους λόγους που οδηγούν στις δυνατές και αδύναμες πτυχές είναι πιθανό, με βάση το εκπαιδευτικό υπόβαθρο των εκπαιδευτικών στη χώρα μας, να προκύπτουν από ελλείψεις στο θεωρητικό υπόβαθρο που σχετίζονται με τη «Γενική Παιδαγωγική Γνώση» (π.χ. Shulman, 1986), τη «Γνώση σχετικά με τους Μαθητές» (π.χ. Magnusson, Krajcik, & Borke, 1999), τη «Γνώση της Αξιολόγησης» (π.χ. Magnusson, Krajcik, & Borke, 1999) και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη διαδικασία της μάθησης και τον σκοπό για τον οποίο διδάσκεται το αντικείμενο τους (Van Driel, Beijaard, & Verloop, 2001). Από την άλλη πλευρά, οι δυνατές πτυχές εντοπίζονται σε πτυχές της διδασκαλίας που μπορούν να αναπτυχθούν μέσα από την εμπειρία των εκπαιδευτικών (Clermont, Borke, & Krajcik, 1994) ως ένας είδος «εμπειρικής γνώσης τους» (Van Driel et al., 2001).

Πίνακας 8: Θετικές πτυχές και πτυχές στις οποίες οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται υποστήριξη

Θετικές πτυχές της διδασκαλίας	Πτυχές στις οποίες χρειάζονται υποστήριξη
<ul style="list-style-type: none">• Γνώση του Περιεχομένου• Γλώσσα και επικοινωνία• Σύνδεση με την καθημερινή ζωή• Διδακτικές Στρατηγικές• Δυνατότητα των μαθητών να εκφράσουν την άποψη τους• Χρήση διδακτικών αναπαραστάσεων• Εννοιολογική κατάταξη των ερωτήσεων• Διδακτικοί στόχοι και σκοποί• Συμμετοχή των μαθητών• Διαχείριση τάξης και προώθηση του αμοιβαίου σεβασμού• Γνώση των δυσκολιών των μαθητών στο αντικείμενο διδάσκεται	<ul style="list-style-type: none">• Χρήση ΤΠΕ• Χρήση πειραμάτων• Διερευνητικές Διαδικασίες• Επιστημονικές δεξιότητες που απαιτούνται ή προωθούνται• Διαδραστική φύση του μαθήματος• Κινητοποίηση των μαθητών για μάθηση στις ΦΕ• Παροχή επιπλέον υλικού• Διερεύνηση και διαχείριση εναλλακτικών αντιλήψεων• Αξιολόγηση κατά την διάρκεια του μαθήματος• Τελική Αξιολόγηση των μαθητών

Όπως αναφέρθηκε και στα αποτελέσματα, οι δυνατές και αδύναμες πτυχές της διδασκαλίας είναι όμοιες μεταξύ των εκπαιδευτικών που διδάσκουν σε Γυμνάσια και Λύκεια. Οι διαφοροποιήσεις στη συχνότητα φαίνεται να συνδέονται με τη πίεση που δέχονται οι εκπαιδευτικοί από την ποσότητα της ύλης και τον *de facto* προσανατολισμό του Λυκείου προς τις εισαγωγικές εξετάσεις.

Από μεθοδολογικής άποψης, η αξιοποίηση δεδομένων από παρατηρήσεις διδασκαλίας σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα από τις απόψεις των μαθητών/τριών φαίνεται να οδήγησε στη διαμόρφωση μιας πιο ολιστικής εικόνας για τις καθημερινές πρακτικές των εκπαιδευτικών.

Συμπερασματικά, μεταξύ άλλων αναδεικνύεται μια δυσκολία των εκπαιδευτικών να στραφούν σε πιο σύγχρονες στρατηγικές και προσεγγίσεις (διερεύνηση, χρήση ΤΠΕ κτλ.) και γίνονται εμφανείς έλλειψης που σχετίζονται με την ίδια την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στην Ελλάδα. Τέλος, τα συμπεράσματα



της παρούσας έρευνας θα μπορούσαν να αποτελέσουν τη βάση για τον σχεδιασμό και την κατεύθυνση τόσο μελλοντικών προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης αλλά και βάση συζήτησης κατά την αναδιαμόρφωση των προγραμμάτων εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών στη χώρα μας.

5. Βιβλιογραφία

Σοφιανίδης, Α. & Καλλέρη, Μ. (2017), *Σχεδιασμός συστήματος αξιολόγησης για εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών βασισμένο στην ΠΓΠ: Η ανάπτυξη και η πιλοτική εφαρμογή αξιολογητικής ρούμπρικας*. Στο Σταύρου Δ., Μιχαηλίδη Α. & Κοκολάκη Α. (2017). Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση σελ. 537-543.

Aleamoni, L. M. (1999). Student Rating Myths Versus Research Facts from 1924 to 1998. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 13(2), 153–166.

Clermont, C. P., Borko, H., & Krajcik, J. S. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 419–441. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310409>

Isoré, M. (2009). Teacher Evaluation : Current Practices in OECD Countries and a Literature Review, (23), 1–49. <https://doi.org/10.1787/223283631428>

Kallery, M., & Psillos, D. (2001). Pre-school Teachers' Content Knowledge in Science: Their understanding of elementary science concepts and of issues raised by children's questions. *International Journal of Early Years Education*, 9(3), 165–179.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and Its Implications for Science Education*, 95–132. https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_4

Peterson, K. D., Wahlquist, C., & Bone, K. (2000). Student Surveys for School Teacher Evaluation. *Space Science Reviews*, 96(MAY 2000), 317–330. <https://doi.org/10.1023/A>

Santiago, P. (2009). Teacher Evaluation A Conceptual Framework and examples of Country Practices. *OECD Review*. Retrieved from <http://www.oecd.org/edu/school/44568106.pdf>

Shinkfield, A. J., & Stufflebeam, D. L. (1995). Models for Teacher Evaluation. In *Teacher Evaluation* (pp. 173–376). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1796-5_4

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *American Education Research Association*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Sofianidis, A. & Kallery, M. (2016), *Assessing students' perception of their science teachers pedagogical content knowledge*. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part 14* (co-ed. Amanda Berry & Digna Couso), (pp. 2314-2319). Helsinki, Finland: University of Helsinki

Van Driel, J. H., Beijgaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137–158. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200102\)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200102)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U)

van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199808\)35:6<673::AID-TEA5>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199808)35:6<673::AID-TEA5>3.0.CO;2-J)



Δυσκολίες των φοιτητών του ΠΤΔΕ κατά την εφαρμογή του διερευνητικού μοντέλου διδασκαλίας: Η ενσωμάτωση του πειράματος

**Ιωάννα Σταύρου, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Κυριάκος Κυριακού, Βιολέττα Γαλανοπούλου,
Κωνσταντίνος Σκορδούλης**

Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η δυνατότητα των φοιτητών/τριών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης να ενσωματώνουν πειραματικές δραστηριότητες στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κατά την εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας. Το δείγμα της έρευνας συνίσταται από 170 διδακτικά σενάρια που αναφέρονται στην ενότητα της Φωτοσύνθεσης και τα οποία συνέταξαν οι φοιτητές/τριες κατά την εξάσκησή τους στην εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας. Για την ανάλυση των σεναρίων αυτών χρησιμοποιήθηκαν οι αρχές της Θεματικής Ανάλυσης. Οι δυσκολίες που αναδείχτηκαν αφορούν κυρίως στη σύνδεση των υποθέσεων με τις πειραματικές δραστηριότητες που προτείνονται, καθώς και στην οργανική ένταξη των πειραματικών δραστηριοτήτων στο φύλλο εργασίας.

Λέξεις – κλειδιά: διερευνητικό μοντέλο μάθησης/διδασκαλίας, πειράματα, θεματική ανάλυση

Pre-service primary teachers' difficulties during implementation of inquiry-based teaching: The integration of experimental activities

Ioanna Stavrou, Constantina Stefanidou, Kyriakos Kyriakou, Violetta Galanopoulou, Constantine Skordoulis

National & Kapodistrian University of Athens

Abstract

This study investigates whether pre-service primary teachers can integrate experimental activities into inquiry-based teaching scenarios. Our sample consists of 170 pre-service teachers' teaching scenarios for Photosynthesis; they were collected in the context of an Introductory Didactics of Science Laboratory course in which participants experienced inquiry-based teaching and learning. A Thematic Analysis of the data shows that the majority of pre-service teachers faced difficulties mostly related to the correspondence of reported hypotheses to the appropriate experimental activities and therefore, they have broader difficulties in integrating the suggested experimental activities into their proposed scenarios - worksheets.

Keywords: inquiry-based learning/teaching, experiments, thematic analysis



1. Εισαγωγή

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες έχει ως απώτερο στόχο τη δημιουργία επιστημονικά εγγράμματων πολιτών. Η επιδίωξη αυτή συνδέεται άμεσα όχι μόνο με το περιεχόμενο των διδασκόμενων μαθημάτων αλλά και με τις εφαρμοζόμενες διδακτικές προσεγγίσεις. Η εφαρμογή της Διερευνητικής Μεθόδου στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, τόσο στο πλαίσιο της χάραξης της εκπαιδευτικής πολιτικής όσο και στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής έρευνας, θεωρείται ότι μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (Abd-el-Khalick et al. 2004, Capps & Crawford, 2013, Dorier & Garcia 2013, Rocard et al. 2007).

Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις της Διερευνητικής Μεθόδου Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Barrow 2006, Prince & Felder 2007). Με τη στενή έννοια του όρου, η Διερευνητική Μέθοδος Διδασκαλίας αναφέρεται στη διδασκαλία που λαμβάνει χώρα ακολουθώντας διαδικασίες που εμπλέκονται στην επιστημονική διερεύνηση. Στην παρούσα εργασία θα ακολουθήσουμε το θεωρητικό σχήμα των Pedaste et al (2015) που ενσωματώνει τα ευρήματα της έρευνας και της βιβλιογραφίας για τη Διερευνητική Μέθοδο Διδασκαλίας και αποτελείται από τις εξής φάσεις: *προσανατολισμός*, *σύλληψη* (που περιλαμβάνει τη διαδικασία *διατύπωσης υπόθεσης*), *έρευνα* (που περιλαμβάνει τον *πειραματισμό* και την *ερμηνεία των αποτελεσμάτων*), *συμπεράσματα* και *συζήτηση*. Στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές ενθαρρύνονται να διατυπώνουν ερωτήσεις, να κάνουν υποθέσεις και εκτιμήσεις, να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα και να φτιάχνουν επιχειρήματα βασισμένα στην εμπειρία και στη λογική.

Δυσκολίες εφαρμογής της Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας.

Οι φοιτητές και μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Οι δυσκολίες αυτές εδράζονται τόσο στις προσωπικές τους αντιλήψεις για τις ίδιες τις Φυσικές Επιστήμες και για τη διδασκαλία τους, όσο και στη μη κατανόηση των εσωτερικών αντιθέσεων και αντιφάσεων της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Crawford 2007; Kim & Tan 2011). Άλλοι παράγοντες που δυσχεραίνουν τους φοιτητές και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, κυρίως της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, στην εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας είναι η αίσθηση της έλλειψης επάρκειας και σιγουριάς στη διδασκαλία θεμάτων των Φυσικών Επιστημών καθώς και η περιορισμένη ικανότητα τους να χρησιμοποιούν πειραματικές διαδικασίες. Το γεγονός αυτό λειτουργεί αποτρεπτικά τόσο στην εμπάθυνση των γνώσεων τους όσο και στην εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας (Trautman et al. 2004). Επιπλέον, η ασαφής κατανόηση της διαδικασίας της επιστημονικής έρευνας έχει ως συνέπεια τη δυσκολία τόσο των φοιτητών όσο και των εν ενεργεία εκπαιδευτικών να διδάξουν τις Φυσικές Επιστήμες με τη χρήση των σχετικών διαδικασιών (Yoon & Young, 2011).

Οι Dorier & Garcia (2013) ερεύνησαν εκτενώς τις συνθήκες που μπορεί να ευνοούν ή να παρεμποδίζουν την εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας. Βασικός παράγοντας για την επιτυχημένη εφαρμογή των Διερευνητικών προσεγγίσεων στη διδακτική πράξη είναι η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών. Στις περισσότερες χώρες, οι φοιτητές των Παιδαγωγικών Τμημάτων αλλά και οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, κυρίως οι νεοδιόριστοι της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, χρειάζονται αρκετά μεγάλη στήριξη προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες στο σχεδιασμό και την υλοποίηση του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας (Eick & Reed 2002). Η ανεπαρκής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών αναφέρεται συχνά στη βιβλιογραφία ως αιτία για τη μη εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Steffensky & Parchmann 2007).



Ο προσανατολισμός όμως ενός εκπαιδευτικού στη Διερευνητική Μέθοδο Διδασκαλίας και η επιτυχής εφαρμογή της στην τάξη εξαρτάται όχι μόνο από τη σχετική εκπαίδευσή του, αλλά και από τις προσωπικές του εμπειρίες και βιώματα που είχε ως μαθητής ή και ως φοιτητής (Eick & Reed 2002) καθώς επίσης και από τις προσωπικές του πεπειθήσεις (Lebak 2015). Εκπαιδευτικοί που ως μαθητές αλλά και ως φοιτητές είχαν εμπλακεί σε διαδικασίες Διερευνητικής Μάθησης πριν τις διδαχθούν και θεωρητικά, ήταν πιο δεκτικοί στα αντίστοιχα μαθήματα Διδακτικής που στη συνέχεια έλαβαν και πιο αποτελεσματικοί στην εφαρμογή της Διερευνητικής Μεθόδου Διδασκαλίας.

Στην παρούσα εργασία διερευνάται το κατά πόσο οι φοιτητές/τριες (στο εξής θα χρησιμοποιείται μόνο το αρσενικό γένος για να μη διακόπτεται η ροή του λόγου) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών που συμμετείχαν στο Εργαστήριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών, μπορούν να εντάξουν στις διδακτικές τους προτάσεις (διδακτικά σενάρια) κάποιες από τις αρχές του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας, και ειδικότερα το κατά πόσο μπορούν να ενσωματώσουν οργανικά το πείραμα στις διάφορες φάσεις του Μοντέλου. Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας που σκοπό έχει να διερευνήσει σε βάθος τις δυσκολίες στην εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας και να τις συσχετίσει και με το προς διδασκαλία θέμα (Stavrou et al. 2019).

2. Μεθοδολογία

Δείγμα και Συλλογή Δεδομένων

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 170 διδακτικά σενάρια τεταρτοετών φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών τα οποία τους είχε ζητηθεί να τα συντάξουν ακολουθώντας το Διερευνητικό Μοντέλο Διδασκαλίας και αναφέρονται στην ενότητα της *Φωτοσύνθεσης*. Οι φοιτητές συνέταξαν τα διδακτικά σενάρια αυτά στο πλαίσιο του υποχρεωτικού Εργαστηρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών κατά το εαρινό εξάμηνο του διδακτικού έτους 2017-2018 και ενώ είχε προηγηθεί η διδασκαλία της βασικής θεωρίας σχετικά με το Διερευνητικό Μοντέλο Διδασκαλίας, παραδείγματα εφαρμογής του, μια εργαστηριακή άσκηση για τη Φύση της Επιστήμης και τη Φύση της Επιστημονικής Έρευνας και μια εργαστηριακή άσκηση για τη διδασκαλία του Ηλεκτρομαγνητισμού με βάση το Διερευνητικό Μοντέλο. Στο πλαίσιο της Εργαστηριακής διδασκαλίας της Φύσης της Επιστήμης και της Επιστημονικής Έρευνας όσο και του Ηλεκτρομαγνητισμού, οι φοιτητές συνέταξαν σχετικά διδακτικά σενάρια.

Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Για την ανάλυση των διδακτικών σεναρίων των φοιτητών επιλέχθηκε η Θεματική Ανάλυση, η οποία είναι μία διαδικασία αναγνώρισης των σημαντικών Θεμάτων στο πλαίσιο της ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων. Διαφέρει από την Ποιοτική Ανάλυση Περιεχομένου (Vaismoradi et al. 2013) καθώς τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται ποιοτικά, χωρίς την αναφορά σε ποσοτικά δεδομένα (Guest 2012, Maguire & Delahunt 2017). Η επιλογή της Θεματικής Ανάλυσης στηρίχθηκε στο γεγονός ότι η εφαρμογή της, μέσω της μεγαλύτερης ευελιξίας στην ανάλυση των δεδομένων που παρέχει, δίνει τη δυνατότητα να αναδειχθούν οι σχέσεις κυρίως των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δεδομένων, τα οποία προκύπτουν από τα πολλαπλά επίπεδα ανάλυσης ανεξάρτητα από τον όγκο του δείγματος (Nowell et al. 2017). Η συγκρότηση των Θεμάτων (Themes), λαμβάνοντας υπόψη το βασικό αντικείμενο της έρευνας που είναι η ενσωμάτωση και η αξιοποίηση του πειράματος σε διάφορες φάσεις του



Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας, έγινε στη βάση της διατμηματικής (cross-sectional) αναφοράς του κυρίως ζητήματος / Θέματος.

Σύμφωνα με αυτό το σκεπτικό, συγκροτήθηκαν τα εξής Θέματα / κατηγορίες:

1^ο Θέμα / Κατηγορία: Πειραματικές δραστηριότητες – ερευνητικό ερώτημα / διδακτικοί στόχοι. Αναφέρεται στη διατύπωση, στα προτεινόμενα διδακτικά σενάρια, διδακτικών στόχων που δύνανται να επιτευχθούν πειραματικά, δηλαδή εάν στους διδακτικούς στόχους διατυπώνονται ερευνητικά ερωτήματα τα οποία μπορούν να επιτευχθούν με τις προτεινόμενες στο σενάριο πειραματικές δραστηριότητες.

2^ο Θέμα / Κατηγορία: Πειραματικές δραστηριότητες – Υπόθεση.

Αναφέρεται στο εάν η υπόθεση που έχει διατυπωθεί στο διδακτικό σενάριο μπορεί να ελεγχθεί πειραματικά.

3^ο Θέμα / Κατηγορία: Πειραματικές δραστηριότητες - Διδακτικοί στόχοι.

Αναφέρεται στο αν και κατά πόσον οι προτεινόμενες πειραματικές δραστηριότητες του διδακτικού σεναρίου αποσκοπούν στην επίτευξη κάποιου διδακτικού στόχου είτε αυτός διατυπώνεται ρητώς είτε όχι.

4^ο Θέμα / Κατηγορία: Πειραματικές δραστηριότητες – ερμηνεία αποτελεσμάτων, συζήτηση. Αναφέρεται στο αν και κατά πόσον προτείνονται πειραματικές δραστηριότητες στη φάση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων και της συζήτησης.

3. Αποτελέσματα

1^ο Θέμα / Κατηγορία: Στα περισσότερα διδακτικά σενάρια διατυπώνεται ερευνητικό ερώτημα σε έναν τουλάχιστον διδακτικό στόχο. Στα διδακτικά σενάρια όμως που το ερευνητικό ερώτημα διατυπώνεται με ασάφεια ή δεν διατυπώνεται καθόλου, υπάρχουν ασάφειες και στη διατύπωση των διδακτικών στόχων.

2^ο Θέμα / Κατηγορία: Η πλειοψηφία των φοιτητών αντιμετωπίζει δυσκολίες κατά την εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας όσον αφορά στη διατύπωση υπόθεσης και στη συσχέτιση της με τις προτεινόμενες πειραματικές δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκαν περιπτώσεις διδακτικών σεναρίων στα οποία δεν υπάρχει διατυπωμένη καμία υπόθεση. Σε κάποια από τα διδακτικά σενάρια αυτά δεν περιλαμβάνεται ούτε κάποια πειραματική δραστηριότητα. Σε πολλά διδακτικά σενάρια ενώ αναφέρεται το στάδιο της διατύπωσης της υπόθεσης, η υπόθεση δε διατυπώνεται με τέτοιο τρόπο που να σχετίζεται με τις πειραματικές δραστηριότητες που ακολουθούν, με άλλα λόγια οι πειραματικές διαδικασίες που αναφέρονται δε σχετίζονται με τον έλεγχο των υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί. Σε ορισμένες άλλες περιπτώσεις η υπόθεση διατυπώνεται ως ένα γενικό ερώτημα που αφορά το προς διερεύνηση θέμα και απευθύνεται στους μαθητές.

3^ο Θέμα / Κατηγορία: Οι φοιτητές παρουσιάζουν σχετική δυσκολία στη διατύπωση διδακτικών στόχων που να μπορούν να επιτευχθούν μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων αλλά και το αντίστροφο, δηλαδή στη διατύπωση πειραματικών δραστηριοτήτων που να εξυπηρετούν διδακτικούς στόχους.

4^ο Θέμα/Κατηγορία: Οι φοιτητές σπανίως χρησιμοποιούν το πείραμα στη φάση ερμηνείας των αποτελεσμάτων και της συζήτησης.

Τέλος, να επισημάνουμε ότι σε κάποια διδακτικά σενάρια οι πειραματικές δραστηριότητες που αναφέρονται δεν αφορούν θέματα που σχετίζονται με τη φωτοσύνθεση, αλλά με την αναπνοή των φυτών.



4. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, οι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας και στην ενσωμάτωση του πειράματος στα διδακτικά σενάρια που συνέταξαν με βάση αυτό. Οι δυσκολίες αυτές εστιάζονται κυρίως στις φάσεις της υπόθεσης και της πειραματικής διερεύνησης και ειδικότερα στη μεταξύ τους σχέση. Έτσι, ενώ η συντριπτική πλειοψηφία των φοιτητών ενσωματώνει πειραματικές διαδικασίες στο πλαίσιο της εφαρμογής του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας, σε πολλές περιπτώσεις, οι πειραματικές δραστηριότητες απλώς περιγράφονται χωρίς να ενσωματώνονται λειτουργικά στο Φύλλο Εργασίας των μαθητών δηλαδή, χωρίς να εξυπηρετούν στη διερεύνηση των παραγόντων που θα οδηγήσουν στην επιβεβαίωση ή στη διάψευση κάποιας υπόθεσης. Επιπρόσθετα, δυσκολίες εντοπίστηκαν και στη συσχέτιση των διδακτικών στόχων με τις πειραματικές δραστηριότητες.

Από τα παραπάνω αναδεικνύεται ότι η μετάβαση από τη διδασκαλία του Διερευνητικού Μοντέλου στην εφαρμογή του από τους φοιτητές, δεν είναι αυτονόητη. Κάτι τέτοιο άλλωστε προκύπτει και από τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς βασίζεται όχι μόνο στις θεωρητικές τους γνώσεις για την εφαρμογή του Μοντέλου αλλά και στις δικές τους μαθησιακές εμπειρίες στην εφαρμογή του (Kim & Tan 2011).

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα και προκειμένου να γίνει πιο αποτελεσματική η εκπαίδευση των φοιτητών στην εφαρμογή του Διερευνητικού Μοντέλου Διδασκαλίας προτείνεται η διάρθρωση της διδασκαλίας τόσο των Φυσικών Επιστημών όσο και της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στην κατεύθυνση των Διερευνητικών προσεγγίσεων (Tseng et al. 2013).

5. Βιβλιογραφία

Abd-el-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Ledermann, N. G., Mamlok-Naaman, R. & Hofstein, A. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 398–419. doi.org/10.1007/s11858-013-0512-8

Barrow, L. (2006). A Brief History of Inquiry from Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265-278. doi.org/10.1007/s10972-006-9008-5

Capps, D., K. & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526. doi. org 101007/510972-012-9314-7

Crawford, B.A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 529-651. doi.org/101002/tea.20157

Dorier, J., & Garcia, F. J. (2013). Challenges and opportunities for the implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching. *The International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 837-849. doi.org/10.1007/s11858-013-0512-8

Eick, C. & Reed, C. (2002). What Makes an Inquiry-Oriented Science Teacher? The Influence of Learning Histories on Student Teacher Role Identity and Practice. *Science Education*, 86, 401–416. doi.org/10.1002/sce.10020

Guest, G. (2012). *Applied thematic analysis*. Thousand Oaks, California: Sage.

Kim, M. & Tan, A. L. (2011). Rethinking difficulties of teaching inquiry-based practical work: stories from elementary pre-service teachers. *International Journal of Science Education*, 33(4), 465-486.



- Lebak, K. (2015). Unpacking the complex relationship between beliefs, practice, and change related to inquiry-based instruction of one science teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 26(8), 695 – 73. doi.org/10.1007/510972-015-9445-0
- Maguire, M., & Delahunt, B. (2017). Doing a Thematic Analysis: A Practical Step-by- Step Guide for Learning and Teaching Scholars. *AISHE-J: The All Ireland Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 9 (3), 33501-33514. Retrieved from <http://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/335>
- Nowell, L., Moules, N. & Norris, J. (2017). Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16, 1-13. doi.org/10.1177/1609406917733847
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., Jong, T., van Riesen, S., Kamp, E., Manoli, C., Zacharia, Z., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47 - 61. doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003
- Prince, M. & Felder, R., (2007). The many faces of Inductive Teaching and Learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14-20. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/42992681>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe. Brussels: European Commission. Retrieved From https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Stavrou, I., Stefanidou, C., Kyriakou, K., Galanopoulou, V., Skordoulis, C. (2019). The Integration Of Experiment During Implementation Of Inquiry-Based Teaching. Proceedings of ESERA Conference, 26-30 August, 2019 Bologna, Italy (under edition)
- Steffensky, M. & Parchmann, I. (2007) The project CHEMOL: Science Education for children Teacher Education for students. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 2, 120-129.
- Trautmann, N., Maknister, J., Avery, L. (2004). What makes inquiry so hard? (And why is it worth it?). Proceedings of the NARST Annual Meeting, Canada
- Tseng, C. H., Tuan, H. L., Chin, C. C. (2013). How to help teachers develop inquiry teaching: Perspectives from experienced science educators. *Research in Science Education*, 3(2), 809-825
- Vaismoradi, M., Turunen, H., & Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing and Health Sciences*, 15(3), 398-405. doi.org/10.1111/nhs.12048
- Yoon, H-G, & Joung, Y. J. (2011). The challenges of Science Inquiry Teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: Difficulties in and under the Scene. *Research in Science Education*, 42(3), 589-608



Συνέπεια απόψεων και πρακτικών εκπαιδευτικών μετά από πρόγραμμα επαγγελματικής μάθησης Φυσικών Επιστημών

Χριστίνα Τσαλίκη¹, Πηνελόπη Παπαδοπούλου², Γεώργιος Μαλανδράκης³ Πέτρος Καριώτογλου⁴

¹Υποψήφια Διδάκτορας Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, ^{2,4}Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ³Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην εργασία αυτή εξετάζεται ο βαθμός συνέπειας μεταξύ απόψεων και πρακτικών τεσσάρων εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας (2) και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (2), σε θέματα διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών, που παρατηρήθηκαν κατά τη συμμετοχή τους σε πρόγραμμα Επαγγελματικής Μάθησης. Παρουσιάζονται αποτελέσματα που σχετίζονται με δύο από τους οχτώ άξονες που μελετήθηκαν συνολικά: τη διαχείριση του περιεχομένου και το είδος της λεκτικής αλληλεπίδρασης. Τα δεδομένα για τις πρακτικές προέρχονταν από πρωτόκολλα παρακολούθησης των διδασκαλιών ενώ αυτά των απόψεων, από συνεντεύξεις και ημερολόγια εκπαιδευτικών. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι σημειώθηκαν αλλαγές για την πλειονότητα των συμμετεχόντων, σε μια προσπάθεια υιοθέτησης περισσότερο καινοτομικών διδακτικών προσεγγίσεων, που ήταν στόχος του προγράμματος.

Λέξεις-κλειδιά: Απόψεις και πρακτικές, επαγγελματική μάθηση, διαχείριση περιεχομένου, λεκτική αλληλεπίδραση.

Consistency of science teachers' views and practices during a professional learning program.

Christina Tsaliki¹, Pinelopi Papadopoulou², George Malandrakis³ Petros Kariotoglou⁴

¹PhD Candidate of University of Western Macedonia, ^{2,4} University of Western Macedonia, ³Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

This paper focuses on the consistency between views and practices of four primary (2) and secondary (2) science teachers' during their participation in a Professional Learning Program. Results concerning two out of the eight research areas that were studied are presented: managing teaching content and verbal interaction. Data regarding teachers' practices come from classroom observation protocols, while interviews and diaries provided data about their views. Results indicate a transition process, for most of the participants, in an effort to adopt more innovative teaching approaches, which was an aim of the project.

Keywords: teachers' views and practices, professional learning, content transformation, verbal interactions



1. Εισαγωγή

Η μελέτη της επαγγελματικής μάθησης (EM) εν ενεργεία εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της ερευνητικής δραστηριότητας σε διεθνές επίπεδο τις τελευταίες δεκαετίες (Janssen et al. 2014). Οι μελέτες που επιχειρούν να καταγράψουν τις προϋποθέσεις και τις δυνατότητες των προγραμμάτων EM, συγκλίνουν στο ότι πρόκειται για μια σύνθετη διαδικασία με στόχο να εκπαιδευτούν οι εκπαιδευτικοί όχι μόνο στο πώς να μαθαίνουν, αλλά και στο πώς θα μετασχηματίσουν τις γνώσεις αυτές σε αποτελεσματικές πρακτικές μέσα στο σχολικό περιβάλλον (Kallery 2018), βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν τις γνώσεις, τις αντιλήψεις, τις πεποιθήσεις και τις πρακτικές τους (Furman et al. 2017). Οι Janssen et. al. (2014), αναφέρουν ότι τα προγράμματα EM που επιδιώκουν να εισάγουν καινοτομίες, θα πρέπει να δίνουν έμφαση στην αναμόρφωση των απόψεων και των πρακτικών των εκπαιδευτικών, επικεντρώνοντας στη διερεύνηση. Στα περισσότερα από αυτά, αναδεικνύεται ο σημαντικός ρόλος που έχουν ζητήματα διαχείρισης και μετασχηματισμού του περιεχομένου (Mavhunga & Rollnick 2013). Ειδικά για το ζήτημα του μετασχηματισμού αποτελεί κοινή παραδοχή ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι ικανοί να μετασχηματίζουν το περιεχόμενο σε γνώση που μπορεί να γίνει αντιληπτή από τους μαθητές (Oh, P. et. al. 2013). Μάλιστα, πλήθος ερευνών έχει εστιάσει στον τρόπο που μπορεί να εξελιχθεί αυτή η επαγγελματική γνώση της διαχείρισης του περιεχομένου κυρίως ως μέρος της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (Π.Γ.Π.), μέσω των προγραμμάτων EM των εκπαιδευτικών (Haitidou et al. 2018, Fernandez 2014, Van Driel & Berry 2012).

Παράλληλα, αναφέρεται ως βασικός παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, η ποιότητα της λεκτικής αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών (Seidel & Prenzel 2006), αλλά και των μαθητών μεταξύ τους ειδικά ως στοιχείο ομαδοσυνεργατικών διερευνητικών προσεγγίσεων (De Hei et al. 2017). Οι Tseng et al. (2013), υποστηρίζουν ότι παρά τη θετική εικόνα που έχουν οι εκπαιδευτικοί για αυτές τις προσεγγίσεις, η εφαρμογή τους στο σχολείο παρουσιάζει δυσκολίες που οφείλονται σε ποικίλους παράγοντες (Andersson & Gullberg 2014). Ανάμεσα σε αυτούς, συναντάμε την αδυναμία των προγραμμάτων EM να συνδυάσουν τη θεωρητική εκπαίδευση με το διδακτικό σχεδιασμό και την εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες σχολείου από τους συμμετέχοντες (Capps et al., 2012), την ελλιπή υποστήριξη των εκπαιδευτικών (Καριώτογλου κ.α. 2016), την περιορισμένη γνώση του περιεχομένου (Appleton 2002) καθώς και τις ίδιες τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία και τη μάθηση, αποτελώντας συχνά εμπόδιο στην εισαγωγή καινοτομιών (Fitzgerald et al. 2013).

Πράγματι, η πιθανή συσχέτιση μεταξύ των απόψεων και των πρακτικών των εκπαιδευτικών, αποτελεί ζήτημα που απασχόλησε έντονα την ερευνητική κοινότητα (Buehl & Beck 2014). Πολλές έρευνες εστίασαν στο να αποσαφηνίσουν το ρόλο που διαδραματίζει η επίδραση της εκπαίδευσης τόσο των ενεργεία όσο και των μελλοντικών εκπαιδευτικών, στις απόψεις και τις πρακτικές τους (Mansour 2013, Mohr & Santagata 2015). Οι Buehl και Beck (2014), συμπεραίνουν ότι αλλαγές στις απόψεις των εκπαιδευτικών μπορεί να επηρεάσουν ποικιλοτρόπως τις πρακτικές ή και το αντίστροφο. Στο πλαίσιο που προαναφέρθηκε, η παρούσα εργασία μελετά την επίδραση ενός προγράμματος EM στις απόψεις και τις πρακτικές των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν, επιχειρώντας να διαπιστώσει την πιθανή σχέση μεταξύ τους. Ειδικότερα, επιχειρεί να συγκρίνει την ενδεχόμενη εξελικτική πορεία που είχαν οι απόψεις και οι πρακτικές κατά τη διάρκεια του προγράμματος ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο είναι συμβατές μεταξύ τους, παρουσιάζουν δηλαδή συνέπεια ή ασυνέπεια.



1. Μεθοδολογία

Σκοπός του προγράμματος ήταν η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στο σχεδιασμό, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών (DMA) (Psillos & Kariotoglou, 2016) και η ενσωμάτωση καινοτομικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία των ΦΕ, επικεντρώνοντας, στη υιοθέτηση της διερευνητικής διδακτικής προσέγγισης. Στην έρευνα συμμετείχαν δύο εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας και δύο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, τρεις γυναίκες και ένας άνδρας, με προϋπηρεσία από 7 έως 25 έτη. Η συνολική διάρκεια του προγράμματος ήταν 18 μήνες και αποτελούνταν από τρεις διαφορετικές χρονικές φάσεις που είχαν ως εξής: Φάση 1: καταγραφή αρχικών απόψεων και πρακτικών, Φάση 2: επιμόρφωση και τροποποίηση δειγματικής DMA και εφαρμογή της, Φάση 3: ανάπτυξη νέας DMA και εφαρμογή (Tsaliki et al. 2015).

Σε όλες τις φάσεις, οι απόψεις και πρακτικές των εκπαιδευτικών καταγράφηκαν με τα ίδια ερευνητικά εργαλεία ώστε να διαπιστωθούν πιθανές αλλαγές πάνω σε οκτώ θεματικούς άξονες στους οποίους εστίασε η έρευνα π.χ. διερεύνηση, διαχείριση εναλλακτικών απόψεων, χρήση ΤΠΕ και υλικών, διαδικαστική γνώση, επιστημολογική γνώση, κ.α. Στην εργασία αυτή, για λόγους οικονομίας, θα συζητήσουμε τους δύο από αυτούς οι οποίοι είναι α) η διαχείριση του περιεχομένου και β) το είδος της λεκτικής αλληλεπίδρασης. Βασικό ερευνητικό εργαλείο για την καταγραφή των πρακτικών ήταν η κλειδα παρατήρησης. Σε αυτήν περιγράφονταν οι πρακτικές που εφαρμόζονταν με τη μορφή υποερωτημάτων (μεταβλητών). Η συχνότητα εφαρμογής κάθε πρακτικής καταγράφονταν σε τρίβαθμη κλίμακα, από το 1 (σπάνια)- 2 (μερικές φορές) έως και 3 (συχνά), ενώ ταυτόχρονα υπήρχε πεδίο με περιγραφικά τεκμήρια που αποτύπωναν χαρακτηριστικά παραδείγματα της εφαρμογής της εκάστοτε πρακτικής. Η κλειδα συμπληρωνόταν για κάθε διδασκαλία από δυο ανεξάρτητους ερευνητές με σκοπό την εγκυρότητα της συλλογής των δεδομένων. Σε περίπτωση ασυμφωνίας, οι ερευνητές ανέτρεχαν στις σημειώσεις πεδίου καθώς και στα περιγραφικά τεκμήρια της κλειδας παρατήρησης ώστε να καταλήξουν σε κοινώς αποδεκτή τιμή συχνότητας. Για την καταγραφή των απόψεων των εκπαιδευτικών αξιοποιήθηκαν ποιοτικά δεδομένα από ημιδομημένες συνεντεύξεις, αναστοχαστικές συζητήσεις και τα ημερολόγια των εκπαιδευτικών.

Η ανάλυση των ημιποσοτικών δεδομένων (κλειδα παρατήρησης) πραγματοποιήθηκε υπολογίζοντας για κάθε εκπαιδευτικό και σε κάθε φάση, το μέσο όρο της συχνότητας εμφάνισης της εκάστοτε πρακτικής βάση των τιμών εμφάνισης των μεταβλητών που την αποτελούσαν. Τα ποιοτικά δεδομένα από κάθε εκπαιδευτικό (συνεντεύξεις, κ.τ.λ.) συγκεντρώθηκαν σε ένα ενιαίο φάκελο και στη συνέχεια ακολούθησε ανάλυση του περιεχομένου και κατάταξή του στους ερευνητικούς άξονες. Για τον έλεγχο της συνέπειας μεταξύ των πρακτικών και των απόψεων των εκπαιδευτικών ήταν σκόπιμο να χαρακτηριστεί το είδος των πρακτικών με βάση τη συχνότητα εμφάνισής τους. Επειδή μας ενδιέφερε να μελετήσουμε την επίδραση του προγράμματος σε όλη τη διάρκειά του, υπολογίστηκε ο μέσος όρος (ΜΟ) εμφάνισης της εκάστοτε πρακτικής κατά τις φάσεις 2 και 3. Όσον αφορά τον έλεγχο συνέπειας προέκυψαν δύο διαφορετικές κατηγορίες πρακτικών: α) οι επιδιωκόμενες και β) οι σύνθετες. Ως επιδιωκόμενες χαρακτηρίστηκαν οι πρακτικές που αποτελούνταν από μεταβλητές καθαρά καινοτομικού χαρακτήρα, όπως είναι για παράδειγμα η διαχείριση του περιεχομένου που θα δούμε στη συνέχεια. Αντιθέτως, οι σύνθετες πρακτικές αποτελούνταν από μεταβλητές που κατέγραφαν πρακτικές τόσο παραδοσιακού (μη επιδιωκόμενου) όσο και καινοτομικού (επιδιωκόμενου) χαρακτήρα. Σε αυτή την περίπτωση (β), ανήκει η πρακτική της λεκτικής αλληλεπίδρασης που επίσης ακολουθεί.

Για το χαρακτηρισμό των επιδιωκόμενων πρακτικών (α), βασικό κριτήριο αποτέλεσε ο μέσος όρος (ΜΟ) της συχνότητας εμφάνισης της εκάστοτε πρακτικής. Πρακτικές που ο ΜΟ τους ήταν



- από 1 έως 1,5, χαρακτηρίστηκαν ως **μεικτές** καθώς εμφανίζουν διάστημα κάλυψης 0,5, δηλαδή ποσοστό 25% του εύρους της κλίμακας συχνοτήτων 1 έως 3 που χρησιμοποιήθηκε ($0,5/2=25\%$)
- από 1,5 έως και 2, χαρακτηρίστηκαν ως **σχετικά καινοτομικές** (διάστημα κάλυψης 0,5)
- από 2 έως και 3, χαρακτηρίστηκαν ως **καινοτομικές** καθώς εμφανίζουν διάστημα κάλυψης 1, δηλ. ποσοστό 50% της κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε ($1/2=50\%$)

Για την περίπτωση α, των επιδιωκόμενων πρακτικών, επιλέχθηκαν όπως φαίνεται παραπάνω ανισομεγέθη διαστήματα (0,5 & 1) καθώς θεωρήθηκε προϋπόθεση για την εφαρμογή καινοτομίας ο ΜΟ της συχνότητας εμφάνισης να είναι μεγαλύτερος του μέσου όρου της κλίμακας, δηλαδή του 2.

Για τον χαρακτηρισμό των σύνθετων πρακτικών (β), ο χαρακτηρισμός βασίστηκε στο εύρος της διαφοράς του ΜΟ της συχνότητας εμφάνισης μεταξύ των δύο διαφορετικά προσανατολισμένων μεταβλητών που την αποτελούσαν. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίστηκε η αξιοπιστία του χαρακτηρισμού που αποδόθηκε. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέγιστη διαφορά τιμής στην κλίμακα τριών σημείων που χρησιμοποιήθηκε (1 =ελάχιστη συχνότητα έως 3= μέγιστη συχνότητα), ήταν δύο (2) μονάδες,

- όταν η διαφορά τιμής (ΔΤ) στο ΜΟ της συχνότητας εμφάνισης ήταν μικρότερη του 0,40 ($0,40/2=0,2$, ή 20%), η πρακτική χαρακτηρίστηκε **μεικτή**, ισοδύναμα, δηλαδή, παραδοσιακή και καινοτομική.
- όταν η ΔΤ που καταγράφηκε ήταν μεταξύ 0,41-0,80 (δηλ μεταξύ 20,1%-40%) χαρακτηρίστηκε ως **σχετικά παραδοσιακή ή σχετικά καινοτομική**, ανάλογα με τον προσανατολισμό του υποερωτήματος που υπερίσχυε, και τέλος
- όταν η ΔΤ ήταν μεγαλύτερη του 0,81 (δηλ > 40,1%), η πρακτική χαρακτηρίστηκε ως **παραδοσιακή ή καινοτομική** με βάση το υποερώτημα που υπερίσχυε.

Αντιστοίχως, ο χαρακτηρισμός των απόψεων που πρόεκυψαν από τις πολλαπλές πηγές που προαναφέρθηκαν, πραγματοποιήθηκε βάσει της ανάλυσης του περιεχομένου τους. Πραγματοποιήθηκε, επίσης, έλεγχος του χαρακτηρισμού τους από δύο ανεξάρτητους ερευνητές. Έτσι, οι απόψεις χαρακτηρίστηκαν ως:

- **παραδοσιακές**, όταν κυριαρχούσαν στοιχεία παραδοσιακού χαρακτήρα (τουλάχιστον δύο ή και περισσότερες αναφορές) ή αντίστοιχα εξέφραζαν ισχυρές επιφυλάξεις, αντιθέσεις ή εμπόδια για την υιοθέτηση των καινοτομικών προσεγγίσεων που προτάθηκαν.
- **καινοτομικές**, όταν εμφανίζονταν με συνέπεια (δύο ή και περισσότερες φορές) στοιχεία θετικής στάσης απέναντι στις καινοτομίες, στοιχεία αναθεώρησης παραδοσιακών πρακτικών και επαναπροσδιορισμού των θέσεων και αντιλήψεων των εκπαιδευτικών με έμφαση σε καινοτομίες.
- **μεικτές**, όταν συνυπήρχαν στοιχεία παραδοσιακών αντιλήψεων, επιφυλάξεων ή προβληματισμού ταυτόχρονα με στοιχεία αποδοχής καινοτομικών προσεγγίσεων ή επαναπροσδιορισμού των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών, χωρίς σαφή προτεραιότητα μίας από τις δύο προσεγγίσεις.

Ακολούθως, προέκυψαν επτά (7) διαφορετικοί συνδυασμοί απόψεων και πρακτικών που καταλήγουν στα παρακάτω πέντε (5) διαφορετικά είδη συσχέτισης:

1. **Συνέπεια**, όταν απόψεις και πρακτικές είναι συμβατές π.χ. παραδοσιακές απόψεις και παραδοσιακές πρακτικές.
2. **Ασυνέπεια**, όταν απόψεις και πρακτικές έρχονται σε αντίθεση, π.χ. παραδοσιακές απόψεις με καινοτομικές πρακτικές.
3. **Σχετική συνέπεια**, όταν συνυπάρχουν σχετικά παραδοσιακές ή σχετικά καινοτομικές απόψεις με αντίστοιχα παραδοσιακές ή καινοτομικές πρακτικές, σχετικά παραδοσιακές ή σχετικά καινοτομικές απόψεις σε συνδυασμό με σχετικά παραδοσιακές ή σχετικά καινοτομικές πρακτικές, όταν μεικτές απόψεις συνδυαστούν με καινοτομικές ή παραδοσιακές πρακτικές ή και το αντίστροφο, δηλαδή μεικτές πρακτικές σε συνδυασμό με καινοτομικές ή παραδοσιακές απόψεις.



4. **Σχετική ασυνέπεια**, όταν συνυπάρχουν σχετικά παραδοσιακές ή σχετικά καινοτομικές πρακτικές με αντίστοιχα καινοτομικές ή παραδοσιακές απόψεις.
5. **Σε μετάβαση**, όταν συνυπάρχουν μεικτές πρακτικές και μεικτές απόψεις ή σχετικές πρακτικές με μεικτές απόψεις.

Η κατηγορία 5 (σε μετάβαση), σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Mansour 2013, More & Santagata 2015) σχετίζεται με εννοιολογική ή και μεθοδολογική σύγκρουση των εκπαιδευτικών που δέχονται την επίδραση κάποια διεργασίας, όπως είναι π.χ. ένα πρόγραμμα ΕΜ. Η κατάσταση αυτή ερμηνεύεται ως μεταβατική φάση, όπου ο εκπαιδευτικός αναπροσαρμόζει τις απόψεις του και τις πρακτικές του, με βάση την εμπειρία που έχει αποκομίσει. Για αυτό και η ένταξη σε αυτή την κατηγορία, προϋποθέτει την ταυτόχρονη καταγραφή ενδιάμεσων σταδίων εξέλιξης πρακτικών και απόψεων.

2. Αποτελέσματα

3.1 Μεταβλητή 1: Διαχείριση του περιεχομένου

Η διαχείριση του περιεχομένου όπως προαναφέρθηκε, χαρακτηρίστηκε ως επιδιωκόμενη πρακτική εξαιτίας του κοινού καινοτομικού προσανατολισμού των δύο υποερωτημάτων 1.1 & 1.2 που την απαρτίζουν.

Πίνακας 1: Κατάταξη πρακτικών και απόψεων εκπαιδευτικών για ζητήματα διαχείρισης περιεχομένου

Μεταβλητή 1. Διαχείριση του περιεχομένου		Εκπ/κός 1	Εκπ/κός 2	Εκπ/κός 3	Εκπ/κός 4
ΜΟ συχνότητας εμφάνισης πρακτικών Φ2-3	1.1 Συστηματική χρήση επιστημονικών όρων	2.44	2.68	1.74	1.81
	1.2 Ενίσχυση μετασχηματισμού	2.36	2.53	1.53	1.69
	Μέσος όρος 1.1-1.2	2.40	2.60	1.63	1.75
	Χαρακτηρισμός πρακτικής	Καινοτομική	Καινοτομική	Σχ. Καινοτομική	Σχ. Καινοτομική
Απόψεις	Χαρακτηρισμός	Μεικτές	Μεικτές	Παραδοσιακές	Παραδοσιακές
	Έλεγχος συνέπειας	Σχ. Συνέπεια	Σχ. Συνέπεια	Σχ. ασυνέπεια	Σχ. ασυνέπεια

Ειδικότερα, η συχνότητα εμφάνισης και των δύο υποερωτημάτων, εμφανίζει τιμές υψηλότερες του ΜΟ που ήταν το 2 της κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε για τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (1 & 2). Για το λόγο αυτό, οι πρακτικές τους χαρακτηρίστηκαν ως καινοτομικές. Αντιστοίχως, ο ΜΟ των υποερωτημάτων 1.1 & 1.2 για εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (3 & 4), κυμάνθηκε στο διάστημα από 1.5 έως και 2 μονάδες κατά τη διάρκεια του προγράμματος ΕΜ και κατά συνέπεια οι πρακτικές τους χαρακτηρίστηκαν ως σχετικά καινοτομικές. Όσον αφορά στο χαρακτηρισμό των απόψεών τους, όπως μπορούμε να δούμε και στον Πίνακα 1 που αφορά σε ζητήματα διαχείρισης του



περιεχομένου, οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας διατύπωσαν μεικτές απόψεις ενώ οι δευτεροβάθμιοι συναδέλφοι τους παρέμειναν σε απόψεις παραδοσιακού χαρακτήρα. Συνολικά οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας (1 & 2) εμφανίζονται σχετικά συνεπείς ως προς τη διαχείριση του περιεχομένου ενώ οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας (3 & 4) ως σχετικά ασυνεπείς.

3.2 Μεταβλητή 2: Είδος λεκτικής αλληλεπίδρασης

Αναφορικά με τη λεκτική αλληλεπίδραση, όλοι οι εκπαιδευτικοί κατά τη διάρκεια του προγράμματος κατάφεραν να περιορίσουν σε κάποιο βαθμό τη δασκαλοκεντρική λεκτική αλληλεπίδραση και να ενισχύσουν στο σύνολο τους καινοτομικούς τύπους επικοινωνίας, με τους μαθητές να αναλαμβάνουν περισσότερο ενεργό ρόλο. Ωστόσο, όπως φαίνεται από τον πίνακα 2, στην περίπτωση των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας, ο παραδοσιακός χαρακτήρας της επικοινωνίας κυριάρχησε έναντι του καινοτομικού. Αντίθετα αποτελέσματα καταγράφηκαν για την περίπτωση των δευτεροβάθμιων συναδέλφων τους:

Πίνακας 2: Κατάταξη πρακτικών και απόψεων των εκπαιδευτικών για ζητήματα λεκτικής αλληλεπίδρασης					
Μεταβλητή 2. Λεκτική Αλληλεπίδραση		Εκπ/κός 1	Εκπ/κός 2	Εκπ/κός 3	Εκπ/κός 4
ΜΟ συχνότητας εμφάνισης πρακτικών Φ2-3	4.1 Παραδοσιακού χαρακτήρα λεκτική αλληλεπίδραση	1.96	2.13	1.89	1.85
	4.2 Μαθητοκεντρική λεκτική αλληλεπίδραση	1.36	1.68	2.02	2.26
	Διαφορά τιμής 4.1 & 4.2	0.60	0.45	0.13	0.41
	Χαρακτηρισμός πρακτικής	Σχ. Παραδοσιακή	Σχ. Παραδοσιακή	Μεικτή	Σχ. Καινοτομική
Απόψεις	Χαρακτηρισμός απόψεων	Μεικτές	Καινοτομικές	Καινοτομικές	Μεικτές
	Έλεγχος συνέπειας	Σε μετάβαση	Σχ. ασυνέπεια	Σχ. συνέπεια	Σε μετάβαση

Με βάση τα δεδομένα, διαπιστώνουμε ότι παρά τις μεικτές πρακτικές του εκπαιδευτικού 3 ή τις σχετικά παραδοσιακές πρακτικές του εκπαιδευτικού 1, η σχετική συνέπεια του εκπαιδευτικού 3 και η μεταβατική κατάσταση εξέλιξης των εκπαιδευτικών 1 και 4, υποδηλώνει τη θετική επίδραση του προγράμματος ΕΜ όσον αφορά ζητήματα λεκτικής αλληλεπίδρασης.

4. Συμπεράσματα - Συζήτηση

Συνοψίζοντας, σε σχέση με ζητήματα διαχείρισης του περιεχομένου, παρατηρήθηκε ότι παρά τις καινοτομικές ή σχετικά καινοτομικές προσεγγίσεις των συμμετεχόντων όσον αφορά τις πρακτικές που εφάρμοσαν, εμφανίστηκαν διαφοροποιήσεις όσον αφορά τον έλεγχο συνέπειας μεταξύ των δύο



βαθμίδων. Ειδικότερα, φάνηκε ότι οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας παρουσίασαν μεγαλύτερη εξέλιξη όσον αφορά στη διαχείριση του περιεχομένου καθώς απόψεις και πρακτικές ήταν σε σχετική συνέπεια μεταξύ τους προσανατολισμένες στην καινοτομία, σε αντίθεση με τους δευτεροβάθμιους συναδέλφους τους. Παράλληλα, ενώ και οι δυο βαθμίδες εκπαίδευσης περιόρισαν τη λεκτική αλληλεπίδραση δασκαλοκεντρικού τύπου, μόνο οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας στάθηκε δυνατό να μεταβούν σε μια καθαρά μαθητοκεντρικού χαρακτήρα επικοινωνία, πιθανόν λόγω της ηλικίας των μαθητών. Τα ευρήματα της έρευνας επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα των Manhunga & Rollnick (2013), που διαπίστωσαν ότι οι δασκαλοκεντρικές προσεγγίσεις δεν ταυτίζονται πάντα με φτωχές τεχνικές διαχείρισης του περιεχομένου. Όπως παρατηρήθηκε στη περίπτωση μας, οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας διαχειρίστηκαν αποτελεσματικότερα ζητήματα περιεχομένου χωρίς να εμφανίζουν καινοτομικού χαρακτήρα πρακτικές όσον αφορά το είδος της λεκτικής αλληλεπίδρασης που κυριάρχησε. Τέλος, τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να συζητηθούν σε συνάρτηση με αυτά άλλων ερευνών (Townsend et.al., 2016) που αναφέρουν ότι ο μετασχηματισμός του περιεχομένου απαιτεί μακρόχρονη και συστηματική υποστήριξη πάνω σε συγκεκριμένο περιεχόμενο και συχνά σχετίζεται με την εμπειρία του εκπαιδευτικού.

5. Βιβλιογραφία

Καριώτογλου, Π. Π., Αυγητίδου, Σ., Δημητριάδου, Α., Μαλανδράκης, Γ., Παπαδοπούλου, Π., Πνευματικός, Δ., & Σπύρτου, Α. (2016). Το Επιμορφωτικό Πρόγραμμα STED (Science Teachers EDucation): Θεωρητική Τεκμηρίωση και Εφαρμογή. *Επιστήμες Αγωγής*, 2016(4), 96-122.

Andersson, K., & Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children?. *Cultural studies of science education*, 9(2), 275-296.

Appleton, K. (2002). Science activities that work: Perceptions of primary school teachers. *Research in Science Education*, 32, 393-410.

Buehl, M.M., Beck, J.S., (2014). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. In H. Fives & M.G. Gill (Eds.), *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs*, (pp. 66-84). Routledge, New York.

Capps, D., Barbara A., Crawford & Constan M. (2012). A Review of Empirical Literature on Inquiry Professional Development: Alignment with Best Practices and a Critique of the Findings, *Journal of Science Teacher Education*, 23 (3), 291-318, DOI: 10.1007/s10972-012-9275-2

De Hei, M., Admiraal, W., Sjoer, E. & Jan-Willem Strijbos J. W. (2017). Group learning activities and perceived learning outcomes, *Studies in Higher Education*, doi:10.1080/03075079.2017.1327518

Fernandez, C., (2014). Knowledge Base for Teaching and Pedagogical Content Knowledge (PCK): Some Useful Models and Implications for Teachers' Training. *Problems of Education in the 21st century*, 60, 79-100.

Fitzgerald, A., Dawson, V., & Hackling, M. (2013). Examining the beliefs and practices of four effective Australian primary science teachers. *Research in Science Education*, 43, 981-1003.

Furman Shaharabani, Y. & Tal, T. (2017). Teachers' Practice a Decade After an Extensive Professional Development Program in Science Education. *Research in Science Education* 47, 1031.

Haitidou, M., Spyrtou, A., Kariotoglou, P., Dimitriadou, K. (2018). Professional Development in Inquiry-Oriented Pedagogical Content Knowledge among Primary School Teachers. *International Journal of Science Mathematics and Technology Learning*, 25(3-4).



- Janssen, F.J.J.M., Westbroek, H., & Van Driel, J.H. (2014). How to make guided discovery learning practical for student teachers? *Instructional Science*, 42(1), 67-90.
- Kallery, M. (2018). Early-Years Teachers' Professional Upgrading in Science: a Long-Term Programme. *Research in Science Education* 48, 437-464.
- Mansour, N. (2013). Consistencies and Inconsistencies Between Science Teachers' Beliefs and Practices, *International Journal of Science Education*, 35(7) 1230-1275, DOI: 10.1080/09500693.2012.743196
- Mavhunga, E. & Rollnick, E. (2013). Improving PCK of Chemical Equilibrium in Pre-service Teachers, *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 17 1-2, 113-125.
- Mohr, S., Santagata, R. (2015). Changes in pre service teachers' beliefs about mathematics teaching and learning during teacher preparation and effects of video analysis of practice, *Orbis Scholae*, 9(2), pp103-117
- Oh, P. S., & Kim, K. S. (2013). Pedagogical transformations of science content knowledge in Korean elementary classrooms. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1590-1624.
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (Eds.). (2016). Iterative Design of Teaching - Learning Sequences Introducing the Science of Materials in European Schools. Netherlands, Springer.
- Seidel, T., & Prenzel, M. (2006). Stability of teaching patterns in physics instruction: findings from a video study. *Learning and Instruction*, 16(3), 228-240.
- Townsend, A., McKinnon, D. H., Fitzgerald, M., Morris, J., & Lummis, G. (2016). Educative curricula and PCK development driven by STEM professional learning in rural and remote schools: A longitudinal type IV case study. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(4), 1-17.
- Tsaliki, C., Malandrakis, G., & Kariotoglou, P. (2015). Primary teachers' professional development in instructional design: blending formal and non-formal settings. In Kakana, D-M. & Manoli, P. (eds.) (2017). *New Issues in teacher Education, 3rd International Symposium on New Issues on Teacher Education-ISBNITE 2015*, Proceedings (p. 444-450) 11-13 September 2015, Volos, Greece. Volos: University of Thessaly Press.
- Tseng, C.H., Tuan, H.L., & Chin, C.C. (2013). How to help teachers develop inquiry teaching: perspectives from experienced science teachers. *Research in Science Education*, 43(2), 809-825.
- Van Driel, Jan H., Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher* 41 (1), 26-28.



Συνδυαστική χρήση tablet, διαδραστικού πίνακα & εικονικής πραγματικότητας από φοιτητές ΠΤΔΕ για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Μανόλης Χαιρέτης, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η σχεδίαση και η υλοποίηση διδασκαλιών διερευνητικής μάθησης αποτελεί μια απαιτητική διαδικασία για τους εκπαιδευτικούς και επομένως κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση αυτών. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας η ενσωμάτωση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) τεχνολογικών μέσων όπως tablets, διαδραστικοί πίνακες (IWB) και γυαλιά εικονικής πραγματικότητας (VR) μπορεί να δώσει λύση σε ορισμένες δυσκολίες. Ωστόσο, δεν έχουν ακόμα διερευνηθεί επαρκώς τα οφέλη της συνδυαστικής χρήσης αυτών των μέσων για τη διδασκαλία των ΦΕ. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού με τη συνδυαστική αξιοποίηση των παραπάνω μέσων στα πλαίσια διερευνητικά δομημένων διδασκαλιών από φοιτητές ΠΤΔΕ.

Λέξεις Κλειδιά: Διερευνητική Μάθηση, Tablet, Διαδραστικός Πίνακας, Εικονική πραγματικότητα

The combined use of tablet, interactive whiteboard & virtual reality by preservice primary teachers for science teaching.

Manolis Chairetis, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

Designing and implementing an inquiry-based teaching is a particularly demanding process for teachers, and it is therefore necessary to educate them. One of the methods proposed to tackle the challenges and difficulties that arise is to integrate technology tools such as tablets, interactive boards and virtual reality glasses into science teaching. However, the benefits of combining these teaching tools for inquiry-based teaching have not yet been sufficiently explored. In such an effort the purpose of this study is to train students of the Department of Primary Education in combining the use of the above-mentioned tools within inquiry-based learning.

Keywords: Inquiry Based Learning, Tablet, Interactive Whiteboard, Virtual Reality



1. Εισαγωγή

Η Διερευνητική Μάθηση (ΔΜ - Inquiry Based Learning) είναι μια ιδιαίτερα διαδεδομένη διδακτική προσέγγιση των ΦΕ που αποσκοπεί στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων των ΦΕ, με συγκεκριμένες διαστάσεις που βασίζονται στην αυθεντική επιστημονική έρευνα (Bell et al. 2010, Bybee 2009). Ωστόσο οι πολλές διαστάσεις που την απαρτίζουν, η έλλειψη επαρκών γνώσεων από τη πλευρά των εκπαιδευτικών καθώς και η δυσκολία του πειραματισμού (Wei & Li 2017, Bruckermann et al. 2017) είναι παράγοντες που δυσκολεύουν τη σχεδίαση και την εφαρμογή τέτοιων διδασκαλιών από τους εκπαιδευτικούς.

Η ενσωμάτωση και η αξιοποίηση των ΤΠΕ προτείνεται ως ένας πιθανός τρόπος για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων (Pringle et al. 2015, Waight & Abd-El-Khalick 2012), αλλά οι εκπαιδευτικοί συναντούν σημαντικές δυσκολίες στη προσπάθεια ενσωμάτωσης αυτών στη διδακτική πράξη (Bell et al., 2010). Παράλληλα οι περισσότερες σχετικές έρευνες τονίζουν ότι η τεχνολογία από μόνη της δεν μπορεί να κάνει μια διδασκαλία επιτυχημένη, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αποφασίζει να τη διαχειριστεί ο ίδιος ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που θα τη χαρακτηρίσει ως επιτυχημένη ή μη (Pringle et al. 2015). Ενδεικτικό είναι και το γεγονός ότι πολλές φορές προκύπτουν αμφίσημα αποτελέσματα σχετικά με τη σχέση των ΤΠΕ με τη μάθηση και αυτό αποδίδεται κατά κύριο λόγο στο ρόλο του ίδιου του εκπαιδευτικού (Odom et al. 2011). Επομένως, το είδος χρήσης των ΤΠΕ που γίνεται κατά τη διδασκαλία, ο ρόλος του εκπαιδευτικού, καθώς και το γενικότερο παιδαγωγικό πλαίσιο που ακολουθείται παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποδοτική ενσωμάτωση των ΤΠΕ (Bell et al. 2013; Odom et al. 2011).

Συνεπώς κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών/ φοιτητών (preservice teachers) μέσα από οργανωμένα εκπαιδευτικά προγράμματα (Lavonen et al. 2006) πάνω στην εισαγωγή και την ουσιαστική ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη διερευνητική διδασκαλία των ΦΕ (Waight & Abd-El-Khalick 2012).

Συσκευές όπως τα tablet ή τα smartphones με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους μπορούν να αξιοποιηθούν για τη διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Schuler et al. 2012). Τα μέσα αυτά έχουν την δυνατότητα να παρέχουν πρόσβαση με ψηφιακό τρόπο σε περιβάλλοντα που είναι δύσκολο να προσεγγιστούν μέσω παραδοσιακών μεθόδων (π.χ η μελέτη του εσωτερικού του κυττάρου). Ταυτόχρονα προωθούν τη συνεργασία, την αυθεντικότητα (αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης) και τη προσωποποίηση της γνώσης (προσαρμογή του τρόπου μάθησης στις ανάγκες του κάθε μαθητή) (Kearney et al. 2012). Μαζί με αυτά τα μικροϋπολογιστικά συστήματα (MBL) μπορούν να προσφέρουν σημαντικά προτερήματα στη διδασκαλία όπως τη δυνατότητα απόκτησης δεδομένων με την χρήση των κατάλληλων αισθητήρων, τη δυνατότητα ανάλυσης των δεδομένων από την άμεση (real time) παροχή τους και την οπτικοποίηση των δεδομένων (Testa et al. 2002).

Ο διαδραστικός πίνακας (Interactive Whiteboard - IWB) από την άλλη είναι ένα τεχνολογικό μέσο που αναδεικνύεται ως ένα διδακτικό εργαλείο με πολλές προοπτικές. Το βασικό χαρακτηριστικό του IWB είναι η δυνατότητα διάδρασης που προσφέρει (Yang et al. 2012). Τα ευρήματα των ερευνών δείχνουν ότι ο IWB μπορεί να υποστηρίξει σημαντικά τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών, με τους εκπαιδευτικούς ωστόσο να μην εκμεταλλεύονται πλήρως τις ιδιαίτερες δυνατότητες που προσφέρει ως μέσο.

Στη λίστα αυτή των νέων μέσων μπορούν να προστεθούν και τα γυαλιά εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality - VR), τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να περιηγηθούν σε ένα εικονικό περιβάλλον με υψηλή διαδραστικότητα, στο οποίο κατέχουν ενεργό ρόλο (Lee et al. 2010). Τα γυαλιά VR αποτελούν την αιχμή της έρευνας, σχετικά με την αξιοποίηση των ΤΠΕ για τη διδακτική πραγματικότητα (Merchant et al. 2013), με τη βιβλιογραφία ωστόσο να είναι αρκετά περιορισμένη σχετικά με την αξιοποίησή τους από τους εκπαιδευτικούς για τη διδασκαλία των ΦΕ (Lee et al. 2010).



Όπως φαίνεται λοιπόν το κάθε ένα από τα παραπάνω μέσα έχει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έτσι προκύπτει μια ανάγκη για τη διερεύνηση της συνδυαστικής χρήσης αυτών των μέσων, με τέτοιο τρόπο ώστε τα θετικά τους χαρακτηριστικά τους να προσδίδουν αθροιστικά μια προστιθέμενη αξία σε μια διερευνητική διδασκαλία.

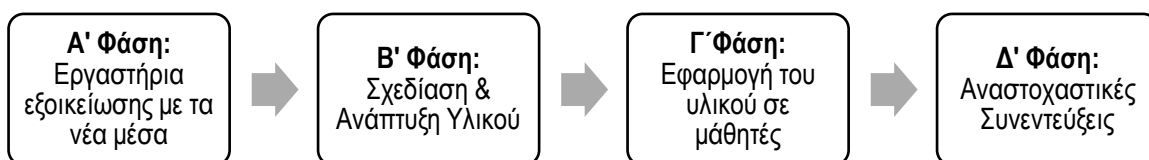
Με τη παρούσα έρευνα επιχειρούμε να διερευνήσουμε το τρόπο με τον οποίο οι φοιτητές σχεδιάζουν και εφαρμόζουν διδακτικό υλικό για ενότητες των Φυσικών Επιστημών αξιοποιώντας συνδυαστικά τα tablet, MBL, IWB & VR. Τα ερευνητικά ερωτήματα που επιδιώκουμε να απαντήσουμε είναι τα ακόλουθα:

- Με ποιους τρόπους συνδυάζουν τα tablet, MBL, IWB και γυαλιά VR οι φοιτητές του ΠΤΔΕ για την ανάπτυξη διδακτικού υλικού;
- Τι δραστηριότητες υλοποιούν οι φοιτητές μέσα από τη συνδυαστική αξιοποίηση των tablet, MBL, IWB και των γυαλιά VR;

2. Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν επτά (7) φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης, οι οποίοι βρίσκονταν στο τέταρτο έτος των σπουδών τους και εκπονούσαν τη πτυχιακή τους εργασία στο τομέα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Οι φοιτητές κλήθηκαν ατομικά να αναπτύξουν διδακτικό υλικό μέσω της διερευνητικής προσέγγισης, αξιοποιώντας συνδυαστικά τα μέσα που προαναφέρθηκαν επάνω σε θεματικές ενότητες των ΦΕ δικής τους επιλογής. Οι θεματικές ενότητες που επέλεξαν είναι Φ1: Η διαβίωση στον Άρη, Φ2: Το φαινόμενο του ανέμου, Φ3: Ηφάιστεια, Φ4: Οι κινήσεις της Γης, Φ5: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, Φ6: Χρώματα, Φ7: Φωτοσύνθεση. Εν τέλει αναπτύχθηκαν συνολικά 30 διδακτικές ενότητες, οι οποίες συνοδεύονταν από το αντίστοιχο σχέδιο διδασκαλίας. Οι ενότητες αυτές ήταν δομημένες βάσει της διερευνητικής προσέγγισης. Κάθε ενότητα είχε το δικό της ebook το οποίο έπαιζε το ρόλο του φύλλου εργασίας. Οι δραστηριότητες και τα πειράματα που είχαν σχεδιαστεί για τις φάσεις της διερεύνησης αξιοποιούσαν τα tablet, τον IWB και γυαλιά VR είτε ως αυτόνομες μονάδες είτε συνδυαστικά. Η υλοποίηση αυτής της έρευνας πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις διακριτές διαδοχικές φάσεις, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

Σχήμα 1: Η πορεία της έρευνας



Κατά τη πρώτη φάση οι φοιτητές παρακολούθησαν έξι (6) τρίωρα εργαστήρια, με τα οποία εξοικειώθηκαν πάνω στη χρήση των μέσων που θα αξιοποιούσαν. Το κάθε εργαστήριο αφορούσε ένα διαφορετικό μέσο (τα MBL, τα tablet, τον διαδραστικό πίνακα και τα γυαλιά VR και το συνδυασμό αυτών) καθώς και τη δημιουργία φύλλων εργασία σε ηλεκτρονική μορφή (ebook). Έπειτα στη δεύτερη φάση οι φοιτητές κλήθηκαν να αναπτύξουν διδακτικό υλικό με τη συνδυαστική χρήση των παραπάνω μέσων. Το υλικό που αναπτύχθηκε (πειράματα, σχέδια διδασκαλίας φύλλα εργασίας κλπ) αποτελεί τη κατεχοχίν



πηγή για την ανάλυση δεδομένων. Στη τρίτη φάση οι φοιτητές παρουσίασαν το υλικό τους σε μαθητές Δημοτικού σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα: στη σχολική τάξη και στο Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ στο Πανεπιστήμιο Κρήτης. Στο τελευταίο κομμάτι της έρευνας, μετά από την εφαρμογή του υλικού, πραγματοποιήθηκαν οι τελικές ατομικές συνεντεύξεις αναστοχαστικού χαρακτήρα, σχετικά με όλες τις διαδικασίες που ακολουθήθηκαν.

Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω μέσα:

- Τελικό παραχθέν διδακτικό υλικό των φοιτητών
- Σχέδια διδασκαλίας που συνοδεύουν τη κάθε διδακτική ενότητα
- Τελικές ατομικές συνεντεύξεις των φοιτητών

Λόγω της διερευνητικής φύσης της εργασίας, για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου. Οι διδακτικές ενότητες που δημιουργήθηκαν από τους φοιτητές ακολουθούσαν τη διερευνητική προσέγγιση. Επομένως οι φάσεις αυτής αποτέλεσαν τους βασικούς άξονες της ανάλυσης του υλικού. Βάσει αυτών η κάθε διδακτική ενότητα χωρίστηκε στις πέντε (5) διακριτές φάσεις της διερευνητικής προσέγγισης, σύμφωνα με τον Bybee (2009). Οι φάσεις αυτές είναι οι ακόλουθες: Εμπλοκή (Engage), Εξερεύνηση (Explore), Επεξήγηση (Explain), Επέκταση (Elaborate), Αναστοχασμός (Evaluate). Κάθε φάση έχει μια συγκεκριμένη λειτουργία για τη διαδικασία της ΔΜ.

Στη συνέχεια για κάθε φάση της σχεδιασμένης διδασκαλίας έγινε ανίχνευση του μέσου που αξιοποιείται σε κάθε δραστηριότητα, καθώς και του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιήθηκε από τον φοιτητή. Έπειτα ελέγχθηκαν οι πιθανοί συνδυασμοί των μέσων και ο τρόπος με τον οποίο γίνονται αυτοί.

Ως συνδυασμός μέσων στη παρούσα εργασία θεωρείται οποιαδήποτε περίπτωση κατά την οποία χρησιμοποιούνται δύο ή περισσότερα μέσα ταυτόχρονα ή σειριακά το ένα μετά το άλλο, με τέτοιο τρόπο ώστε στο καθένα από αυτά να γίνεται μια διαφορετική δραστηριότητα, που να αποσκοπεί σε ένα κοινό τελικό σκοπό

Για μα πραγματοποιηθεί η μελέτη των συνδυασμών των μέσων, προέκυψαν επαγωγικά από τα δεδομένα οι τρόποι με τους οποίους τα μέσα συνδυάζονται μεταξύ τους από τους φοιτητές, καθώς και το που χρησιμοποιείται (ποια φάση) το κάθε μέσο. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε ότι ο συνδυασμός των αισθητήρων με το tablet ως εξής θα αναφέρεται με το αρκτικόλεξο MBL (Microcomputer Based Laboratory), όπως ορίζεται από τους Sokoloff et al. (2007). Στο παρακάτω πίνακα (1) παρατίθενται ορισμένα παραδείγματα από τους τύπους των συνδυασμών των μέσων.

Πίνακας 5: Ενδεικτικά παραδείγματα για τους τύπους συνδυασμού των μέσων

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΣΩΝ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
Tablet & IWB	(Φάση Επέκτασης) Σχεδίαση και χαρακτηρισμός του ανέμου βάσει των προηγούμενων δεδομένων από το tablet στον IWB και σύγκριση απαντήσεων των μαθητών.
Tablet & VR	(Φάση Επεξήγησης): Παρατήρηση σε εφαρμογή VR, ταυτόχρονη παρατήρηση σε εφαρμογή στο tablet για τη κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο.
MBL	(Φάση Επεξήγησης): Δεδομένα από ασύρματο αισθητήρα διοξειδίου του άνθρακα για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και καταγραφή και επεξεργασία αυτών στο ebook.
Tablet & IWB & VR	(Φάση Επεξήγησης): Αναζήτηση σε εφαρμογές σε tablet & VR για τα χαρακτηριστικά της Γης που την κάνουν βιώσιμη. Καταγραφή στο tablet και προβολή και επεξεργασία απαντήσεων στο IWB.



3. Αποτελέσματα

Μελετώντας τις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν από τους φοιτητές στα πλαίσια του διδακτικού τους υλικού φαίνεται ότι ένα μεγάλο μέρος αυτών (οι 41 στις 75 δραστηριότητες) υλοποιούνταν μέσα από το συνδυασμό δύο ή περισσότερων μέσων. Στο Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι επιλογές των φοιτητών σχετικά με τους συνδυασμούς των μέσων. Έπειτα στο Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι διαφορετικοί τύποι δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν μέσα από τους συνδυασμούς των μέσων.

Πίνακας 6: Τα αποτελέσματα σχετικά με τους συνδυασμούς των μέσων

ΜΕΣΑ	ΦΟΙΤΗΤΕΣ							ΣΥΝΟΛΟ
	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	
MBL (Tablet & Αισθητήρες)	1	3	2	2	2	4	2	16
Tablet & VR	-	1	-	1	-	-	1	3
Tablet & IWB	3	4	4	3	2	1	3	20
Tablet & IWB & VR	2	-	-	-	-	-	-	2

Όπως φαίνεται λοιπόν συνολικά, ο συνδυασμός των μέσων χρησιμοποιείται για την υλοποίηση ενός μεγάλου αριθμού δραστηριοτήτων. Οι περισσότεροι φοιτητές θεωρούν ότι ο συνδυασμός μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη διδασκαλία αφού όπως λέει ο Φ4 «*Η χρήση ενός μέσου μόνο από τα δύο θα οδηγούσε πιο δύσκολα στο συμπέρασμα γιατί το κάθε μέσο δίνει άλλη οπτική*». Επιπλέον θεωρούσαν όπως αναφέρει ο Φ2 «*Συνδυαστικά πιστεύω είναι το καλύτερο που μπορείς να κάνεις. Το να χρησιμοποιείς περισσότερο από ένα μέσο συνδυαστικά σου δίνει ακόμα περισσότερες δυνατότητες γιατί τα μειονεκτήματα του ενός καλύπτονται από πλεονεκτήματα του άλλου*».

Παρατηρώντας τον Πίνακα 1 γίνεται φανερό ότι ο πιο διαδεδομένος συνδυασμός των μέσων που αξιοποίησαν οι φοιτητές ήταν αυτός του tablet με τον IWB, καθώς χρησιμοποιήθηκε από όλους τους φοιτητές τουλάχιστον μια φορά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι αυτός ο τύπος συνδυασμού συναντάται σε όλες τις φάσεις της διερευνητικής διδασκαλίας, με κυρίαρχη τη φάση του πειραματισμού. Στις περισσότερες φορές ο συνδυασμός αυτός υλοποιείται μέσω μιας δραστηριότητας που εκτελείται στον IWB με το tablet να λειτουργεί ως φορέας οδηγιών και επιπλέον πληροφοριών ώστε να εκτελεστεί επιτυχώς η δραστηριότητα. Οι φοιτητές θεωρούσαν ότι με αυτό τον τρόπο υπάρχει ένα κοινό σημείο αναφοράς μεταξύ όλων των ομάδων των μαθητών που εργάζονται σε κάθε tablet. Παράλληλα σε άλλες περιπτώσεις τα μέσα χρησιμοποιούνταν ως μηχανές αναζήτησης πληροφοριών, αφού το κάθε μέσο προσέφερε μια ματιά σε διαφορετικές πτυχές του εξεταζόμενου ζητήματος και εν τέλει ο μαθητής κατέληγε στο τελικό επιθυμητό συμπέρασμα μέσα από την σύνθεση και την αντιδιαστολή αυτών των δεδομένων.

Από τους υπόλοιπους τύπους συνδυασμών ξεχωρίζει αυτός του tablet με τους αισθητήρες, ο οποίος αξιοποιήθηκε στη φάση της επεξήγησης σε αρκετές δραστηριότητες από όλους τους φοιτητές, για να μπορέσουν να πάρουν δεδομένα από πειραματικές δραστηριότητες, τα οποία στη συνέχεια θα μπορούν να επεξεργαστούν στο tablet. Στα επιχειρήματα που διατύπωναν οι φοιτητές για αυτή τους της επιλογή περιλαμβάνεται η δήλωση ότι η παροχή δεδομένων πραγματικού χρόνου από τους αισθητήρες και η άμεση επεξεργασία τους στο tablet δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί με άλλο τρόπο.



Πίνακας 3: Τα αποτελέσματα σχετικά με τους τύπους δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται με συνδυασμούς των μέσων

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΣΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΠΛΗΘΟΣ
Tablet & IWB	Προβολή & επεξεργασία απαντήσεων από το tablet στον IWB	3
	Δραστηριότητα στον IWB για την απάντηση ερωτήσεων στο ebook	5
	Δραστηριότητα στο IWB βάσει οδηγιών και δεδομένων από το tablet	9
	Πρόβλεψη στο tablet & Δραστηριότητα στον IWB	3
MBL	Δεδομένα από αισθητήρες, καταγραφή στο tablet	16
Tablet & VR	Ταυτόχρονη αναζήτηση και καταγραφή δεδομένων από τα δύο μέσα	2
Tablet & IWB & VR	Ταυτόχρονη αναζήτηση σε tablet & VR και προβολή και επεξεργασία δεδομένων στον IWB	2

Οι συνδυασμοί του tablet με τα VR καθώς και ο συνδυασμός και των τριών μέσων κυμάνθηκε σε μικρά ποσοστά και αποδίδεται στη δυσκολία που εξέφρασαν οι φοιτητές στη διαχείριση των VR ως διδακτικά εργαλεία. Ωστόσο ο συνδυασμός αυτός παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού τα μέσα χρησιμοποιούνταν σαν «μηχανές αναζήτησης» προσφέροντας πληροφορίες διαφορετικού τύπου οι οποίες στη συνέχεια συνδυάζονταν. Για παράδειγμα μέσω των VR οι μαθητές εξερευνούν την επιφάνεια του Άρη, ενώ μέσω του tablet παίρνουν πληροφορίες για τη σύσταση της ατμόσφαιρας και του εδάφους που βλέπουν στα γυαλιά και εν τέλει οι πληροφορίες αυτές επεξεργάζονται στον IWB. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές διαχειρίζονται πληροφορίες διαφορετικού τύπου από κάθε μέσο και μέσα από τη σύνθεση τους επιτυγχάνονται οι διδακτικοί στόχοι που έχουν τεθεί.

4. Συμπεράσματα

Όπως φαίνεται λοιπόν ο συνδυασμός των μέσων μεταξύ τους μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία δραστηριοτήτων διερεύνησης που προσφέρουν τη δυνατότητα εμπλοκής των μαθητών. Οι φοιτητές επιλέγουν να αξιοποιήσουν τον συνδυασμό κυρίως για να σχεδιάσουν μικρές έρευνες για τους μαθητές, οι οποίες τους οδηγούν στο να συγκεντρώνουν και να επεξεργάζονται διαφορετικών τύπων δεδομένα, δηλαδή για τις φάσεις της Επεξεργασίας και της Επέκτασης της διερευνητικής διδασκαλίας. Το γεγονός ότι υπάρχει αυτή η αξιοποίηση των μέσων κυρίως για την διεξαγωγή της έρευνας από τους μαθητές μπορεί να αποδοθεί στο ότι οι φοιτητές αντιλαμβάνονται το πείραμα ως το βασικό και κύριο κομμάτι της διδασκαλίας και τα υπόλοιπα που γίνονται το πλαισιώνουν.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε μέσου, όπως για παράδειγμα η δυνατότητα κοινοποίησης περιεχομένου σε όλη τη τάξη του IWB και η αμεσότητα του tablet συνδυάζονταν με τέτοιο τρόπο, ώστε να αναδεικνύεται η προστιθέμενη αξία αυτών. Άλλωστε σε αρκετές από τις πειραματικές διατάξεις και έρευνες που είχαν σχεδιάσει οι φοιτητές η αξιοποίηση της τεχνολογίας ήταν μια αναγκαιότητα για να μπορέσουν να υλοποιηθούν αυτές. Η εξέταση φαινομένων όπως η απορρόφηση του φωτός, η μελέτη



του φυτικού κυττάρου, ο έλεγχος των βιώσιμων χαρακτηριστικών ενός πλανήτη ή η αναπνοή των φυτών είναι αδύνατο να μελετηθούν χωρίς τη βοήθεια των τεχνολογικών μέσων. Συνοπτικά οι φοιτητές επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τους αισθητήρες σε κατάλληλες πειραματικές διατάξεις, κατάλληλες προσομοιώσεις, τα μέσα συνδυαστικά ως «μηχανές αναζήτησης» καθώς και ως επιφάνειες σχεδίασης και ελέγχου. Παράλληλα οι διαφορετικές όψεις που μπορούσε να προσφέρει κάθε μέσο στο υπό μελέτη φαινόμενο αξιοποιήθηκαν από τους φοιτητές για να οδηγήσουν τους μαθητές στην εξαγωγή του επιθυμητού συμπεράσματος, Επομένως η συνδυαστική αξιοποίηση των προαναφερθέντων τεχνολογικών μέσων μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη διδασκαλία των ΦΕ μέσω της Διερευνητικής Μάθησης.

Μια πρόταση για περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να είναι η διεξαγωγή της έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα ώστε να αντιμετωπιστούν και όποιοι περιορισμοί προκύπτουν αναφορικά με τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Επιπλέον εύλογα αναδύεται ένα έντονο ενδιαφέρον για να εφαρμοστεί η ίδια έρευνα σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς. Η εμπειρία και οι γνώσεις για τη τάξη τους θα μπορούσαν να δώσουν φως σε νέες διαστάσεις σχετικά με την ενσωμάτωση των συνδυασμών των τεχνολογικών μέσων στη διδασκαλία.

5. Βιβλιογραφία

- Bell T., Urhahne D., Schanze S. & Ploetzner R., (2010): Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges, *International Journal of Science Education*, 32 (3), 349-377.
- Bruckermann, T., Aschermann, E., Bresges, A., & Schlüter, K. (2017). Metacognitive and multimedia support of experiments in inquiry learning for science teacher preparation. *International Journal of Science Education*, 1-22.
- Bybee, R.W. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. The National Academies Board on Science Education
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in learning technology*, 20.
- Lavonen, J., Juuti, K., Aksela, M., & Meisalo, V. (2006). A professional development project for improving the use of information and communication technologies in science teaching. *Technology, pedagogy and education*, 15(2), 159-174.
- Lee, E. A. L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 55(4), 1424-1442.
- Mellingsæter, M. S., & Bungum, B. (2015). Students' use of the interactive whiteboard during physics group work. *European Journal of Engineering Education*, 40(2), 115-127.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Odom, A. L., Marszalek, J. M., Stoddard, E. R., & Wrobel, J. M. (2011). Computers and traditional teaching practices: Factors influencing middle level students' science achievement and attitudes about science. *International Journal of Science Education*, 33(17), 2351-2374.
- Pringle, R. M., Dawson, K., & Ritzhaupt, A. D. (2015). Integrating science and technology: Using technological pedagogical content knowledge as a framework to study the practices of science teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 648-662.



Schuler, C., Winters, N., & West, M. (2012). The future of mobile learning: implications for policy makers and planners. Paris: UNESCO.

Sokoloff, D. R., Laws, P. W., & Thornton, R. K. (2007). RealTime Physics: active learning labs transforming the introductory laboratory. *European Journal of Physics*, 28(3), S83.

Testa, I., Monroy, G., & Sassi, E. (2002). Students' reading images in kinematics: the case of real-time graphs. *International Journal of Science Education*, 24(3), 235-256.

Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2018). Technology, Culture, and Values: Implications for Enactment of Technological Tools in Precollege Science Classrooms. In *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education* (pp. 139-165). Springer, Cham.

Warwick, P., Mercer, N., Kershner, R., & Staarman, J. K. (2010). In the mind and in the technology: The vicarious presence of the teacher in pupil's learning of science in collaborative group activity at the interactive whiteboard. *Computers & Education*, 55(1), 350-362.

Wei, B., & Li, X. (2017). Exploring science teachers' perceptions of experimentation: implications for restructuring school practical work. *International Journal of Science Education*, 39(13), 1775-1794.



Ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης: ρητή εισαγωγή των διερευνητικών όψεων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου

Μαρία Η. Χαϊτίδου, Άννα Σπύρτου, Πέτρος Καριώτογλου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η μελέτη εστιάζεται στην εξέλιξη των αντιλήψεων 13 εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΠΓΠ) με έμφαση στη διερευνητική διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στο πλαίσιο ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης. Στο θεωρητικό μέρος του προγράμματος έγινε ρητή εισαγωγή των συστατικών της ΠΓΠ, με έμφαση στην διερεύνηση, με τη βοήθεια του μοντέλου των Otto & Everett, καθώς, και διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET). Στο πρακτικό μέρος σχεδίασαν και εφάρμοσαν σε πραγματικές τάξεις δύο διδακτικές προσεγγίσεις με περιεχόμενο τη N-ET και την Πυκνότητα. Τα αποτελέσματα δείχνουν βελτίωση στις αρχικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις διερευνητικές όψεις της ΠΓΠ.

Λέξεις-κλειδιά: Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, διερεύνηση, πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης

A Professional development program for primary teachers: explicit introduction of the Pedagogical Content Knowledge inquiry aspects

Maria I. Chaitidou, Anna Spyrtou, Petros Kariotoglou

University of Western Macedonia

Abstract

This research focuses on 13 primary teachers' views of Pedagogical Content Knowledge (PCK) inquiry aspects, during a professional development program. The program consisted of two phases. Specifically, the first phase included: (i) the explicit introduction of inquiry aspects of PCK based on Otto & Everett's PCK model and (ii) teachers' engagement in an inquiry teaching approach concerning Nanotechnology. In the practice phase teachers designed and implemented two teaching approaches concerning Nanotechnology and Density in their own classrooms. Results indicated that teachers extended their PCK inquiry teaching-learning views.

Keywords: explicit introduction of PCK, inquiry, professional development program



1. Εισαγωγή

Υποστηρίζεται πως η ρητή εισαγωγή της ΠΓΠ θα πρέπει να ενσωματωθεί στα προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών διότι αυτό θα ενισχύσει την ανάπτυξη της και κατ' επέκταση την επαγγελματική τους εξέλιξη (Wallace & Loughran 2012). Ειδικότερα, η ρητή εισαγωγή της ΠΓΠ προτείνεται να περιλαμβάνει τη διδασκαλία των διακριτών συστατικών της καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους (Abell et al. 2008), και αυτό μπορεί να γίνει με την βοήθεια του Μοντέλου Ενσωμάτωσης (Gess-Newsome 1999). Στο Μοντέλο Ενσωμάτωσης τα διακριτά συστατικά μπορούν να διδαχθούν είτε ξεχωριστά, είτε στις αλληλεπιδράσεις τους, και, ακολούθως, με την εμπειρία και τον αναστοχασμό, ενδυναμώνεται η ανάπτυξη και η ενσωμάτωσή τους (Gess-Newsome 1999). Υποστηρίζεται ότι το συγκεκριμένο μοντέλο Ενσωμάτωσης μπορεί να αποτελέσει βάση για τη δημιουργία ενός τέτοιου προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών (Gess-Newsome 1999), για τους εξής δύο λόγους: α) δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να εκφράζουν τη γνώση τους για τα επιμέρους συστατικά της διδασκαλίας τους, όπως είναι η κατανόηση των μαθητών ή οι παιδαγωγικές επιλογές τους, β) οι εκπαιδευτικοί παρακινούνται να γνωρίσουν και να αναστοχαστούν για τη σημασία της αλληλεπίδρασης των διακριτών συστατικών, για παράδειγμα την αλληλεπίδραση Παιδαγωγικής/Περιεχομένου (Nilsson 2008).

Παράλληλα, υποστηρίζεται η μοναδικότητα της ΠΓΠ για ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο. Αυτό συνεπάγεται ότι η ρητή εισαγωγή της χρειάζεται να γίνεται στα πλαίσια συγκεκριμένου περιεχομένου των ΦΕ ταυτόχρονα με την παρουσίαση συγκεκριμένων διδακτικών στρατηγικών (Abell et al. 2008, Eldar et al. 2012). Με αυτό τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος της ανάπτυξης της ΠΓΠ (Eldar et al. 2012, van Driel & Berry 2012). Ειδικότερα, προκειμένου οι εκπαιδευτικοί να εφαρμόσουν διερευνητική διδασκαλία χρειάζεται να κατέχουν υψηλό επίπεδο ΠΓΠ για την διερεύνηση (Papaeniridou et al. 2017, Park et al. 2011). Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί είναι απαραίτητο να γνωρίζουν τη διαφορά του «παρατηρώ και μαντεύω» από το «υποθέτω και συμπεραίνω βάση τεκμηρίων» (Gyllenpalm et al. 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω συμπεραίνουμε πως η ρητή εισαγωγή των συστατικών της ΠΓΠ θα πρέπει να γίνεται με αναφορά σε ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο ΦΕ, παράλληλα με την παιδαγωγική που το συνοδεύει.

Στην παρούσα εργασία μελετάται η εξέλιξη των όψεων διερεύνησης της ΠΓΠ στο πλαίσιο προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, στο οποίο οι εκπαιδευτικοί διδάχθηκαν ρητά τις διερευνητικές όψεις της ΠΓΠ για το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ παράλληλα με τις διερευνητικές μεθόδους διδασκαλίας που το συνόδευαν. Ακολούθως, κάθε εκπαιδευτικός σχεδίασε και εφάρμοσε σε πραγματική τάξη δύο διδακτικές προσεγγίσεις με περιεχόμενο την Ν-ΕΤ (καινοτομικό) και την Πυκνότητα (κλασικό στο Αναλυτικό Πρόγραμμα). Επιλέχθηκαν δύο θεματικές, μια καινοτομική και μία κλασική, για τους εξής λόγους. (α) Οι περισσότεροι ερευνητές των ΦΕ ομονοούν στη μοναδικότητα της ΠΓΠ, όσον αφορά μια θεματική περιοχή, για παράδειγμα την πυκνότητα (Otto & Everett 2013). Αυτό σημαίνει ότι εάν οι εκπαιδευτικοί αφομοιώσουν μία όψη της ΠΓΠ για ένα κλασικό περιεχόμενο, π.χ. τη διερευνητική προσέγγιση, δεν σημαίνει απαραίτητα, ότι μπορούν να την αφομοιώσουν και στη διδασκαλία ενός καινοτομικού περιεχομένου, π.χ. Ν-ΕΤ. (β) Η ρητή εισαγωγή των διερευνητικών όψεων της ΠΓΠ σε ένα καινοτομικό περιεχόμενο και ο αναστοχασμός πάνω στις σχετικές δραστηριότητες είναι πιθανόν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη των διερευνητικών όψεων της ΠΓΠ (Eldar et al. 2012, Papaeniridou et al. 2017). Αν οι εκπαιδευτικοί ασκηθούν στο να υλοποιούν διερευνητικές όψεις της ΠΓΠ σε καινοτομικό περιεχόμενο, τότε μπορεί να αποκτήσουν θετική διάθεση στο να δοκιμάσουν τον ίδιο διδακτικό τρόπο και σε ένα κλασικό περιεχόμενο.



Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα μετά την εφαρμογή του κλασικού περιεχομένου και το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας διαμορφώνεται ως εξής:

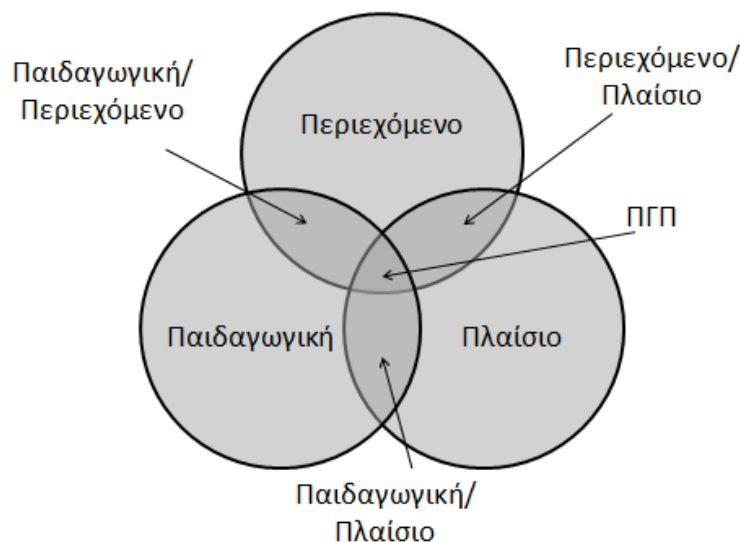
«Ποια είναι η εξέλιξη των απόψεων των εκπαιδευτικών για τις διερευνητικές όψεις της ΠΓΠ μετά την εφαρμογή του κλασικού περιεχομένου;».

2. Μεθοδολογία

Οι Otto & Everett (2013) προτείνουν ως μοντέλο της ΠΓΠ ένα διάγραμμα τύπου Venn, το οποίο αποτελείται από τρεις κύκλους. Ο κάθε κύκλος αντιπροσωπεύει ένα συστατικό της ΠΓΠ: Παιδαγωγική (ΠΔ), Πλαίσιο (ΠΛ) και Περιεχόμενο (ΠΧ). Η ΠΓΠ είναι το αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης των τριών συστατικών. Επίσης, οι τομές των περιοχών της ΠΓΠ ανά δύο (ΠΔ/ΠΧ, ΠΔ/ΠΛ και ΠΛ/ΠΧ) αναπαριστούν τις αλληλεπιδράσεις των περιοχών αυτών (εικόνα 1).

Κατά τους Otto & Everett (2013) αυτό το μοντέλο της ΠΓΠ είναι απλό στη χρήση, κατανοητό και τα συστατικά του είναι διακριτά και σαφή. Επιπρόσθετα, είναι εύκολα εφαρμόσιμο στον σχεδιασμό μαθημάτων. Ως εκ τούτου μπορεί να γίνει μέσο για τη ρητή εισαγωγή της ΠΓΠ και των συστατικών της σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και μέσο για να τους βοηθήσει στον σχεδιασμό μαθημάτων των ΦΕ. Στην παρούσα έρευνα το συγκεκριμένο μοντέλο προσαρμόστηκε προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες του προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης, δηλαδή τη ρητή εισαγωγή χαρακτηριστικών της ΠΓΠ με έμφαση στη διερεύνηση καθώς, και τη διδακτική προσέγγιση του καινοτομικού περιεχομένου της Ν-ΕΤ. Η προσαρμογή καθώς και παραδείγματα ανά συστατικό της ΠΓΠ φαίνονται στον πίνακα 1.

Εικόνα 1: Το μοντέλο ΠΓΠ κατά Otto & Everett (2013)





Δείγμα- Μέσα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων

Πίνακας 1: Συστατικά του μοντέλου των Otto & Everett (2013) και η προσαρμογή τους για τη ρητή εισαγωγή των διερευνητικών όψεων της ΠΓΠ αναφορικά με το περιεχόμενο της N-ET

Συστατικά ΠΓΠ	Περιγραφή των συστατικών της ΠΓΠ στο μοντέλο Otto & Everett	Προσαρμογή των συστατικών της ΠΓΠ στο συγκεκριμένο πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης	Παραδείγματα ανά συστατικό της ΠΓΠ
ΠΔ	Διδακτικές στρατηγικές	Διδακτικές μέθοδοι	-Ανοιχτή διερεύνηση -Η συνεργατική μέθοδος jigsaw
ΠΛ	Περιγραφή τάξης και σχολικού περιβάλλοντος	Πόροι Περιορισμοί χρόνου	-Υλικοτεχνική υποδομή σχολείου (π.χ αν υπάρχουν μικροσκόπια), αντικείμενα αυλής, αφίσα, αντικειμενοφόροι, μόνιμα παρασκευάσματα
ΠΧ	Μαθησιακοί στόχοι	-Κατανόω έννοιες, ιδιότητες, αναπτύσσω δεξιότητες, κατανοώ τη φύση της επιστήμης	-Μέγεθος, ναοκλίμακα, -Υπερυδροφοβικότητα, -Χειρισμός μικροσκοπίου, -Φύση και ρόλος μοντέλων
ΠΔ/ΠΛ	Διδακτικές μέθοδοι που λαμβάνουν υπόψη το προφίλ και το πλαίσιο των μαθητών	Η γνώση του εκπαιδευτικού για τους πόρους που χρειάζονται για να υποστηριχθούν οι διδακτικές μέθοδοι που επιλέχθηκαν	Συλλογή και ανάλυση δεδομένων για τη δημιουργία αφίσας
ΠΔ/ΠΧ	Διδακτικές μέθοδοι για την επίτευξη ειδικών μαθησιακών αποτελεσμάτων	Διερευνητικές μέθοδοι για την υποστηρικτική (scaffolding) προσέγγιση ειδικών μαθησιακών αποτελεσμάτων	Διερευνητική υποστηρικτική προσέγγιση για την εκμάθηση της φύσης των μοντέλων
ΠΧ/ΠΛ	Γνώση του μαθησιακού προφίλ των μαθητών για ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο	Γνώση του εκπαιδευτικού για τις ιδέες ή τις δυσκολίες κατανόησης των μαθητών για ένα περιεχόμενο των ΦΕ, τα ενδιαφέροντά τους για ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο κ.ά.	-Δυσκολίες κατανόησης των μαθητών για το μέγεθος και την κλίμακα -Τι νόημα αποδίδουν οι μαθητές στην N-ET; -Πόσο ενδιαφέρον είναι το περιεχόμενο της N-ET για τους μαθητές;
ΠΓΠ	Ενσωμάτωση των τριών συστατικών για τη διδασκαλία συγκεκριμένου περιεχομένου σε συγκεκριμένους μαθητές	Ηλεκτρονικά και έντυπα εργαλεία πειραματισμού για ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο	-Παρακολούθηση video με τίτλο: «do you know what nano means?» -Διερευνητική μέθοδος για τη διδασκαλία του φαινομένου της ίωσης μέσα από εικόνες και video

Οι συμμετέχοντες ήταν 13 εκπαιδευτικοί Α/θμιας εκπαίδευσης της Κεντροδυτικής Μακεδονίας, εκ των οποίων 9 γυναίκες και 4 άνδρες. Η αρχική συλλογή (pre) των δεδομένων έγινε μια εβδομάδα πριν την έναρξη του προγράμματος, ενώ, η ενδιάμεση μέτρηση (post) μετά την υλοποίηση της πρώτης διδασκαλίας από τους εκπαιδευτικούς (N-ET). Η τελική μέτρηση (post post) υλοποιήθηκε μετά την εφαρμογή της δεύτερης διδασκαλίας (Πυκνότητα).



Χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και ημιδομημένες συνεντεύξεις (Cohen et al. 2007). Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε εννέα ερωτήσεις, οι οποίες, επίσης, αποτέλεσαν τις κύριες ερωτήσεις της ημιδομημένης συνέντευξης. Ενδεικτικά ρωτήθηκαν: «Ποιες δυσκολίες γνωρίζετε να υπάρχουν για τη διδασκαλία των παραπάνω εννοιών/φαινομένων;», «Ποιες διδακτικές στρατηγικές χρησιμοποιείτε για τη διδασκαλία των παραπάνω εννοιών/φαινομένων και για ποιον λόγο;» (Chaitidou et al. 2018).

Για την αξιολόγηση των διερευνητικών όψεων της ΠΓΠ κατασκευάστηκε εργαλείο ανάλυσης των δεδομένων (Chaitidou et al. 2018) με βάση το οποίο έγινε ανάλυση περιεχομένου (Cohen et al. 2007). Ως Μονάδα Νοηματοδότησης (MN) θεωρήθηκε οποιοδήποτε τμήμα λόγου στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών (λέξη ή φράση, δηλαδή τμήμα πρότασης ή ολόκληρη πρόταση), που ήταν νοηματικά αυτόνομο, δηλαδή απαντούσε στο σχετικό ερώτημα (Cohen et al. 2007). Για παράδειγμα, η φράση: «Το ιδανικό θα ήταν τα πειράματα να εκτελεστούν ζωντανά και τα παιδιά να βγάλουν τα συμπεράσματά τους καλύτερα μέσα από τον χειρισμό των υλικών. Η έλλειψη των απαιτούμενων υλικών με αναγκάζει να καταφύγουμε στη δεύτερη καλύτερη λύση, το λογισμικό», είναι μια MN που κατατάσσεται στην αλληλεπίδραση ΠΔ/ΠΛ.

Ειδικότερα, τα ποσοστά για κάθε μέτρηση και για κάθε εκπαιδευτικό, έχουν προκύψει από το σύνολο των MN που ταξινομήθηκαν στη διερεύνηση προς το σύνολο των MN της αντίστοιχης μέτρησης. Για παράδειγμα, ο T1 στην pre μέτρηση είχε 1 MN από το ερωτηματολόγιο και 1 MN από την ημιδομημένη συνέντευξη που ταξινομήθηκαν στη διερεύνηση, άρα συνολικά $\Delta=2MN$ για την pre μέτρηση, ενώ το σύνολο των MN της pre μέτρησης είναι $\Sigma=70$ (28 από το ερωτηματολόγιο και 42 από την ημιδομημένη συνέντευξη). Επομένως το ποσοστό (Π) των MN που σχετίζονται με τη διερεύνηση στην pre μέτρηση για τον T1 προέκυψε από τον λόγο Δ/Σ πολλαπλασιασμένο επί 100, δηλαδή $\Pi=2/70*100=2.86\%$, με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων (Chaitidou et al. 2018).

3. Αποτελέσματα

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ποσοστών των MN που αφορούν τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση για τους 13 εκπαιδευτικούς. Με βάση τον προαναφερθέντα πίνακα, πριν το πρόγραμμα εκπαίδευσης, ο μέσος όρος των ποσοστών των MN που αφορούν τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση ήταν 8,65%. Μετά την εφαρμογή του κλασικού περιεχομένου (post-post μέτρηση), ο αντίστοιχος μέσος όρος έφτασε στο 24,56%. Ειδικότερα, είχαμε ενίσχυση των MN σε 12 από τους 13 εκπαιδευτικούς (εξαιρείται ο T10). Ειδικότερα, στην post-post, 5 στους 13 εκπαιδευτικούς είχαν ποσοστά MN >25% (T1, T2, T3, T4, T12). Για παράδειγμα, ο T1 αναφέρθηκε στην αξιολόγηση των μαθητών μέσω των μοντέλων: «Σκεφτήκαμε, αν έχουμε χρόνο, να κάνουμε κάτι σαν βιωματικό. Δηλαδή, έχω τρεις ομάδες στην τάξη. Κάθε ομάδα θα αντιπροσωπεύει ένα υλικό. Θα ζητήσω η ομάδα που είναι το ξύλο να διαλέξει πόσα άτομα θα σηκωθούνε για να μου δείξει πόσες τελίτσες έχει το ξύλο. Δηλαδή, για να σηκωθούν όλα και να είναι όλα ενωμένα. Η ομάδα που έχει το νερό που είναι μόνο δύο να σηκωθούνε δύο και να είναι αραιά» (T1, post post interview). Επίσης, ο T3 αναφέρθηκε στη στρατηγική ελέγχου μεταβλητών: «Τα παιδιά θα διερευνήσουν την πυκνότητα μέσω λογισμικού που διαπραγματεύεται την πλεύση και τη βύθιση. Έτσι θα πειραματιστούν σε διαφορετικές μεταβλητές (βάρος, σχήμα, υλικό, υγρό, φάρδος δοχείου) και θα καταλήξουν στον συμπέρασμα ότι αυτό που επηρεάζει την πλεύση και τη βύθιση είναι η πυκνότητα» (T3, post-post questionnaire). Τέλος, ο T4 επέκτεινε τις αναφορές του στη χρήση μοντέλων για πρόβλεψη: «Επειδή τις έννοιες «βάρος-μάζα-πυκνότητα» τις έχουν διδαχθεί ήδη, σκοπός μου τώρα είναι να κατανοήσουν την ικανότητα των σωμάτων να επιπλέουν ή να βυθίζονται. Για να δω αν και κατά πόσο το κατάλαβαν θα χρησιμοποιήσω από το εν λόγω λογισμικό το μοντέλο της βύθισης του Sea Diamond. Πριν επέμβω και αρχίσω να γεμίζω τα



αμπάρια με νερό θα τους ζητήσω να προβλέψουν την αιτία που οδήγησε το καράβι στο βυθό αλλά και να βρουν τρόπο να το ανεγκύσουν. Αν καταφέρουν να ανεβάσουν το καράβι ο σκοπός μου θα έχει επιτευχθεί» (T4, post-post interview).

Πίνακας 2: Ποσοστά (%) ΜΝ που σχετίζονται με τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση των 13 εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

M/T	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
PRE	2,86	17,39	16,05	12,5	4,69	1,09	1,72	5,45	4,65	4,26	16,44	16,28	9,09
PP	31,03	35,14	58,82	27,42	25	19,35	24,56	18,84	16,67	2,22	19,51	30,77	10

M=Μέτρηση, T=Εκπαιδευτικός, PP=post post

4. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης 13 εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που περιελάμβανε την ρητή εισαγωγή όψεων της ΠΓΠ με έμφαση στη διερεύνηση αναφορικά με το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ. Με την εξαίρεση του T10, οι εκπαιδευτικοί βελτίωσαν σημαντικά τις απόψεις τους αναφορικά με τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση. Ειδικότερα, επέκτειναν τις απόψεις τους στα μοντέλα και στη μοντελοποίηση, που αποτελούν σημαντικές όψεις της διερεύνησης καθώς, και σε διερευνητικού τύπου στρατηγικές, όπως η στρατηγική ελέγχου μεταβλητών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ατομικές διαφορές στην εξέλιξη της ΠΓΠ για τους 13 εκπαιδευτικούς και συμφωνούν με τη βιβλιογραφική υποστήριξη ότι η ΠΓΠ έχει ιδιοσυγκρασιακή φύση (Otto & Everett 2013, Park & Oliver 2008). Για παράδειγμα, η εξαίρεση του T10 αποδίδεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ίδιου, δηλαδή στην απροθυμία να εφαρμόσει διερευνητικού τύπου διδασκαλίες γιατί δεν μπορούσε να διαχειριστεί τη ζωνρή τάξη στην οποία δίδασκε. Επίσης, ο ίδιος εκπαιδευτικός, στήριζε το σχεδιασμό και τη διδασκαλία στο σχολικό εγχειρίδιο. Επιπρόσθετα, η ανομοιόμορφη βελτίωση, όπως αυτή του T13, αποδίδεται στο γεγονός πως είχε επέλθει κόπωση, κατά ομολογία του ίδιου του εκπαιδευτικού.

Παράλληλα, τα αποτελέσματα συνεπάγονται πως η ρητή εισαγωγή συστατικών που αφορούν τις διερευνητικές όψεις της ΠΓΠ αναφορικά με το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ στα πλαίσια προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης οδηγεί στην εξέλιξη της. Φαίνεται πως επιβεβαιώνεται η υπόθεση ότι αν οι εκπαιδευτικοί ασκηθούν στο να υλοποιούν διερευνητικές όψεις της ΠΓΠ σε καινοτομικό περιεχόμενο, τότε μπορεί να αποκτήσουν θετική διάθεση στο να δοκιμάσουν τη διερεύνηση και σε ένα κλασικό περιεχόμενο.

Τέλος, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται να είναι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία ότι η ρητή εισαγωγή ενός συγκεκριμένου περιεχομένου (π.χ. Οπτική) μαζί με την παιδαγωγική, που το συνοδεύει, ως τμήμα της ΠΓΠ των εκπαιδευτικών, οδηγεί στην ανάπτυξη της ΠΓΠ σε υποψηφίους εκπαιδευτικούς (Eldar et al. 2012).



5. Βιβλιογραφία

- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30, 1405-1416.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Method in Education* (6th ed.). New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Chaitidou, M., Spyrtou, A., Kariotoglou, P., & Dimitriadou, C. (2018). Professional Development in Inquiry-Oriented Pedagogical Content Knowledge among Primary School Teachers. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 25, 17-36.
- Eldar, O., Eylon, B. S., & Ronen, M. (2012). A metacognitive teaching strategy for preservice teachers: Collaborative diagnosis of conceptual understanding in Science. In A. Zohar, & Y. J. Dori (Eds.), *Metacognition in science education* (pp. 225-250). Dordrecht: Springer.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome, & N.G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 3-17). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gyllenpalm, J., Wickman, P. O., & Holmgren, S. O. (2010). Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education*, 32(9), 1151-1172.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in preservice education. *International Journal of Science Education*, 30, 1281-1299.
- Otto, C. A., & Everett, S. A. (2013). An instructional strategy to introduce pedagogical content knowledge using Venn diagrams. *Journal of Science Teacher Education*, 24, 391-403.
- Papaevripidou, M., Irakleous, M., & Zacharia, Z. C. (2017). Designing a course for enhancing prospective teachers' inquiry competence. In K. Hahl, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto, & J. Lavonen (Eds.), *A Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (pp. 263-278). Washington, DC: Springer.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Park, S., Jang, J. Y., Chen, Y. C., & Jung, J. (2011). Is pedagogical content knowledge (PCK) necessary for reformed science teaching? Evidence from an empirical study. *Research in Science Education*, 41(2), 245-260
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational researcher*, 41(1), 26-28.
- Wallace, J., & Loughran, J. (2012). Science teacher learning. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.) *Second international handbook of science education* (pp. 295-306). Dordrecht: Springer.



**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ
ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ**



Η εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών ΠΤΔΕ κατά την διάρκεια των σπουδών τους σε έννοιες Μηχανικής και Επιστημονικού Γραμματισμού

Ελένη Σ. Κίτσιου, Κωνσταντίνος Θ. Κώσης

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η επίδραση του έτους φοίτησης των φοιτητών/-ριών ενός Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης στην προσέγγιση ζητημάτων σχετικών με έννοιες της μηχανικής και του επιστημονικού γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες. Εξάλλου οι εσφαλμένες επιστημονικά αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αποτελούν υποσύνολο των μαθητικών εναλλακτικών ιδεών. Για την επίτευξη των ερευνητικών σκοπών, λοιπόν, διενεργήθηκε έρευνα και διενεμήθη γραπτό ερωτηματολόγιο. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο αριθμός των ορθών απαντήσεων και το έτος σπουδών είναι εξαρτημένες μεταβλητές. Επιπροσθέτως, ο επιπλέον χρόνος σπουδών συμβάλλει θετικά στις απαντήσεις των φοιτητών/-ριών στις ερωτήσεις μηχανικής και ουδέτερα στις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού.

Λέξεις-κλειδιά: μελλοντικοί δάσκαλοι, επιστημονικός γραμματισμός, Φυσικές Επιστήμες, εσφαλμένες αντιλήψεις, Μηχανική

The evolution of students' misconceptions from a Department of Primary Education during their studies in the concepts of Mechanics and of Scientific Literacy

Eleni S. Kitsiou, Konstantinos T. Kotsis

University of Ioannina, Department of Primary Education

Abstract

This paper examines the effect of the year of study for students attending in a Department of Primary Education regarding the approach of issues which refer to matters of concepts of mechanics as well as of scientific literacy in Sciences. In addition, teachers' misconceptions are a subset of students' alternative ideas. So, in order to achieve our research goals a survey was conducted and a written questionnaire was distributed. According to the results, it seems that the number of correct answers and the year of study are dependent variables. Furthermore, the additional time of studies contributes positively to students' answers to engineering questions and neutrally to their answers to scientific literacy questions.

Keywords: pre-service teachers, scientific literacy, Natural Sciences, misconceptions, Mechanics



1. Εισαγωγή

Σύμφωνα με το Oxford English Dictionary: «οι Φυσικές Επιστήμες περιγράφονται ως ένας τομέας μελέτης, ο οποίος ασχολείται με έναν αλληλοσυσχετιζόμενο αριθμό αληθειών που μπορούν να αποδειχθούν ή με πειραματικά δεδομένα συστηματικά ταξινομημένα, που τις περισσότερες φορές συσχετίζονται με το να φέρονται κάτω από γενικούς νόμους και που περιλαμβάνουν αξιόπιστες μεθόδους για την ανακάλυψη νέων αληθειών στη φύση» (Κόκκοτας 2005, σ. 30, Κώτσης 2005, σ. 37). Σύμφωνα με τους Jacobson και Bergman (1991, όπως αναφ. στην Κίτσιου 2015), οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται προκειμένου οι διδασκόμενοι να διαμορφώσουν άποψη για τον κόσμο, να αναπτύξουν επιστημονικές δεξιότητες, κριτική σκέψη, θετική στάση απέναντι σε αυτές, αλλά και για να καλλιεργήσουν τον επιστημονικό γραμματισμό.

Στον χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών έχει εμφανισθεί ο όρος «επιστημονικός γραμματισμός» δημιουργώντας νέες προοπτικές (Χατζηγεωργίου κ.ά. 2004) και ορίζεται ως «η ικανότητα να χρησιμοποιεί κάποιος την επιστημονική γνώση, να διατυπώνει ερωτήματα και να εξάγει συμπεράσματα βασισμένα σε εμπειρικά δεδομένα, έτσι ώστε να κατανοεί και να βοηθά στη λήψη αποφάσεων για το φυσικό κόσμο και τις αλλαγές που συμβαίνουν σ' αυτόν μέσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα» (OECD 2000, p. 10). Ο επιστημονικός γραμματισμός για όλους αποτελεί επιτακτική ανάγκη του 21^{ου} αιώνα (Nelson 1999). Ως επιστημονικά εγγράμματο ορίζεται εκείνο το άτομο που δύναται:

- να δραστηριοποιηθεί υπεύθυνα –προσωπικά και πολιτικά-, ύστερα από στάθμιση των πιθανών επιπτώσεων των εναλλακτικών επιλογών·
- να υπερασπιστεί τις αποφάσεις του και τις δράσεις του επιχειρηματολογώντας λογικά βασιζόμενο σε αποδεικτικά στοιχεία·
- να εκφράζει περιέργεια·
- να εκτιμά τους φυσικούς και ανθρωπογενείς κόσμους·
- να διερευνά το παρατηρήσιμο σύμπαν, εφαρμόζοντας σκεπτικισμό, προσεκτικές μεθόδους, λογικό συλλογισμό και δημιουργικότητα·
- να παραμένει ανοιχτό σε νέα δεδομένα και να συνειδητοποιεί το δοκιμαστικό των επιστημονικών-τεχνολογικών γνώσεων
- και να εξετάζει τις πολιτικές, οικονομικές και ηθικές πτυχές των επιστημών και της τεχνολογίας και οι οποίες σχετίζονται με προσωπικά και παγκόσμια κοινωνικά ζητήματα. (Yager 2003)

Τα παιδιά πριν φοιτήσουν σε κάποια δομή Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μέσω αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον, τη γλώσσα και την κοινωνική τους επαφή, αρχίζουν να διαμορφώνουν ένα φάσμα ιδεών για τα φυσικά φαινόμενα και το πώς λειτουργεί ο κόσμος που τα περιβάλλει (Κώτσης 2005, Σπυροπούλου-Κατσάνη 2005). Συνήθως όμως αυτές δεν συμβαδίζουν με τις επιστημονικά αποδεκτές. Μέσω της διδασκαλίας γίνεται παρέμβαση στοχεύοντας στην εννοιολογική αλλαγή και την αντικατάστασή τους, όμως μπορεί να μην εξελιχθούν σε αντιλήψεις ανταποκρινόμενες στην πραγματικότητα· έτσι τις ονομάζουμε εναλλακτικές ιδέες (Κώτσης 2005).

Έρευνες έχουν αναδείξει υψηλά ποσοστά εναλλακτικών ιδεών σε θεμελιώδεις έννοιες και αρχές της καθημερινής ζωής (δηλαδή επιστημονικού γραμματισμού) (Καράογλου 2015). Εναλλακτικές ιδέες παρόμοιες με αυτές των μαθητών έχουν επισημανθεί και σε εκπαιδευτικούς (Κώτσης 2002) και σε φοιτητές Παιδαγωγικού -ανεξαρτήτου έτους- (Καράογλου 2015), φανερώνοντας αδυναμία στην εφαρμογή βασικών νόμων και αρχών της Φυσικής (Κώτσης κ. ά. 2007, Κώτσης 2002) σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής και καταδεικνύοντας, έτσι, την επικράτηση των αντιλήψεών τους έναντι της επιστημονικής γνώσης μετά το πέρας των εξετάσεων (Brass et al. 2003, όπ. αναφ. στον Κώτση 2013).



Στην περίπτωση αυτή όμως ελλοχεύει ο κίνδυνος μέσω της διδασκαλίας να ενισχυθούν ενυπάρχουσες εναλλακτικές ιδέες ή να δημιουργηθούν νέες στους μαθητές (Καράογλου 2015), με αποτέλεσμα να αδυνατεί να βοηθήσει ο εκπαιδευτικός ουσιαστικά στην εννοιολογική αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών του (Κώτσης 2013). Συνήθως το ποσοστό μειώνεται με την ανάπτυξη του νοητικού επιπέδου και την αύξηση της εκπαιδευτικής βαθμίδας (Κώτσης 2011)· όμως δεν εξαλείφεται. Σε έρευνα των Καράογλου κ.ά. (2015) παρατηρήθηκε αυξητική τάση στους μέσους όρους ορθών απαντήσεων σε ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού και Φυσικής, καθώς βελτιώνεται το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων· όπως και σε διεθνείς έρευνες παρατηρήθηκαν καλύτερες επιδόσεις σε ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού με την άνοδο του επιπέδου εκπαίδευσης και του ενδιαφέροντος των συμμετεχόντων. Έτσι μέσω της παρούσας έρευνας επιδιώκεται να ερευνηθεί αν υπάρχει αυξητική τάση στους μέσους όρους ορθών απαντήσεων, καθώς αυξάνεται το έτος φοίτησης.

2. Μεθοδολογία

Το δείγμα αποτελούνταν από 542 άτομα, όλων των ετών, στα οποία διενεμήθη γραπτό ερωτηματολόγιο 50 ερωτήσεων (12 δημογραφικών στοιχείων -κλειστές, ανοιχτές, διαβαθμισμένης κλίμακας, όπου δεν υπήρχαν λάθος απαντήσεις-, 19 μηχανικής πολλαπλής επιλογής, 19 επιστημονικού γραμματισμού πολλαπλής επιλογής). Όμως 8 ερωτηματολόγια κρίθηκαν μη έγκυρα κι απορρίφθηκαν. Η απλή τυχαία δειγματοληψία και η δειγματοληψία κατά συστάδες χρησιμοποιήθηκαν ως δειγματοληπτική μέθοδος. Κάθε άτομο είχε ίση πιθανότητα να συμπεριληφθεί στο δείγμα. Για την αξιοπιστία του ερωτηματολογίου διενεργήθηκε έλεγχος Cronbach's Alpha και προέκυψε υψηλός δείκτης (0,860). Η σπουδαιότητα της έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι το δείγμα αποτελεί το εκπαιδευτικό δυναμικό του μέλλοντος.

Για την 1^η, 2^η, 3^η ερευνητική υπόθεση διενεργήθηκαν έλεγχοι χ^2 για καθεμία απ' τις ερωτήσεις. Στον Πίνακα 3, στις στήλες Α παρουσιάζονται οι τιμές του κριτηρίου χ^2 για κάθε ερώτηση, οι βαθμοί ελευθερίας και η τιμή της αντίστοιχης πιθανότητας p του κριτηρίου. Στις περιπτώσεις που το ποσοστό των κελιών με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 υπερβαίνει το 20% του συνόλου των κελιών, κάθε απάντηση ταξινομήθηκε ή σε σωστή ή σε εσφαλμένη και διενεργήθηκε εκ νέου έλεγχος χ^2 για να προκύψει ασφαλές συμπέρασμα, καθότι παραβιαζόταν η βασική προϋπόθεση χρήσης του χ^2 . Στις στήλες Β, λοιπόν, παρατίθενται οι τιμές του κριτηρίου, οι βαθμοί ελευθερίας και η τιμή της p για όλες τις ερωτήσεις, έχοντας όμως συγχωνευτεί οι απαντήσεις σε σύμφωνες και αντίθετες με την επιστημονική γνώμη. Για την 4^η, 5^η, 6^η ερευνητική υπόθεση πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις διακύμανσης, αφού πρώτα ελέγχθηκε η κανονικότητα των κατανομών όλων των υποπληθυσμών και εξετάστηκε –με Levene test- η ισότητα των διακυμάνσεων της εξαρτημένης μεταβλητής για κάθε έτος. Επιπλέον, είχε προηγηθεί η εξαγωγή πινάκων με τα βασικά περιγραφικά μέτρα. Τέλος, εξήχθησαν πίνακες Post Hoc Tests, καθότι προέκυψαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα μέσω της ανάλυσης διακύμανσης.

3. Αποτελέσματα

Ενδεικτικά, πριν την οποιαδήποτε ανάλυση των δεδομένων, παρατίθενται μία ερώτηση μηχανικής:
«Αν ένα αυτοκίνητο κτυπά σε ένα δέντρο, οι επιβάτες του αυτοκινήτου αν δεν φοράν ζώνες, θα σπρωχθούν βίαια προς τα μπρος από μια δύναμη που εξασκείται από τα καθίσματα του αυτοκινήτου.

Συμφωνώ Διαφωνώ Δε γνωρίζω»

και μία επιστημονικού γραμματισμού:

«Αν μια ποσότητα με γάλα χαρακτηριστεί «ραδιενεργή», βράζοντάς το φεύγει η ραδιενέργεια;

Ναι Όχι Δε γνωρίζω.»



Πίνακας 14: Συνοπτικός πίνακας απαντήσεων στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου

	Ερώτηση	Σωστές απαντήσεις	Λανθασμένες απαντήσεις	Ελλείπουσες τιμές	Συνολικές απαντήσεις
Ερωτήσεις Μηχανικής (μέρος Β')	13	380 71,16%	152 28,46%	2 0,37%	534 100%
	14	249 46,63%	284 53,18%	1 0,19%	534 100%
	15	179 33,52%	353 66,10%	2 0,37%	534 100%
	16	93 17,42%	437 81,84%	4 0,75%	534 100%
	17	160 29,96%	360 67,42%	14 2,62%	534 100%
	18	290 54,31%	242 45,32%	2 0,37%	534 100%
	19	200 37,45%	330 61,80%	4 0,75%	534 100%
	20	154 28,84%	380 71,16%	0 0,00%	534 100%
	21	196 36,70%	337 63,11%	1 0,19%	534 100%
	22	213 39,89%	319 59,74%	2 0,37%	534 100%
	23	103 19,29%	424 79,40%	7 1,31%	534 100%
	24	439 82,21%	90 16,85%	5 0,94%	534 100%
	25	167 31,27%	364 68,16%	3 0,56%	534 100%
	26	287 53,75%	247 46,25%	0 0,00%	534 100%
	27	226 42,32%	303 56,74%	5 0,94%	534 100%
	28	362 67,79%	166 31,09%	6 1,12%	534 100%
	29	332 62,17%	198 37,08%	4 0,75%	534 100%
30	115 21,54%	415 77,72%	4 0,75%	534 100%	
31	153 28,65%	377 70,60%	4 0,75%	534 100%	
Ερωτήσεις Επιστημονικού Γραμματισμού (μέρος Γ')	32	126 16,48%	442 82,77%	4 0,75%	534 100%
	33	152 28,46%	381 71,35%	1 0,19%	534 100%
	34	293 54,87%	241 45,13%	0 0,00%	534 100%
	35	133 24,91%	397 74,34%	4 0,75%	534 100%
	36	116 21,72%	417 78,09%	1 0,19%	534 100%
	37	358 67,04%	174 32,58%	2 0,37%	534 100%
	38	232 43,45%	300 56,18%	2 0,37%	534 100%
	39	449 84,08%	83 15,54%	2 0,37%	534 100%
	40	177 33,15%	355 66,48%	2 0,37%	534 100%
	41	66 12,36%	462 86,52%	6 1,12%	534 100%
	42	352 65,92%	181 33,90%	1 0,19%	534 100%
	43	208 38,95%	322 60,30%	4 0,75%	534 100%
	44	267 50,00%	257 48,13%	10 1,87%	534 100%
	45	25 4,68%	509 95,32%	0 0,00%	534 100%
	46	28 5,24%	501 93,82%	5 0,94%	534 100%
	47	430 80,52%	102 19,10%	2 0,37%	534 100%
	48	179 33,52%	352 65,92%	3 0,56%	534 100%
	49	311 58,24%	219 41,01%	4 0,75%	534 100%
	50	208 38,95%	326 61,05%	0 0,00%	534 100%

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 14, η ανωτέρω ερώτηση μηχανικής –ερώτηση 18- έχει διχάσει το δείγμα, καθότι 290 άτομα (54,5%) έχουν υιοθετήσει την επιστημονική άποψη και 242 άτομα (45,3%) είτε



δεν έχουν απαλλαγεί από τη μη επιστημονική ερμηνεία (207 άτομα) είτε δε γνωρίζουν πώς να ερμηνεύσουν αυτό που συμβαίνει στους επιβάτες του αυτοκινήτου (35 άτομα). Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα: «Κάθε σώμα παραμένει στην κατάσταση της ηρεμίας ή της ομαλής ευθύγραμμης κίνησης στην οποία βρίσκεται, εκτός αν αναγκαστεί να αλλάξει κατάσταση από δυνάμεις που ασκούνται πάνω του.» (Hewitt 2007, σ. 28). Συνεπώς, οι επιβάτες του αυτοκινήτου καθότι δε φορούν ζώνη –η οποία θα προκαλούσε μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης- έχουν την τάση να διατηρήσουν την κινητική τους κατάσταση προ της σύγκρουσης και γι' αυτό τον λόγο φεύγουν προς τα μπροστά τη στιγμή της σύγκρουσης. Από την άλλη, στην ενδεικτική ερώτηση επιστημονικού γραμματισμού -ερώτηση 42- την επιστημονική άποψη ενστερνίζεται το 65,9% του δείγματος (Πίνακας 14). Όμως αν και η πλειοψηφία γνωρίζει ότι η ποσότητα της ραδιενέργειας δεν πρόκειται να μεταβληθεί με τον βρασμό και συνεπώς πρέπει να είμαστε προσεκτικοί με τις τροφές που επιλέγουμε να προσλαμβάνουμε, το ¼ σχεδόν του δείγματος (24,2%) –μη αμελητέο ποσό- δηλώνει ότι δε γνωρίζει την απάντηση και το 9,8% πιστεύει ότι ο βρασμός αρκεί για να «φύγει» η ραδιενέργεια. Όπως γράφει και ο Hewitt (2007), ο ρυθμός της ραδιενεργούς διάσπασης ενός στοιχείου μετρείται βάσει του χρόνου ημιζωής/υποδιπλασιασμού· όπου *χρόνος ημιζωής* ορίζεται ο χρόνος που απαιτείται να παρέλθει ώστε να διασπαστούν τα μισά άτομα ενός ραδιενεργού ισότοπου –ανεξαρτήτως αρχικής ποσότητας- και είναι χαρακτηριστικός για κάθε στοιχείο. Συνήθως οι χρόνοι ημιζωής είναι μεγάλοι και υπάρχουν στοιχεία που απαιτούνται χιλιάδες χρόνια για να υποδιπλασιαστεί μια αρχική ραδιενεργή ποσότητά τους κι άλλα τόσα χιλιάδες έτη για να υποτετραπλασιαστεί κ.ο.κ. Οι χρόνοι ημιζωής των ραδιενεργών στοιχείων και των στοιχειωδών σωματιδίων είναι απόλυτα σταθεροί κι ανεξάρτητοι από οποιεσδήποτε εξωτερικές συνθήκες· ακόμα και ακραίες θερμοκρασίες ή πιέσεις, ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, ή και βίαιες χημικές αντιδράσεις δεν έχουν καμία μετρήσιμη επίδραση στο ρυθμό διάσπασης ενός δεδομένου στοιχείου, γιατί όλες αυτές οι «καταπονήσεις» μπορεί να είναι σφοδρές για τα συνηθισμένα μέτρα αλλά είναι πάρα πολύ ήπιες για να επηρεάσουν τον πυρήνα βαθιά στο εσωτερικό του ατόμου (Hewitt 2007).

Η σύνθεση, λοιπόν, του δείγματος -γυναίκες (86,5%), άνδρες (13,5%)- φανερώνει την επικρατούσα στα Παιδαγωγικά Τμήματα αναλογία μεταξύ των δύο φύλων. Παρόμοια αναλογία παρατηρείται και επιμέρους σε κάθε έτος φοίτησης με τις περισσότερες φοιτήτριες να είναι τριτοετείς και τους μισούς φοιτητές δευτεροετείς. (Πίνακας 2152).

Όπως προαναφέρθηκε, το ερωτηματολόγιο περιείχε ερωτήσεις εστιαζόμενες στην εννοιολογική κατανόηση εννοιών και νόμων της Φυσικής προερχόμενες από το κεφάλαιο της Μηχανικής (13^η-31^η) - βάση καθημερινών προβληματισμών-, όσο και των υπόλοιπων Φυσικών Επιστημών (32^η-50^η)- αντικείμενο της καθημερινής ζωής των συμμετεχόντων-.

H_{0.1}: Οι απαντήσεις δεν σχετίζονται με το έτος.

H_{1.1}: Οι απαντήσεις σχετίζονται με το έτος.

Σε 13 ερωτήσεις (34,2%) προκύπτει τυχαία διαφορά στις απαντήσεις, σε 16 (42,1%) στατιστικά σημαντική και σε 9 (23,7%) χρειάστηκε συγχώνευση των απαντήσεων (στήλη Α). Επιπροσθέτως, στη στήλη Β, προκύπτουν 19 ερωτήσεις με τυχαίες διαφορές και 18 με στατιστικά σημαντικές. Συνεπώς, δεν οδηγούμαστε στη διατύπωση γενικευμένης απάντησης (Πίνακας 3).



Πίνακας 215: Πίνακας συνάφειας φύλου & έτους.

		Έτος					Σύνολο
		A	B	Γ	Δ	επί πτυχίω	
Φύλο	Count	12	36	9	13	2	72
	Ανδρας % within Φύλο	16,7%	50,0%	12,5%	18,1%	2,8%	100,0%
	% within Έτος	12,5%	17,7%	9,6%	10,4%	12,5%	13,5%
	Count	84	167	85	112	14	462
	Γυναίκα % within Φύλο	18,2%	36,1%	18,4%	24,2%	3,0%	100,0%
	% within Έτος	87,5%	82,3%	90,4%	89,6%	87,5%	86,5%
Σύνολο	Count	96	203	94	125	16	534
	% within Φύλο	18,0%	38,0%	17,6%	23,4%	3,0%	100,0%
	% within Έτος	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

H_{0.2}: Οι απαντήσεις σε ερωτήσεις Μηχανικής δεν σχετίζονται με το έτος.

H_{1.2}: Οι απαντήσεις σε ερωτήσεις Μηχανικής σχετίζονται με το έτος.

Σε 12 από τις 19 ερωτήσεις μηχανικής οι διαφορές μεταξύ των ετών είναι στατιστικά σημαντικές (στήλη A). Επομένως απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση. Επιπλέον, από το έτος φοίτησης εξαρτάται κι αν οι απαντήσεις συμφωνούν με την επιστημονική άποψη ή όχι (στήλη B) (Πίνακας 3).

H_{0.3}: Οι απαντήσεις σε ερωτήσεις Επιστημονικού Γραμματισμού δεν σχετίζονται με το έτος.

H_{1.3}: Οι απαντήσεις σε ερωτήσεις Επιστημονικού Γραμματισμού σχετίζονται με το έτος.

Σε 10 από τις 19 ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού οι διαφορές μεταξύ των ετών είναι τυχαίες, σε 4 στατιστικά σημαντικές και σε 4 συγχωνεύτηκαν οι απαντήσεις σε ορθές και εσφαλμένες, για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Συνεπώς αποδεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Στατιστικές διαφορές στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ως προς τη μεταβλητή του έτους.

ερώτηση	x ²		df		p		διαφορά		
	A	B	A	B	A	B	A	B	
Ερωτήσεις Μηχανικής (μέρος Β')	13	18,728	15,036	12	4	0,095	0,005	Τ.Δ.*	Σ.Δ.
	14	33,951	32,045	8	4	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	15	20,329	8,307	8	4	0,009	0,081	Σ.Δ.	Τ.Δ.
	16	15,482	5,687	12	4	0,216	0,224	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	17	60,200	37,625	12	4	0,000	0,000	Σ.Δ.*	Σ.Δ.
	18	43,685	30,153	8	4	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	19	22,152	4,037	8	4	0,005	0,401	Σ.Δ.	Τ.Δ.
	20	19,773	19,505	8	4	0,011	0,001	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	21	35,119	27,760	12	4	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	22	28,475	7,859	8	4	0,000	0,097	Σ.Δ.	Τ.Δ.
	23	9,455	2,693	8	4	0,305	0,610	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	24	26,784	26,057	8	4	0,001	0,000	Σ.Δ.*	Σ.Δ.
	25	26,942	5,952	8	4	0,001	0,203	Σ.Δ.	Τ.Δ.
	26	26,224	21,568	8	4	0,001	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.



	27	28,209	10,332	12	4	0,005	0,035	Σ.Δ	Σ.Δ
	28	16,073	8,186	12	4	0,188	0,085	Τ.Δ.**	Τ.Δ.
	29	73,266	65,950	8	4	0,000	0,000	Σ.Δ	Σ.Δ.
	30	22,506	11,973	8	4	0,004	0,018	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	31	3,725	1,425	8	4	0,881	0,840	Τ.Δ.	Τ.Δ.
Ερωτήσεις Επιστημονικού Γραμματισμού (μέρος Γ')	32	24,972	8,164	8	4	0,002	0,086	Σ.Δ.	Τ.Δ.
	33	19,333	18,230	8	4	0,013	0,001	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	34	13,455	7,814	8	4	0,097	0,099	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	35	4,607	3,006	8	4	0,799	0,557	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	36	12,879	9,025	8	4	0,116	0,060	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	37	10,289	5,865	8	4	0,245	0,209	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	38	4,762	1,147	8	4	0,783	0,887	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	39	13,699	13,484	8	4	0,090	0,009	Τ.Δ.	Σ.Δ.
	40	16,929	10,452	8	4	0,031	0,033	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	41	-	0,612	-	4	-	0,962	-	Τ.Δ.
	42	9,081	6,669	8	4	0,335	0,154	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	43	10,344	1,777	8	4	0,242	0,777	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	44	46,351	13,620	28	4	0,016	0,009	Σ.Δ.*	Σ.Δ.
	45	15,938	3,099	8	4	0,043	0,541	Σ.Δ.*	Τ.Δ.*
	46	-	0,448	-	4	-	0,978	-	Τ.Δ.
	47	11,178	6,520	8	4	0,192	0,164	Τ.Δ.	Τ.Δ.
	48	15,027	9,968	12	4	0,240	0,041	Τ.Δ.	Σ.Δ.
	49	27,649	26,395	8	4	0,001	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
	50	40,180	26,682	12	4	0,000	0,000	Σ.Δ.**	Σ.Δ.

Τ.Δ. : τυχαία διαφορά μεταξύ των ετών, Σ.Δ.: στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ετών

*ποσοστό κελιών με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 > 20% των συνολικών κελιών

** ποσοστό κελιών με αναμενόμενη συχνότητα μικρότερη από 5 = 25% των συνολικών κελιών

H_{0.4}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων δεν σχετίζεται με το έτος.

H_{1.4}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σχετίζεται με το έτος.

Ο συνολικός μέσος όρος ορθών απαντήσεων ανέρχεται στις 15,67 σε σύνολο 38 ερωτήσεων και ο μέσος όρος ανά έτος ακολουθεί ανοδική πορεία καθώς αυξάνεται το έτος φοίτησης (πρωτοετείς: 14,53, επί πτυχίω φοιτητές/ριες: 17,94). Απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, καθότι $F(4, 529)=11,527$ και $p=0,000<5\%$. Άρα οι μέσοι όροι των σωστών απαντήσεων δεν είναι ίσοι για όλα τα έτη. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ πρωτοετών και τεταρτοετών ή επί πτυχίω, δευτεροετών και τεταρτοετών ή επί πτυχίω, τριτοετών και τεταρτοετών.

H_{0.5}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σε ερωτήσεις Μηχανικής δεν σχετίζεται με το έτος.

H_{1.5}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σε ερωτήσεις Μηχανικής σχετίζεται με το έτος.

Ο μέσος όρος ορθών απαντήσεων σε σύνολο 19 ερωτήσεων μηχανικής είναι για τους πρωτοετείς 6,9, για τους δευτεροετείς 7,65, για τους τριτοετείς 7,93, για τους τεταρτοετείς 9,49, για τους επί πτυχίω 9,5 και 8,05 ο συνολικός. Για $\alpha=5\%$, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πέντε υποπληθυσμών με $F=19,963$ και $p=0,000$. Μέσω πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους σωστών απαντήσεων (μέρους Β) μεταξύ πρωτοετών και



τριτοετών, τεταρτοετών, επί πτυχίω· μεταξύ δευτεροετών και τεταρτοετών, επί πτυχίω· και μεταξύ τριτοετών και τεταρτοετών.

H_{0.6}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σε ερωτήσεις Επιστημονικού Γραμματισμού δεν σχετίζεται με το έτος.

H_{1.6}: Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων σε ερωτήσεις Επιστημονικού Γραμματισμού σχετίζεται με το έτος.

Ο συνολικός μέσος όρος ορθών απαντήσεων είναι 7,63 σε σύνολο 19 ερωτήσεων επιστημονικού γραμματισμού (μέρους Γ). Μεταξύ των μέσων όρων των ετών παρατηρούνται διαφορές από 0,01 ως 0,81 και απ' την ANOVA προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά $-F(4, 529)=3,716, p=0,005<0,05-$, η οποία εντοπίζεται μεταξύ δευτεροετών και τεταρτοετών σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%.

4. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, συμπεραίνουμε καταρχάς ότι οι απαντήσεις στις ερωτήσεις μηχανικής επηρεάζονται σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από το έτος φοίτησης, με τους συμμετέχοντες των μεγαλύτερων ετών να απαντούν επιστημονικά ορθά σε περισσότερες ερωτήσεις. Αντίθετα, οι απαντήσεις στις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού είναι ανεξάρτητες του έτους φοίτησης. Όσον αφορά το σύνολο, τα ποσοστά είναι σχετικά κοντινά και θα ήταν επισφαλές να ειπωθεί γενικό συμπέρασμα. Εν συνεχεία, παρουσιάστηκε σημαντικά στατιστική διαφορά στον αριθμό σωστών απαντήσεων μεταξύ των ετών -στο σύνολο, στις ερωτήσεις μηχανικής, στις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού-. Δηλαδή οι μεταβλητές αυτές δεν είναι ανεξάρτητες και το έτος επηρεάζει τον αριθμό των ορθών απαντήσεων σε έκαστη περίπτωση. Στα μεγαλύτερα έτη στις περισσότερες ερωτήσεις παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό ορθών απαντήσεων συγκριτικά με τα μικρότερα έτη. Το ίδιο παρατηρείται μεμονωμένα και στις ερωτήσεις μηχανικής και επιστημονικού γραμματισμού, όπου οι τελειόφοιτοι (όπως αναμενόταν) απαντούν σύμφωνα με την επιστημονική άποψη σε περισσότερες ερωτήσεις -κατά μέσο όρο άνω των 9 και άνω των 8 αντίστοιχα.

5. Βιβλιογραφία

Hewitt, P. G. (2007). *Οι έννοιες της Φυσικής* (9^η εκδ.), (μφ.: Ε. Σηφάκη & Ι. Παπαδόγγονας). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. (έτος έκδοσης πρωτότυπου: 2002).

Καράογλου, Γ. (2015). *Σχέση των αντιλήψεων ενήλικων σε έννοιες και νόμους της φυσικής με τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους* (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Καράογλου, Γ., & Κώτσης, Κ. (2015). Επιστημονικός εγγραμματισμός και επίδοση στη φυσική των ενήλικων πολιτών σε σχέση με το επίπεδο μόρφωσης. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 52-53, 8-16. Ανακτήθηκε από <http://pc204.lib.uoi.gr/serp/index.php/serp/article/viewFile/176/266>.

Κίτσιου, Ελ. (2015). *Ο επιστημονικός γραμματισμός φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. ως συνάρτηση των εναλλακτικών ιδεών σε έννοιες της Φυσικής* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων/Π.Τ.Δ.Ε., Ιωάννινα.

Κόκκοτας, Π. Β. (2005). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (4^η έκδ., τόμ. 1). Αθήνα: Γρηγόρη.

Κώτσης, Κ.Θ., (2013, Απρίλιος). *Εμπειρική Έρευνα στη Διαχρονική Φύση των Εναλλακτικών Ιδεών σε Έννοιες της Φυσικής*. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Βόλος



Κώτσης, Κ.Θ.,(2011). *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της Φυσικής*. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Κώτσης, Κ. Θ. (2005). *Διδασκαλία της Φυσικής & Πείραμα*. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Κώτσης, Κ.Θ., (2002). Κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των φοιτητών ΠΤΔΕ για τις δυνάμεις του βάρους, της τριβής, της άνωσης των υγρών και της αντίστασης του αέρα. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 3 (2-3), 201-211.

Κώτσης, Κ., & Στύλος, Γ., (2007, Μάιος). *Συγκριτική Μελέτη των Αντιλήψεων 1ετών και 2ετών φοιτητών του τμήματος Φυσικής σχετικά με τις έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής*. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Φλώρινα.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2005). *Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Χατζηγεωργίου, Ι., & Έξαρχος, Ι. (2004, Νοέμβριος). Προς μια λειτουργική έννοια του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», (τόμ. 1), Αθήνα.

Nelson, G. (1999). Science Literacy for All in the 21st Century. *Educational Leadership*, 57 (2). Retrieved from <http://www.project2061.org/research/articles/ascd.htm> .

OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD

Yager, R. (2003). Science Education: Overview. In Guthrie, J. W., *The Encyclopedia of Education* (2nd ed., vol. 6, p. 2158-2163). USA, NY: Gale Cengage Learning.



Διαγωνισμός PISA 2015: Ερμηνεία των αποτελεσμάτων στις Φυσικές Επιστήμες υπό τη μορφή δύο διαστάσεων

Δρ. Νικόλαος Κυπραίος
Εκπαιδευτικός – Φροντιστής

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διενεργήθηκε μία σύγκριση ανάμεσα στις πέντε χώρες του ΟΟΣΑ με την καλύτερη επίδοση, σε σχέση με τις πέντε χώρες με την χειρότερη επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες, στο πρόγραμμα PISA του 2015. Οι παράγοντες που επηρέασαν το αποτέλεσμα, απεικονίζονται υπό μορφή δύο διαστάσεων: των οικονομικών πόρων που επενδύονται στην εκπαίδευση και του περιβάλλοντος μάθησης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ως ένα σημαντικό εύρημα, ότι μεγάλη επίδραση στη βελτίωση των επιδόσεων έχει η αυτονομία των σχολείων στη λήψη αποφάσεων, τόσο στην αξιολόγηση των μαθητών, όσο και στην εφαρμογή του προγράμματος σπουδών. Επιπλέον, έγινε μια προσπάθεια ερμηνείας της χαμηλής επίδοσης των Ελλήνων μαθητών.

Λέξεις – κλειδιά: Επιστημονικός εγγραμματισμός, αξιολόγηση μαθητών, PISA

A two-dimensional analysis of the results of PISA 2015 science literacy

Dr Nikolaos Kipraios
Tutor

Abstract

In this descriptive study, a comparison was made between the five most successful OECD countries with the less successful five, in PISA Science literacy in 2015. The analysis was two-dimensional: firstly through the financial and human resources invested in education, and secondly, through the learning environment and organization of schools. Data were obtained through OECD and PISA review documents. The results demonstrated that, in terms of the curriculum, school autonomy in decision-making, affect students' performance positively. Moreover, a non-linear relationship between class size and student performance was found. Implications on Greek students' low performance are discussed.

Keywords: Scientific literacy, OECD, PISA



1. Εισαγωγή

Το διεθνές πρόγραμμα PISA είναι μία εκπαιδευτική έρευνα που διεξάγεται κάθε τρία χρόνια και αποτελεί μία πρωτοβουλία διαφόρων χωρών, υπό την οργάνωση της διεύθυνσης εκπαίδευσης του ΟΟΣΑ. Αποσκοπεί στην αποτίμηση του εγγραμματισμού (literacy) των μαθητών που βρίσκονται στο τέλος της υποχρεωτικής τους εκπαίδευσης, δηλαδή αξιολογεί την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις γνώσεις που απέκτησαν για να αντιμετωπίσουν καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Ταυτόχρονα, ανιχνεύει διάφορες όψεις της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών συστημάτων των χωρών (ΙΕΠ-PISA, 2018). Στην πραγματικότητα, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι το πρόγραμμα είναι μία αξιολόγηση των εκπαιδευτικών συστημάτων των συμμετεχόντων χωρών, όπου αξιολογούνται τα πάντα. Η θεματολογία του αφορά σε τρία γνωστικά πεδία: Κατανόηση Κειμένου, Μαθηματικά, και Φυσικές Επιστήμες.

Θεμελιώδης έννοια του προγράμματος PISA, αποτελεί ο εγγραμματισμός των μαθητών: «Ο εγγραμματισμός των μαθητών που βρίσκονται στο τέλος της Υποχρεωτικής τους Εκπαίδευσης αποτελεί κύρια αναζήτηση του Προγράμματος PISA, υπό την έννοια ότι το Πρόγραμμα αυτό αποτιμά τις γνώσεις και τις δεξιότητες που οι εν λόγω μαθητές απέκτησαν στα τρία βασικά αντικείμενα των σχολικών τους σπουδών -Κατανόηση Κειμένου, Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, συνυπολογίζει την ικανότητα των μαθητών να συλλογίζονται ολοκληρωμένα, να χρησιμοποιούν συνθετική και αναλυτική σκέψη, να ανιχνεύουν όψεις και ενδεχόμενες αντινομίες στο περιβάλλον και στον κοινωνικό τους χώρο, να διατυπώνουν με σαφήνεια και πληρότητα εκτιμήσεις και θέσεις τους, να ανταποκρίνονται με επάρκεια σε πιθανά ζητήματα που κατά καιρούς ανακύπτουν στο χώρο και στο χρόνο. Η αξιολόγηση του εγγραμματισμού των μαθητών από πλευράς PISA οργανώνεται δε με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξετάζονται όχι μόνον οι γνώσεις, οι δεξιότητες και οι στάσεις που έχουν αποκτήσει ή διαμορφώσει όλο αυτό το διάστημα της σχολικής τους ζωής, αλλά και να ανιχνεύονται μια σειρά από παράγοντες από το οικογενειακό και κοινωνικό περιβάλλον τους, οι οποίοι επηρεάζουν -πιθανώς- την ανάπτυξη αυτών των γνώσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών τόσο στο σχολείο όσο και στον ευρύτερο κοινωνικό τους χώρο». (ΙΕΠ-PISA, 2018). Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι επειδή κάθε άτομο εξασφαλίζει την προσωπική του ανάπτυξη και την ενσωμάτωσή του στο κοινωνικό σύνολο μέσω της εκπαίδευσης που αποκτά, ο διεθνής διαγωνισμός PISA είναι ένας σημαντικός δείκτης της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού συστήματος μιας χώρας (Yalsin et al., 2012).

Μέχρι σήμερα, έχουν διεξαχθεί επτά διαγωνισμοί PISA. Ο πιο πρόσφατος έλαβε μέρος την άνοιξη του 2018 και δεν έχουν ανακοινωθεί αναλυτικά αποτελέσματα. Επομένως, τα δεδομένα που διαθέτουμε αφορούν σε έξι διαγωνισμούς. Σε δύο από αυτούς, το 2006 και το 2015, η εστίαση ήταν στις Φυσικές Επιστήμες. Οι Έλληνες μαθητές και στους έξι αυτούς διαγωνισμούς που διενεργήθηκαν έχουν επιτύχει πολύ χαμηλές επιδόσεις. Ειδικότερα στις Φυσικές Επιστήμες, η επίδοση που καταγράφεται, βρίσκεται σταθερά στις τελευταίες πέντε θέσεις. Κάθε φορά που δημοσιοποιούνται τα αποτελέσματα, οι υπεύθυνοι φαίνεται να αποτυπώνουν ένα ευρύτερο, αλλά δυστυχώς επιφανειακό, ενδιαφέρον για τη διαμόρφωση ορθότερης εκπαιδευτικής πολιτικής. Ένα πρόβλημα επομένως, εντοπίζεται στο γεγονός ότι παρά την πληθώρα των πλούσιων πρωτογενών στοιχείων που παρουσιάζει ο PISA, η δημοσιευμένη ερευνητική δραστηριότητα στο επίπεδο της ερμηνείας της επίδοσης των Ελλήνων μαθητών, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη (Αποστολόπουλος et al., 2008). Οι περισσότερες έρευνες έχουν εστιάσει στη διάσταση του προγράμματος σπουδών και του περιεχομένου της μάθησης. Εμφανίζεται ωστόσο έλλειψη διερεύνησης της επίδρασης που ενδέχεται να έχουν στη μάθηση, οι άλλοι δύο βασικοί άξονες: του περιβάλλοντος μάθησης – αυτονομίας σχολείων και της διαχείρισης οικονομικών και ανθρωπίνων πόρων. Επιπροσθέτως, ένα σημαντικό ερευνητικό κενό εντοπίζεται και στην σύγκριση των



αποτελεσμάτων μεταξύ των χωρών με σταθερά υψηλές επιδόσεις, σε σχέση με εκείνες που παρουσιάζουν χαμηλές επιδόσεις (Kalaycioglu, 2015).

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να καταγράψουμε τις διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στις πέντε χώρες με την καλύτερη επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες, σε σχέση με εκείνες τις πέντε που εμφανίζουν την χειρότερη επίδοση – μεταξύ των χωρών του ΟΟΣΑ -, εστιάζοντας σε δύο παραμέτρους: του περιβάλλοντος μάθησης, και της διαχείρισης των οικονομικών - ανθρωπίνων πόρων. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να επισημανθεί ότι η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών εκπαιδευτικών συστημάτων της κάθε χώρας είναι δύσκολη για πολλούς λόγους και εμφανίζεται ως ένας σημαντικός περιορισμός της παρούσας έρευνας. Όμως, σύμφωνα με τους Aydin et al., 2010, τέτοιες συγκρίσεις μπορεί να προβούν χρήσιμες.

Η ταυτότητα της έρευνας

Στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία εντοπίζονται αρκετές έρευνες που προσπαθούν να εντοπίσουν τα αίτια των επιδόσεων των χωρών, εστιάζοντας περισσότερο σε αυτές που εμφανίζουν χαμηλές επιδόσεις. Μία από αυτές είναι και η Ελλάδα, της οποίας οι επιδόσεις στις Φυσικές Επιστήμες, βρίσκονται σταθερά στις τελευταίες πέντε θέσεις, στους πιο πρόσφατους διαγωνισμούς. Τα δεδομένα που προκύπτουν από το διαγωνισμό δεν αφορούν μόνο στην επίδοση των μαθητών στα γνωστικά αντικείμενα. Η συλλογή δεδομένων επεκτείνεται σε ένα μεγάλο φάσμα πληροφοριών για τα χαρακτηριστικά των ίδιων των μαθητών, των οικογενειών τους, των σχολείων τους και φυσικά, των εκπαιδευτικών συστημάτων γενικότερα. Παρουσιάζεται λοιπόν μία τεράστια συλλογή από δεδομένα που μπορούν, ενδεχομένως, να συμβάλλουν στην κατανόηση των παραμέτρων που προάγουν μία επιτυχημένη εκπαίδευση. Αυτό έχει ως συνέπεια, η ερμηνεία των επιδόσεων των μαθητών στο διεθνή διαγωνισμό PISA να εμφανίζεται σύνθετη και αποτελούμενη από πολλές παραμέτρους. Οι βασικότερες παράμετροι που προσμετρούνται στην ερμηνεία των επιδόσεων είναι: το περιεχόμενο της μάθησης και τα προγράμματα σπουδών (Anagnostopoulou et al., 2010), η σχετική αυτονομία των σχολείων τόσο στη διαχείριση πόρων όσο και στη διαχείριση του προγράμματος σπουδών και πρακτικών αξιολόγησης των μαθητών (Kouri & Skoumios, 2017), το ύψος και η κατανομή οικονομικών και ανθρωπίνων πόρων στην εκπαίδευση (Aydin et al., 2010), η κοινωνικοοικονομική κατάσταση των σχολείων (Perry & McConney, 2003), αλλά ακόμη και το ίδιο το οικογενειακό περιβάλλον και το επίπεδο εκπαίδευσης των γονέων (Tomul & Celik, 2009).

Μία πρώτη διάσταση λοιπόν, που διαμορφώνει τα αποτελέσματα του διαγωνισμού είναι αναμφισβήτητα το περιεχόμενο της μάθησης. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα, τα αναλυτικά προγράμματα είναι απαρχαιωμένα και τα σχολικά συγγράμματα σε κάποιες περιπτώσεις είναι μεγαλύτερα της εικοσαετίας. Επιπροσθέτως, έχει επανειλημμένα διαπιστωθεί ότι τα βιβλία ευνοούν την παραγαλία, αποθαρρύνοντας την κριτική σκέψη (Anagnostopoulou et al., 2010). Σημαντικές αποκλίσεις εμφανίζονται μεταξύ των ερωτήσεων του διαγωνισμού και των ελληνικών συγγραμμάτων και εξετάσεων. Στο διαγωνισμό PISA γίνεται χρήση πολλών οπτικών δεδομένων, κάτι που εκλείπει από τα ελληνικά βιβλία. (Anagnostopoulou et al., 2015). Βέβαια, ακόμη και στις περιπτώσεις όπου στα συγγράμματα προσεγγίζονται οι τύποι ερωτήσεων του διαγωνισμού, έχει διαπιστωθεί ότι τα θέματα των προαγωγικών εξετάσεων, διαφοροποιούνται κάνοντας ευρεία χρήση ερωτήσεων με σύντομη διατύπωση, άρα και απάντηση. Με άλλα λόγια, ελέγχουν σε μεγαλύτερο βαθμό την ικανότητα ανάκλησης της γνώσης και όχι την ικανότητα κατανόησης και ερμηνείας ενός φαινομένου (Αποστολόπουλος et al., 2008). Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι ακόμη και τα σχετικά περιορισμένα οπτικά δεδομένα που υπάρχουν, οι μαθητές τα αγνοούν, θεωρώντας τα διακοσμητικά, παρερμηνεύοντας την πληροφορία που μπορεί να περιέχουν (Anagnostopoulou et al., 2012)



Ένας άλλος βασικός άξονας που πρέπει να μελετηθεί, αφορά στο περιβάλλον της μάθησης. Η βιβλιογραφία έχει αποδείξει ότι τα σχολεία που εμφανίζουν καλύτερη οργάνωση και διαθέτουν περισσότερη αυτονομία στις αποφάσεις, επιτυγχάνουν καλύτερο εγγραμματισμό στους μαθητές τους (Koutsogeorgorouli, 2009). Έρευνες έχουν δείξει ότι ο υψηλός βαθμός σχολικής αυτονομίας και κατά συνέπεια ελαχιστοποίηση της γραφειοκρατίας, μπορούν να δημιουργήσουν κατάλληλο περιβάλλον για βελτίωση. Η αποκέντρωση στην λήψη των αποφάσεων επιδρά θετικά, τόσο για το σχολείο ως οργανισμό όσο και για το παιδαγωγικό έργο στα σχολεία (Ringarp & Rothland, 2010)

Η απόδοση των μαθητών παρουσιάζεται υψηλότερη, με την αυτονομία του σχολείου ακόμη και στην επιλογή σχολικών βιβλίων, την πρόσληψη καθηγητών και την κατανομή του προϋπολογισμού εντός σχολείου. Βέβαια, σύμφωνα με τους Fuchs και Wölsmann, 2008, η αυτονομία συνδέεται περισσότερο θετικά με την απόδοση σε συστήματα που έχουν κεντρικές απολυτήριες εξετάσεις.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το γεγονός ότι η παράμετρος του μεγέθους της τάξης (ως προς τον αριθμό των μαθητών) δεν δείχνει να είναι μία παράμετρος που επηρεάζει θετικά τη μάθηση (Usta, 2016). Σε μία έρευνα των Wölsmann και West, 2006, διαπιστώθηκαν ευεργετικά αποτελέσματα από τις μικρότερες τάξεις στην Ελλάδα. Ωστόσο, όπως επισημαίνουν, θα πρέπει να απορριφθεί κάθε πιθανότητα ακόμη και μικρών επιπτώσεων στο σύνολο των υπολοίπων χωρών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η επίδραση του μεγέθους της τάξης παρατηρείται σημαντική μόνο σε χώρες με σχετικά χαμηλούς μισθούς καθηγητών.

Όπως θα ήταν αναμενόμενο, οι οικονομικοί και ανθρωπίνι πόροι, εμφανίζονται ως ένας τρίτος άξονας που συμβάλλει στην καλύτερη ποιότητα της εκπαίδευσης, και κατά συνέπεια σε καλύτερες επιδόσεις στον διαγωνισμό. Αυτό που προκύπτει από διάφορες έρευνες είναι ότι τα διαθέσιμα χρήματα στον τομέα της εκπαίδευσης δεν είναι απαραίτητο να είναι πολλά, αλλά να ξοδεύονται σωστά, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να δίνονται και τα κατάλληλα κίνητρα στους καθηγητές. (Koutsogeorgorouli, 2009)

2. Μεθοδολογία

Ο διαγωνισμός PISA συλλέγει δεδομένα όχι μόνο για τους μαθητές, αλλά και για τις οικογένειές τους, τα σχολεία τους και τα εκπαιδευτικά συστήματα των συμμετεχουσών χωρών, στοιχεία που μπορούν να συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση των παραγόντων που προάγουν την εκπαίδευση. Το δείγμα των σχολείων επιλέγεται με τυχαία στρωματοποιημένη δειγματοληψία και το δείγμα των μαθητών με τυχαία δειγματοληψία. Τα ερευνητικά εργαλεία είναι το φυλλάδιο του μαθητή, το ερωτηματολόγιο του μαθητή και το ερωτηματολόγιο του διευθυντή. Τα στοιχεία των μαθητών και των σχολείων είναι απόρρητα. Θα πρέπει να τονιστεί η δυνατότητα συσχετισμών με το PISA ανάμεσα στις επιδόσεις και στα ατομικά/κοινωνικά χαρακτηριστικά, η δυνατότητα συσχετισμών ανάμεσα στις επιδόσεις και στα χαρακτηριστικά των σχολείων στην Ελλάδα όπως και στις άλλες χώρες που συμμετέχουν, η δυνατότητα συγκρίσεων ανάμεσα στη μέση επίδοση μαθητών από διάφορες χώρες.

Στο διαγωνισμό του 2015, με εστίαση στον εγγραμματισμό στις Φ.Ε., πήραν μέρος 5500 Έλληνες μαθητές από 212 (σε σύνολο 1677) Γυμνάσια (περίπου το 13%), άρα από στατιστική άποψη μπορούν να προκύψουν κάποια συμπεράσματα, θεωρώντας ότι οι δεξιότητες καταμετρήθηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν την περιγραφική έρευνα, προήλθαν από τον επίσημο φορέα PISA. Διενεργήθηκε σύγκριση ανάμεσα στις πέντε χώρες με τις καλύτερες επιδόσεις (Ιαπωνία, Εσθονία, Φινλανδία, Καναδάς, Κορέα), σε σχέση με εκείνες που παρουσίασαν τις πέντε χειρότερες (Σλοβακία, Ελλάδα, Χιλή, Τουρκία, Μεξικό) στον τομέα του εγγραμματισμού των Φυσικών Επιστημών



και όχι συνολικά. Αξίζει να σημειωθεί, ότι σχεδόν το σύνολο των δέκα αυτών χωρών παρουσιάζει αξιοσημείωτη σταθερότητα στις επιδόσεις τους στους τελευταίους διαγωνισμούς του PISA και όχι μόνο σε αυτόν του 2015. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η έρευνα περιορίστηκε στις χώρες-μέλη του ΟΟΣΑ.

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας χωρίζονται σε δύο βασικούς τομείς. Αρχικά παρουσιάζονται οι επιδόσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες στο διαγωνισμό της PISA το 2015. Στη συνέχεια, απεικονίζονται οι παράγοντες που ενδεχομένως επηρέασαν το αποτέλεσμα αυτό, υπό τη μορφή δύο διαστάσεων: των οικονομικών και ανθρωπίνων πόρων που επενδύονται στην εκπαίδευση, και του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης των σχολείων.

3.1 Επιδόσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες στον διαγωνισμό PISA 2015

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 1 δείχνουν ότι η Ιαπωνία, η Εσθονία, η Φινλανδία, ο Καναδάς και η Κορέα είναι οι πέντε χώρες του ΟΟΣΑ με τη μεγαλύτερη επίδοση στον διαγωνισμό, ενώ η Σλοβακία, η Ελλάδα, η Χιλή, η Τουρκία και το Μεξικό είναι οι πέντε χώρες με τη χειρότερη επίδοση. Ο μέσος όρος για τις χώρες του ΟΟΣΑ ήταν 493 μονάδες. Όπως προκύπτει επίσης, οι επιδόσεις όλων των χωρών, παρέμειναν πρακτικά ίδιες με αυτές που είχαν και στον προηγούμενο διαγωνισμό με εστίαση στις Φυσικές Επιστήμες που διεξήχθη το 2006.

Πίνακας 1: Επιδόσεις των μαθητών για τις χρονιές 2006 και 2015

Οι πέντε πρώτες χώρες του ΟΟΣΑ	Επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες		Οι πέντε τελευταίες χώρες του ΟΟΣΑ	Επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες	
	2006	2015		2006	2015
Ιαπωνία	531	538	Σλοβακία	488	461
Εσθονία	531	534	Ελλάδα	473	455
Φινλανδία	563	531	Χιλή	438	447
Καναδάς	534	528	Τουρκία	424	425
Κορέα	522	516	Μεξικό	410	416
Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	473	493	Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	473	493

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 2, οι πέντε πρώτες σε επίδοση χώρες εμφανίζουν ελάχιστο ποσοστό (περίπου 10%) μαθητών με επίπεδο εγγραμματισμού μικρότερο του 2. Αντιθέτως, στο δεύτερο γκρουπ των χειρότερων σε επίδοση χωρών, βλέπουμε ότι το τελευταίο Μεξικό εμφανίζει σχεδόν τους μισούς μαθητές στα δύο χειρότερα επίπεδα εγγραμματισμού, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην Ελλάδα είναι 32,7% (πρακτικά 1 στους 3 μαθητές).



Πίνακας 2: Επιδόσεις ανά επίπεδα εγγραμματοσμού στις Φυσικές Επιστήμες

Οι πέντε πρώτες χώρες του ΟΟΣΑ	Επίδοση στις Φ. Ε. (%)		Οι πέντε τελευταίες χώρες του ΟΟΣΑ	Επίδοση στις Φ. Ε. (%)	
	Μικρότερη του επιπέδου 2	Επίπεδα 5 και 6		Μικρότερη του επιπέδου 2	Επίπεδα 5 και 6
Ιαπωνία	9,6	15,3	Σλοβακία	30,7	3,6
Εσθονία	8,7	13,5	Ελλάδα	32,7	2,1
Φινλανδία	11,5	14,3	Χιλή	34,9	1,2
Καναδάς	11,0	12,4	Τουρκία	44,5	0,4
Κορέα	14,4	10,6	Μεξικό	47,8	0,1
Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	21,2	7,8	Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	21,2	7,8

3.2 Το περιβάλλον μάθησης και η οργάνωση των σχολείων

Τα δεδομένα του Πίνακα 3 δείχνουν ότι υπάρχουν χώρες με καλή επίδοση όπου έχουν σε κάθε τάξη αισθητά περισσότερους μαθητές από τον μέσο όρο και αντίστοιχα χώρες με χαμηλή επίδοση παρόλο που το μέγεθος της τάξης σε αυτές βρίσκεται κάτω από τον μέσο όρο. Η αναλογία μαθητή/καθηγητή προκύπτει από τη διαίρεση του αριθμού των μαθητών προς τον αριθμό των διορισμένων καθηγητών. Είναι ένας σημαντικός δείκτης των πόρων που διατίθενται στην εκπαίδευση. Στον Πίνακα 3 φαίνεται ότι η Ελλάδα αποτελεί μία εξαίρεση, καθώς είναι η μοναδική χώρα η οποία παρόλο που βρίσκεται αισθητά κάτω από τον μέσο όρο (αναλογούν περισσότεροι καθηγητές ανά μαθητή), οι επιδόσεις δεν είναι ανάλογες με αυτές των πρώτων χωρών.

Πίνακας 3: Μέσος όρος αριθμού μαθητών ανά τάξη και αναλογία μαθητή/καθηγητή

Οι πέντε πρώτες χώρες του ΟΟΣΑ	Μέγεθος τάξης	Αναλογία μαθητή/καθηγητή	Οι πέντε τελευταίες χώρες του ΟΟΣΑ	Μέγεθος τάξης	Αναλογία μαθητή/καθηγητή
Ιαπωνία	36	12	Σλοβακία	22	13
Εσθονία	25	12	Ελλάδα	24	10
Φινλανδία	19	10	Χιλή	34	21
Καναδάς	26	16	Τουρκία	47	25
Κορέα	31	15	Μεξικό	39	28
Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	26	13	Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	26	13

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα δεδομένα του Πίνακα 4. Αρκετές από τις πέντε πρώτες χώρες σε επίδοση, εμφανίζονται να διδάσκουν πολύ λιγότερες ώρες τα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών σε σχέση με το μέσο όρο. Επιπροσθέτως, οι αυξημένες διδακτικές ώρες (Ελλάδα, Χιλή, Μεξικό) δεν συνεπάγονται και αντίστοιχα αποτελέσματα. Με άλλα λόγια, επιβεβαιώνεται το γεγονός ότι δεν έχει σημασία το πόσο διδάσκει, αλλά το πώς το διδάσκει.



Πίνακας 4: Ώρες/εβδομάδα για μαθήματα Φυσικών Επιστημών

Οι πέντε πρώτες χώρες του ΟΟΣΑ	Ώρες/εβδομάδα σε μαθήματα Φ.Ε.	Οι πέντε τελευταίες χώρες του ΟΟΣΑ	Ώρες/εβδομάδα σε μαθήματα Φ.Ε.
Ιαπωνία	174	Σλοβακία	186
Εσθονία	219	Ελλάδα	230
Φινλανδία	170	Χιλή	350
Καναδάς	291	Τουρκία	202
Κορέα	171	Μεξικό	232
Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	210	Μ.Ο. του ΟΟΣΑ	210

Τα δεδομένα στους Πίνακες 5 και 6 είναι μάλλον καθοριστικά στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Σύμφωνα με αυτά λοιπόν, οι αποφάσεις για την αξιολόγηση των μαθητών λαμβάνονται σε συντριπτικό ποσοστό από το κάθε σχολείο (καθηγητές και διευθυντές) σε χώρες με καλές επιδόσεις, ενώ στις χώρες με τη χειρότερη επίδοση όπως η Ελλάδα, η Τουρκία και το Μεξικό, προέρχονται από τα Υπουργεία και είναι πιο «κεντρικές». Περισσότερο πειστικά είναι τα δεδομένα του Πίνακα 6: η θέσπιση πολιτικής αναφορικά με το πρόγραμμα σπουδών που ακολουθείται λαμβάνεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από το εκάστοτε σχολείο στην Ιαπωνία, την Εσθονία, την Φινλανδία και την Κορέα. Αντιθέτως η Ελλάδα βρίσκεται στην τελευταία θέση των χωρών του ΟΟΣΑ, όπου διαπιστώνεται ότι το 96,5% των αποφάσεων για το πρόγραμμα σπουδών λαμβάνονται από το υπουργείο, δίνοντας στα σχολεία την ουσιαστικά μηδαμινή ευελιξία του 3,4% στη λήψη των οποιονδήποτε αποφάσεων.

Πίνακας 5: Θέσπιση πολιτικής για την αξιολόγηση των μαθητών

	Διευθυντές	Καθηγητές	Σχολικές επιτροπές	Περιφέρεια	Υπουργείο	Διευθυντής και καθηγητές
Οι πέντε	Ιαπωνία	75.4	22.5	0.9	0.5	98.0
	Εσθονία	40.2	35.1	20.0	1.0	75.3
	Φινλανδία	29.4	48.6	0.8	10.0	77.9
	Καναδάς	27.9	20.4	5.4	26.7	48.2
	Κορέα	35.7	49.3	7.0	7.1	85.0
	Μ.Ο. ΟΟΣΑ	31.5	36.3	11.0	6.7	67.9
Οι πέντε	Σλοβακία	31.1	60.5	2.6	0.1	91.6
	Ελλάδα	4.9	29.0	0.7	0.2	33.9
	Χιλή	33.2	32.3	25.3	0.7	65.4
	Τουρκία	1.7	3.5	6.5	1.0	5.2
	Μεξικό	10.4	30.0	25.9	19.9	40.4



Πίνακας 6: Θέσπιση πολιτικής για το πρόγραμμα σπουδών

		Διευθυντές	Καθηγητές	Σχολικές επιτροπές	Περιφέρεια	Υπουργείο	Διευθυντής και καθηγητές
Οι πέντε	Ιαπωνία	62.4	27.8	2.5	6.9	0.5	90.2
	Εσθονία	38.0	43.9	13.7	1.4	3.0	81.9
	Φινλανδία	26.1	54.8	1.2	9.2	8.7	80.9
	Καναδάς	27.7	32.9	2.4	9.8	27.3	60.5
	Κορέα	25.6	55.0	14.6	3.5	1.3	80.6
Οι πέντε	Μ.Ο. ΟΟΣΑ	21.6	44.1	7.6	7.0	19.6	65.8
	Σλοβακία	23.2	58.6	2.2	0.4	15.6	81.8
	Ελλάδα	0.7	2.8	0.1	0.0	96.5	3.4
	Χιλή	21.8	33.0	17.6	2.7	25.1	54.7
	Τουρκία	2.7	5.3	13.8	0.9	77.3	8.0
	Μεξικό	3.8	18.9	10.9	24.3	42.1	22.7

3.3 Η διάσταση των οικονομικών και ανθρώπινων πόρων που επενδύονται στην εκπαίδευση

Οι μισθοί που απεικονίζονται στον Πίνακα 7, αναφέρονται στο έτος 2015, σε καθηγητές νεοδιορισμένους με μηδενική προϋπηρεσία. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόμοια ήταν τα δεδομένα ακόμη και στις περιπτώσεις σύγκρισης σε καθηγητές με 15 ή και 25 χρόνια προϋπηρεσίας. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα λοιπόν, κατά κανόνα οι χώρες που έχουν τις καλύτερες επιδόσεις, έχουν και μεγαλύτερους μισθούς καθηγητή. Εξαιρεση αποτελεί μόνο η Εσθονία, όπου οι μισθοί που προσφέρει αν και είναι πρακτικά ίδιοι με αυτούς της Ελλάδας, βρίσκεται στην 2^η θέση επίδοσης, ενώ η Ελλάδα στις πέντε τελευταίες. Ενδεικτικά επίσης είναι και τα έξοδα ανά μαθητή. Οι πρώτες σε επιδόσεις χώρες, με εξαίρεση πάντα την Εσθονία, ξεδεύουν διπλάσια ή και τριπλάσια χρήματα ανά μαθητή προκειμένου να πετύχουν στο στόχο της εκπαίδευσης.

Πίνακας 7: Μισθός καθηγητή και έξοδα ανά μαθητή (σε δολάρια)

Οι πέντε πρώτες χώρες του ΟΟΣΑ	Μισθός καθηγητή	\$/μαθητή	Οι πέντε τελευταίες χώρες του ΟΟΣΑ	Μισθός καθηγητή	\$/μαθητή
Ιαπωνία	30.631	11.147	Σλοβακία	14.267	6.660
Εσθονία	19.529	6.861	Ελλάδα	19.374	6.786
Φινλανδία	36.081	10.482	Χιλή	23.429	4.301
Καναδάς	39.222	-	Τουρκία	26.219	3.511
Κορέα	30.455	12.202	Μεξικό	25.401	3.129



4. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον διαγωνισμό PISA για το έτος 2015 με εστίαση στις Φυσικές Επιστήμες, η Ιαπωνία, η Εσθονία, η Φινλανδία, ο Καναδάς και η Κορέα, είναι οι πέντε χώρες με την καλύτερη επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες, μεταξύ των χωρών του ΟΟΣΑ. Αντίθετα, οι πέντε χώρες με τη χειρότερη επίδοση είναι η Σλοβακία, η Ελλάδα, η Χιλή, η Τουρκία και το Μεξικό. Αξίζει να τονιστεί το γεγονός ότι παρόμοιες επιδόσεις είχαν σχεδόν όλες και στον διαγωνισμό του 2006, όπου επίσης εστίαζε στις Φυσικές Επιστήμες. Το γεγονός ότι παρουσιάζεται μία αξιοσημείωτη σταθερότητα μέσα στα χρόνια, βοηθά στην εξαγωγή περισσότερο αξιόπιστων συμπερασμάτων. Με μια καλύτερη ανάγνωση των αποτελεσμάτων, προκύπτει ότι στην Τουρκία και το Μεξικό σχεδόν ένας στους δύο μαθητές βρίσκεται σε επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού μικρότερο του 2, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην Ελλάδα είναι πρακτικά ένας στους 3. Αντιθέτως, τα αντίστοιχα ποσοστά για τα επίπεδα 5 και 6 (τα ανώτερα) είναι πρακτικά μηδαμινά. Το επίπεδο 2 θεωρείται το κατώτατο όριο, όπου οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν ικανότητα να χρησιμοποιούν την επιστημονική γνώση με επαρκή τρόπο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθορίσει ως δείκτη για το έτος 2020 την μείωση του ποσοστού αυτού σε επίπεδα κάτω του 15%. Για να μπορέσει να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, ένα πρώτο σημαντικό βήμα είναι να υπάρξει ουσιαστική επικοινωνία μεταξύ των αρμόδιων φορέων τόσο της εκπαιδευτικής έρευνας, όσο και τη εκπαιδευτικής πολιτικής.

Αναφορικά με το περιβάλλον μάθησης, το ζήτημα του αριθμού των μαθητών μιας τάξης έχει πυροδοτήσει έντονη αντιπαράθεση σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Επικρατεί η αντίληψη ότι μία τάξη με μικρότερο αριθμό μαθητών, επιτρέπει στον καθηγητή να εστιάσει περισσότερο στις προσωπικές ανάγκες του κάθε μαθητή. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι είναι ένα από τα βασικά κριτήρια στην επιλογή σχολείου, από τη μεριά των γονέων. Ερμηνεύοντάς το από αυτή την οπτική γωνία, το μέγεθος μιας τάξης αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα της ποιότητας του περιβάλλοντος μάθησης. Παρόλα αυτά, τα ευρήματα της έρευνας αυτής αποδεικνύουν ακριβώς το αντίθετο. Από τις πέντε πρώτες χώρες, μόνο μία, η Φινλανδία, βρίσκεται κάτω από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ, που είναι οι 26 μαθητές. Η Ελλάδα και η Σλοβακία, αν και διαθέτουν τάξεις με μικρότερο αριθμό μαθητών από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ, βρίσκονται στις χαμηλότερες κατηγορίες επιδόσεων. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από την αναλογία μαθητή/καθηγητή. Η Ελλάδα, μαζί με τη Φινλανδία, διαθέτει τη χαμηλότερη αναλογία, αρκετά κάτω από το μέσο όρο, και παρόλα αυτά οι επιδόσεις των μαθητών παραμένουν χαμηλές. Το αποτέλεσμα αυτό χρίζει περισσότερης προσοχής. Πιθανότατα, οφείλεται στο γεγονός ότι ο αριθμός των μαθητών μιας τάξης αναμφίβολα είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει τη διαδραστικότητα μεταξύ μαθητή και καθηγητή, άρα και το επίπεδο μάθησης. Από την άλλη όμως μεριά, σίγουρα δεν μπορείς να αυξήσεις την αποδοτικότητα, απλά και μόνο μειώνοντας το όριο των μαθητών σε μία τάξη (Usta, 2016). Μία πιθανή εξήγηση μπορεί να είναι το γεγονός ότι υπάρχουν πολλοί ακόμη παράγοντες που αλληλεπιδρούν, όπως το περιεχόμενο του μαθήματος που διδάσκεται, οι πραγματικές ώρες διδασκαλίας, τα κριτήρια του διαχωρισμού των τμημάτων, η παιδαγωγική μέθοδος προσέγγισης κ.α. (Aydin et al., 2010). Τα συμπεράσματα αυτά ενισχύονται ακόμη περισσότερο και από τα δεδομένα του πίνακα 4. Χώρες όπως η Ιαπωνία, η Φινλανδία και η Κορέα ενώ βρίσκονται κάτω από το μέσο όρο των ωρών διδασκαλίας σε μαθήματα Φυσικών Επιστημών ανά εβδομάδα, επιτυγχάνουν καλύτερο αποτέλεσμα. Από την άλλη μεριά, η Ελλάδα αν και οι διδακτικές ώρες στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών είναι περισσότερες (230 έναντι 210 του μέσου όρου), οι επιδόσεις που επιτυγχάνει είναι χειρότερες.

Στην παράμετρο της οργάνωσης και της αυτονομίας των σχολείων, με εξαίρεση τον Καναδά, όλες οι χώρες με την καλύτερη επίδοση εμφανίζουν μεγάλη αυτονομία στη θέσπιση πολιτικής τόσο για την αξιολόγηση των μαθητών, όσο και για το πρόγραμμα σπουδών. Συγκεκριμένα, για τις αποφάσεις που πρέπει να παρθούν αναφορικά με το πρόγραμμα σπουδών που θα ακολουθηθεί, ο μέσος όρος των



χωρών του ΟΟΣΑ είναι 65,8%. Η πρώτη σε επιδόσεις Ιαπωνία, λαμβάνει αποφάσεις σε επίπεδο 90,2% στα σχολεία (διευθυντής και καθηγητές). Η Ελλάδα, βρίσκεται στην τελευταία θέση ποσοστού αυτονομίας, με μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες. Μόνο το 3,4% των αποφάσεων λαμβάνεται στα σχολεία, ενώ το 96,5% λαμβάνεται από το Υπουργείο. Σε όλες τις διεθνείς έρευνες, τονίζεται το γεγονός ότι υπάρχει η τάση «αποκεντροποίησης» των αποφάσεων, ώστε αυτές να λαμβάνονται από τα «χαμηλότερα επίπεδα» της εκπαίδευσης, δηλαδή τα σχολεία. Σύμφωνα με τους Aydin et al, 2010, αυτό εμφανίζεται να είναι το σημείο-κλειδί για την οποιαδήποτε μεταρρύθμιση στον τομέα της εκπαίδευσης. Η επίτευξη μεγαλύτερης αυτονομίας αποφάσεων συνεπάγεται βελτίωση στον έλεγχο χρημάτων που ξοδεύονται, ελάττωση της γραφειοκρατίας, καλύτερη διαχείριση ανθρωπίνων πόρων και γενικότερα βελτίωση στην ποιότητα των σχολείων (OECD, 2016).

Παρατηρώντας τα δεδομένα του Πίνακα 7, προκύπτει ότι κατά βάση χώρες με υψηλότερους μισθούς καθηγητών εμφανίζουν και καλύτερη επίδοση και το αντίθετο. Βέβαια, χρειάζεται περισσότερη ανάλυση και το παράδειγμα της Εσθονίας. Οι μισθοί των καθηγητών είναι πρακτικά ίσοι με εκείνους της Ελλάδας. Το ίδιο συμβαίνει και με τα χρήματα που ξοδεύονται ανά μαθητή. Παρόλα αυτά η Εσθονία εμφανίζει τη 2^η καλύτερη επίδοση μεταξύ όλων των χωρών. Σίγουρα οι οικονομικοί πόροι είναι απαραίτητοι για καλύτερες προϋποθέσεις μάθησης, αλλά από μόνο του ως παράμετρος δεν επαρκεί. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, δεν προκύπτει καμία συσχέτιση μεταξύ των χρημάτων που ξοδεύονται για την εκπαίδευση και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Περισσότερη σημασία έχει η ορθότερη κατανομή των πόρων αυτών και οι ποιοτικές διαφορές στις εκπαιδευτικές πολιτικές που αποτελούν τη βάση για τη βελτίωση απόδοσης μεταξύ των χωρών (OECD, 2016).

Αν σταθούμε λοιπόν στην αναγκαιότητα να αναδειχθούν πλήρως όλες οι παράμετροι που προκύπτουν από τα αποτελέσματα των διαγωνισμών του PISA, τότε πράγματι εγείρονται προβληματισμοί για την ορθότητα των αποφάσεων των υπευθύνων, αλλά και της γενικότερης εκπαιδευτικής πολιτικής της Ελλάδας. Αυτό βέβαια, δεν συνεπάγεται ότι τα πάντα είναι λάθος. Είναι όμως πλέον αποδεκτό, ότι το Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα στηρίζεται σε παρωχημένες αντιλήψεις σχετικά με τις γνώσεις που παρέχει, τη διαδικασία αξιολόγησης και τον τρόπο λήψης αποφάσεων. Οι μονίμως χαμηλές επιδόσεις των Ελλήνων μαθητών, απλά επιβεβαιώνουν τη λανθασμένη χάραξη της εκπαιδευτικής μας πολιτικής και ταυτόχρονα την αδυναμία προσαρμογής στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα. Αν και το περίφημο «Φινλανδικό μοντέλο» λειτούργησε μόνο όταν έγιναν μεταρρυθμίσεις κυριολεκτικά σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσής τους, στην περίπτωση της Ελλάδας ένα πρώτο ουσιαστικό βήμα μπορεί να γίνει δίνοντας μεγαλύτερη αυτονομία αποφάσεων στα σχολεία, τόσο στην αξιοποίηση πόρων, όσο και στην εφαρμογή του προγράμματος σπουδών.

5. Βιβλιογραφία

Αποστολόπουλος Κ., Ψαλίδας Α. & Χατζηνικήτα Β., (2008), Επιδόσεις Ελλήνων μαθητών σε θέματα Φυσικών Επιστημών του PISA: Ερμηνευτικές προσεγγίσεις. Πρακτικά του 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου, με θέμα: Αναλυτικά Προγράμματα και Βιβλία Φυσικών Επιστημών (σελ. 28-40). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο-Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.

Anagnostopoulou K., Hatzinikita V. & Christidou V. (2015). Comparing international and national science assessment: what we learn about the use of visual representations. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 2(1), 96-110.



- Anagnostopoulou K., Hatzinikita V. & Christidou V. (2012). *Exploring visual material in PISA and school-based examination tests*. Publication Revue Skhôle,, 17, 47-56.
- Anagnostopoulou K., Hatzinikita V. & Christidou V. (2010). Assessed students' competencies in the Greek school framework and the PISA survey. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(2), 43-61.
- Aydin A., Uysal S. & Sarier Y. (2010). Analysing the results of pisa maths literacy in terms of social justice and equality in educational opportunities. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3537-3544.
- Fuchs T., Wößmann L. (2008). What accounts for international differences in student performance? A re-examination using PISA data. In: Dustmann C., Fitzenberger B., Machin S. (eds) *The Economics of Education and Training*. Studies in Empirical Economics. Physica-Verlag HD
- Kalaycioglu D.B. (2015). The Influence of Socioeconomic Status, Self-efficacy, and Anxiety on Mathematics Achievement in England, Greece, Hong Kong, the Netherlands, Turkey, and the USA. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(5), 1391-1401.
- Kiouri Ch. & Skoumios M. (2017). Dimensions of Scientific Literacy in Greek Upper Secondary Education Physics Curricula. *Journal of Education & Social Policy*, 4(4), 116-125.
- Koutsogeorgopoulou, V. (2009). *Raising Education Outcomes in Greece*. OECD Economics Department Working Papers, 723, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/221221773888>.
- OECD (2016). PISA 2015 Results (Volume I): *Excellence and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>.
- OECD (2016). PISA 2015 Results (Volume II): *Policies and Practices for Successful Schools*, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en>.
- Perry L. & McConney A. (2003). Does the SES of the School Matter? An Examination of Socioeconomic Status and Student Achievement Using PISA 2003. *Teachers College Record*, 112(4), 1137-1162.
- PISA, Ανακοίνωση ΙΕΠ (2018). Διεθνές Πρόγραμμα Αξιολόγησης Μαθητών. <http://www.iep.edu.gr/pisa/>
- Ringarp J., Rothland M. (2010). Is the grass always greener? The effect of the PISA results on education debates in Sweden and Germany. *European Educational Research Journal*, 9(3), 422-430.
- Tomul E. & Celik K. (2009). The relationship between the students' academics achievement and their socioeconomic level: cross regional comparison. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 1199-1204.
- Usta, H.G. (2016). Analysis of student and school level variables related to mathematics self-efficacy level based on PISA 2012 results for China-Shanghai, Turkey and Greece. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16, 1297-1323.
- Wößmann L., West M. (2006). Class-size effects in school systems around the world: Evidence from between-grade variation in TIMSS. *European Economic Review*, 50(3), 695-736.
- Yalcin M., Aslan S. & Usta E. (2012). Analysis of PISA 2009 Exam according to some variables. *Mevlana International Journal of Education*, 2(1), 64-71.



Διαβαθμιζόμενοι ορισμοί των εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες: η παιδαγωγική προσέγγιση του Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ.

Ιωάννης Λεύκος, Μαρία Μητσιάκη

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εισηγούμαστε την παιδαγωγική προσέγγιση των ορισμών των επιστημονικών εννοιών ως βασική συνιστώσα του επιστημονικού γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες. Η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση επιτυγχάνεται με τη χρήση του *Εικονογραφημένου Λεξικού Φυσικής για το Σχολείο (Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ.)*, το οποίο προσφέρει ορισμούς διαβαθμιζόμενης δυσκολίας τόσο από εννοιολογική όσο και από γλωσσική άποψη. Στο θεωρητικό μέρος της εργασίας αποτυπώνεται και αιτιολογείται η αναγκαιότητα για μια πιο παιδαγωγική προσέγγιση της εννοιολογικής πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζει τις Φυσικές Επιστήμες, ενώ στο εφαρμοσμένο μέρος παρουσιάζεται η φιλοσοφία των διαβαθμιζόμενων ορισμών στο Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ., ένα ψηφιακό λεξικό με ελεύθερη πρόσβαση (www.elefys.gr).

Λέξεις-κλειδιά: επιστημονικός γραμματισμός, διαβαθμιζόμενοι ορισμοί, ψηφιακό λεξικό, Ανοικτό Εκπαιδευτικό Υλικό, διδακτική Φυσικών Επιστημών

Gradient definitions of scientific concepts: the pedagogical approach of E.LE.FY.S.

Ioannis Lefkos, Maria Mitsiaki

University of Macedonia, Democritus University of Thrace

Abstract

In this paper, we propose a pedagogical approach of scientific term definitions as an essential component of scientific literacy in Science. Such an approach makes use of the Illustrated Science Dictionary for School, which includes term definitions of gradient conceptual and linguistic difficulty. In the theoretical part of this article, we reflect on the necessity for the pedagogical approach of conceptual complexity in Science, whereas in the applied part we present the philosophy behind gradient definitions of ELEFYS, a freely accessible digital dictionary (www.elefys.gr).

Keywords: scientific literacy, gradient definitions, digital dictionary, Open Educational Recourses, Science Education



1. Εισαγωγή

Η εξοικείωση με τη γλώσσα των Φ.Ε. και τις πολιτισμικές αξίες που φέρει θεωρείται συνήθως ως κατεξοχήν στόχευση των υψηλότερων εκπαιδευτικών βαθμίδων, παρά τη σημαντική διαπίστωση ότι η επιστήμη χωρίς τον γλωσσικό γραμματισμό είναι *ένα πλοίο χωρίς πανιά* (Osborne, 2002). Έτσι, οι μαθητές εισάγονται από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση στον ακαδημαϊκό λόγο των Φ.Ε. αλλά δεν τον οικειοποιούνται παρά μόνο πολύ αργότερα ή ακόμη και καθόλου κατά τη διάρκεια της σχολικής τους πορείας. Χωρίς, όμως, τη γλωσσική της ένδυση, η διδασκαλία των Φ.Ε. δεν επιτυγχάνει να αναπτύξει την ικανότητα των μαθητών να περιγράφουν, αλλά και να επιχειρηματολογούν κριτικά σε σχέση με τα φυσικά φαινόμενα και τις σχετιζόμενες έννοιες. Έτσι, ένα συχνό φαινόμενο που συναντούν οι διδάσκοντες τις Φ.Ε. στο Δημοτικό και το Γυμνάσιο είναι η επιφανειακή κατανόηση των φυσικών φαινομένων από τους μαθητές και η απλουστευτική έως απλοϊκή περιγραφή τους, λ.χ. *η θερμοκρασία μεγαλώνει* (όχι *αυξάνεται*), κ.ά. Άλλες φορές πάλι η ανεπάρκεια στη γλωσσική επεξεργασία οδηγεί σε επιστημονικές παρερμηνείες, π.χ. *κλειστό κύκλωμα-κλειστός διακόπτης*, ενώ η καθημερινή διαισθητική εμπειρία περιγράφεται στην απλή γλώσσα με όρους αντι-επιστημονικούς, π.χ. *το κρύο μπαίνει από την πόρτα*.

Η παρούσα εργασία αρχικά εξετάζει τη φύση των επιστημονικών ορισμών και στη συνέχεια προτείνει την αξιοποίηση διαβαθμιζόμενων ως προς τη δυσκολία ορισμών, οι οποίοι επιτυγχάνουν τη μετάβαση από την πιο απλοϊκή και παιδαγωγικά/ επικοινωνιακά κατάλληλη στην επιστημονικά ορθή και γλωσσικά επεξεργασμένη νοηματοδότηση των όρων. Η διαβάθμιση αυτή προσφέρεται από το Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το Σχολείο - Ε.Λε.Φυ.Σ. (Mitsiaki & Lefkos, 2018).

Η πρώτη έκδοση του ηλεκτρονικού λεξικού διατίθεται στη διεύθυνση: www.elephys.gr. Το ΕΛεΦυΣ αποτελεί παράδειγμα Ανοικτού Εκπαιδευτικού Υλικού με ελεύθερη πρόσβαση στους χρήστες.

1.1. Επιστημονικός γραμματισμός και εννοιολογική συνθετότητα

Βασική συνιστώσα του επιστημονικού γραμματισμού είναι η εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική ορολογία. Παρότι για πολλούς εκπαιδευτικούς η γλώσσα των Φ.Ε. είναι διαφανής και αναπαριστά τον φυσικό κόσμο με έναν ξεκάθαρο τρόπο (Lemke, 1998), η θεώρηση αυτή δεν φαίνεται να ισχύει και για τους μικρούς μαθητές, οι οποίοι μπορεί να έχουν προσεγγίσει σε κάποιον βαθμό τη σημασία των όρων αλλά να μην είναι σε θέση:

1. να τη διατυπώσουν οι ίδιοι,
2. να διακρίνουν τις περιπτώσεις πολυσημίας (π.χ. *ηλεκτρισμός* ως «τάση», «φορτίο», «ρεύμα», κτλ.),
3. να την επαναχρησιμοποιήσουν σε διαφορετικά συμφραζόμενα, καθώς και
4. να ελίσσονται ανάμεσα στις λεκτικές, συμβολικές, διαγραμματικές, κ.ά. αναπαραστάσεις των εννοιών που φέρουν οι επιστημονικοί όροι (Osborne, 2002).

Επομένως, η εννοιολογική πολυπλοκότητα στις Φ.Ε. απαιτεί την απο-κωδικοποίηση και τη συνακόλουθη ανα-κωδικοποίηση των εννοιών των επιστημονικών όρων. Αυτό επιχειρείται μέσα από τους ορισμούς που παρατίθενται στα σχολικά εγχειρίδια, καθώς και στα ειδικά λεξικά ορολογίας, μια προσέγγιση άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο παιδαγωγικά δοσμένη, ανάλογα βέβαια με τη στόχευσή τους.



1.2. Οι διασυνδεόμενοι ορισμοί των εννοιών στις Φ.Ε.

Ο επιστημονικός λόγος χαρακτηρίζεται από διασυνδεόμενους (interlocking) ορισμούς των εννοιών, που περιλαμβάνουν δηλαδή αμοιβαία οριζόμενους όρους και έννοιες (Halliday, 1989). Μια συχνή γραμματική δομή που αποτυπώνει τους ορισμούς αυτούς είναι η παρακάτω:

Το Α ορίζεται ως Χ, το οποίο έχει το χαρακτηριστικό Υ που ονομάζεται Β.

Η δομή αυτή μπορεί να είναι άλλοτε λιγότερο και άλλοτε περισσότερο σύνθετη. Τέτοιου είδους ορισμοί είναι ιδιαίτερα συχνοί στα σχολικά εγχειρίδια, λ.χ.:

Άτομο ονομάζεται το **σωματίδιο** που αποτελείται από τον **πυρήνα** και τα **ηλεκτρόνια** που **περιστρέφονται** γύρω από τον πυρήνα. Ο πυρήνας **αποτελείται** από **πρωτόνια** και **νετρόνια**.
(Φυσικά Ε΄ Δημοτικού)

Σε κάθε περίπτωση, ο μαθητής καλείται να κατανοήσει ένα πλέγμα εννοιών (π.χ. *σωματίδιο, πυρήνας, ηλεκτρόνια, πρωτόνια, νετρόνια*). Έτσι, ενώ ένας συγκεκριμένος όρος μπορεί να μην παραπέμπει σε δύσκολη έννοια αυτός καθαυτός, προσδιορίζεται μέσω μιας γλωσσικής κατασκευής στο πλαίσιο της οποίας οι όροι ορίζονται με αλληλένδετο τρόπο, δηλαδή ο ορισμός του ενός προκύπτει μέσω του ορισμού των άλλων. Παρόμοια είναι η εικόνα και στα ειδικά λεξικά των Φ.Ε., ακόμη κι εκείνα που είναι παιδαγωγικά προσανατολισμένα.

Προκειμένου να ξεπεραστεί η δυσκολία των μαθητών που προκύπτει από τους διασυνδεόμενους ορισμούς, απαιτείται μια παιδαγωγική προσέγγιση που θα βασίζεται στη διαβάθμιση της δυσκολίας τους τόσο από γλωσσική όσο και από εννοιολογική/επιστημονική σκοπιά. Θα ήταν χρήσιμο, επομένως, ένα λεξικό που να προσεγγίζει με αυτή την οπτική τους ορισμούς των επιστημονικών όρων.

Εικόνα 1: Παραδείγματα διαβαθμιζόμενων ορισμών από το Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ.

μαγνήτης (ο)	μονωτής (ο) (μονώνω, μονώνομαι)
<p>Ο μαγνήτης είναι ένα αντικείμενο που έλκει (τραβάει) τα σίδηρα. Χρησιμοποιείται αντί για κουμπιά ή φερμουάρ στις κασετίνες και τις σχολικές τσάντες, στο ψυγείο, στα ντουλάπια της κουζίνας και αλλού.</p> <ul style="list-style-type: none">★ κάθε σώμα που έχει την ιδιότητα να έλκει αντικείμενα από σίδηρο και ορισμένα άλλα μέταλλα★ οποιοδήποτε σώμα, συνήθως μεταλλικό, που γύρω του δημιουργεί μαγνητικό πεδίο και έλκει τα σιδηρομαγνητικά υλικά <p>🗉 φυσικοί μαγνήτες είναι όσοι προέρχονται από ένα ορυκτό (τον μαγνητίτη)</p> <p>✚ τεχνητοί μαγνήτες είναι όσοι κατασκευάζονται σε εργοστάσια κυρίως από χάλυβα (ατσάλι)</p> <p>🌿 μαγνητικός, -ή, -ό, μαγνητικά</p> <p>🗉 μαγνητικοί πόλοι, μαγνητικό πεδίο, μαγνητική δύναμη</p> <p>🗉 ηλεκτρομαγνητισμός, έλξη, άπωση</p>	<p>🗉 (θερμικός) μονωτής</p> <p>Ο μονωτής είναι φτιαγμένα από πλαστικό ή ξύλο. Τα υλικά αυτά είναι (θερμικοί) μονωτές, και έτσι μπορούμε να πιάσουμε τις ζεστές κατσαρόλες χωρίς να καγούμε.</p> <ul style="list-style-type: none">★ υλικό μέσα από το οποίο δεν μπορεί να περάσει εύκολα η θερμότητα★ υλικό που εμποδίζει τη μετάδοση της θερμότητας★ υλικό με χαμηλή θερμική αγωγιμότητα <p>☐ κακός αγωγός (της θερμότητας)</p> <p>✚ (καλός) αγωγός (της θερμότητας): το υλικό μέσα από το οποίο περνάει εύκολα η θερμότητα, π.χ. τα μέταλλα</p> <p>🌿 (θερμο)μόνωση, (θερμο)μονωτικός, -ή, -ό</p> <p>🗉 (θερμο)μονωτικά υλικά: υλικά που είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας</p> <p>🗉 θερμοκρασία, θερμότητα, αγωγός (θερμότητας)</p>

2. Μεθοδολογία κατασκευής ορισμών ενός παιδαγωγικού λεξικού Φ.Ε. (και Γλώσσας)

Ακολουθώντας μια παιδαγωγική κατεύθυνση στην εννοιοδότηση των όρων των Φ.Ε., το Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ. (εικ. 1) προβλέπει ορισμούς διαβαθμιζόμενης δυσκολίας που αντιστοιχούν σε 3 μαθησιακά στάδια:



Αρχικά (Στάδιο-1 / ορισμός κλειδί), οι μαθητές εκτίθενται σε απλούς ορισμούς, ενταγμένους σε συμφραζόμενα και γειωμένους στη φυσική πραγματικότητα που τους περιβάλλει. Οι ορισμοί αυτοί είναι λειτουργικοί, εννοιολογικά απλοί και γλωσσικά εύληπτοι, καθώς αποφεύγεται η διασύνδεση του οριζόμενου όρου με άλλους επιστημονικούς όρους και η συνακόλουθη κυκλικότητα. Στο επόμενο στάδιο (Στάδιο-2 / ορισμός 1 αστέρι), παρατίθεται ορισμός μεγαλύτερης δυσκολίας, καθώς το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται είναι περισσότερο ακαδημαϊκό και αρχίζουν να κάνουν την εμφάνισή τους νέοι διασυνδεόμενοι όροι. Ωστόσο, οι διασυνδεόμενοι όροι είναι εύληπτοι και αποφεύγονται σύνθετες γλωσσικές δομές. Τέλος, οι ορισμοί μεγάλης δυσκολίας (Στάδιο-3, περισσότερα αστέρια), χαρακτηρίζονται από λογιότητα, ονοματοποίηση και χρήση παθητικής φωνής ως προς τη γλώσσα, αλλά και από ορολογική πυκνότητα.

3. Αποτελέσματα: Η παιδαγωγική αξιοποίηση των διαβαθμιζόμενων ορισμών

Όπως γίνεται φανερό, στους πιο προσιτούς ορισμούς είναι δυνατό να πλήττεται η επιστημονική ακρίβεια ή τουλάχιστον να μη δίνεται πλήρης εικόνα του φαινομένου από επιστημονική πλευρά. Ωστόσο, οι ορισμοί αυτοί διακρίνονται από παιδαγωγική καταλληλότητα και παρέχουν ομαλή μετάβαση από τον επικοινωνιακό λόγο των μικρών μαθητών στον ακαδημαϊκό λόγο των Φ.Ε.

Το Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ. δημιουργεί ένα πλαίσιο για την παιδαγωγική προσέγγιση των ορισμών, εφόσον είναι δυνατό:

1. να ευνοήσει τη διαφοροποιημένη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών ανάλογα με τις ικανότητες των μαθητών (Wong et al., 2014)
2. να προωθήσει την «πολλαπλότητα» των ορισμών (σε εννοιολογικό επίπεδο με μέσο τη γλωσσική διαφοροποίηση) και κατ' επέκταση την υποκειμενικότητα της γνώσης, δίνοντας στους μαθητές την αίσθηση των περιορισμών που έχει η γνώση μας, εφόσον ένας μοναδικός ορισμός στο πλαίσιο της ίδιας επιστήμης (Wong et al., 2014) αλλά και μεταξύ διαφορετικών επιστημών δεν είναι εφικτός και πιθανώς ούτε και επιθυμητός (Doige & Day, 2012)
3. να παράσχει στους εκπαιδευτικούς τη δυνατότητα να συζητούν με τους μαθητές τους τους πολλαπλούς ορισμούς και να μην επικεντρώνονται στη σείρα απομνημόνευσή τους (Marzano, 2009), ιδιαίτερα μάλιστα εφόσον τα περισσότερα σχολικά βιβλία χαρακτηρίζονται από μονολοθικότητα της γνώσης και δεν αφήνουν χώρο για σχολιασμό των ορισμών των επιστημονικών εννοιών (Bryce & MacMillan, 2009) και
4. να αποτελέσει ένα σημείο αναφοράς/ εργαλείο για τη διατύπωση επιχειρημάτων (argumentation) από τους μαθητές σε σχέση με ένα φυσικό φαινόμενο (Simon et al., 2006), με βάση τις πολλαπλές ή αθροιστικές έννοιες των όρων: οι μαθητές μπορούν να ανατρέξουν στο λεξικό, προκειμένου να διεκπεραιώσουν έργα (tasks) που απαιτούν κριτική αιτιολόγηση βασισμένη σε στοιχεία (justifying with evidence) ή συζήτηση και έκφραση γνώμης, κι έτσι, να αξιοποιήσουν τα διαφορετικά γλωσσικά και εννοιολογικά δεδομένα για την κατασκευή ερμηνειών (Norris & Phillips, 2003, Osborne et al., 2004).

4. Συμπεράσματα & μελλοντικές προτάσεις

Κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε. και στο πλαίσιο της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου, απαιτείται από έναν εκπαιδευτικό να χρησιμοποιεί ποικίλους τρόπους ορισμών και εξηγήσεων (Shulman, 1986). Οι



εκπαιδευτικοί δηλαδή μπορούν να αξιοποιούν διαφορετικές προσεγγίσεις καθορίζοντας τον κάθε φορά καταλληλότερο ορισμό, καθώς λαμβάνουν επιπρόσθετα υπόψη τους το δυναμικό των μαθητών τους και το επίπεδο κατανόησης του περιεχομένου (Wong et al., 2014). Πολλές φορές, όμως, δεν γίνεται αντιληπτή η σημασία των ορισμών στις Φ.Ε. από τους εκπαιδευτικούς, γεγονός που φαίνεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές (Galili et al., 2006).

Ένα εξειδικευμένο παιδαγωγικό λεξικό, όπως το Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ., μπορεί να άρει τις αρνητικές αυτές επιπτώσεις και ταυτόχρονα, μέσω της διαφοροποίησης/ πολλαπλότητας των ορισμών, να οδηγήσει σε μια περισσότερο ανθρωποκεντρική και λιγότερο «κλινική» θέαση των Φ.Ε. (Carr et. al., 1994), στο πλαίσιο της οποίας τα φυσικά φαινόμενα δεν είναι «αδιαμφισβήτητα» αλλά ούτε και μονοδιάστατα, όπως ακριβώς οι ερμηνείες των όρων ποικίλλουν και εναλλάσσονται.

Το Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ. επιτρέπει τη σύγκριση ανάμεσα στην ορολογική/ επιστημονική και την καθημερινή χρήση των όρων των Φ.Ε., αναδεικνύει τη σύνδεση και ταυτόχρονα τη διαφοροποίησή τους και έτσι προωθεί την ουσιαστική κατανόηση των εννοιών αλλά και την άρση τυχόν παρερμηνειών (Doige & Day, 2012). Συνεπώς, καθιστά ορατή για τους διδάσκοντες τη σταδιακή ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού. Σε πρόσφατη, μάλιστα, πιλοτική έρευνα (Λεύκος & Μητσιάκη, 2018), οι εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης αξιολόγησαν θετικά τη χρησιμότητα και την αξία των διαβαθμιζόμενων ορισμών του Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ.

Ευχαριστίες (για την οικονομική υποστήριξη)

«Μελέτη της ανάπτυξης όψεων του επιστημονικού εγγραμματισμού μαθητευομένων σε συνθήκες τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης με τη χρήση διαδικτυακών εικονικών εργαστηρίων και την αξιοποίηση γεωγραφικών δεδομένων» (κωδ. MIS/ΟΠΣ 5002552). Το έργο εντάσσεται στη «Δράση Στρατηγικής Ανάπτυξης Ερευνητικών & Τεχνολογικών Φορέων» του προγράμματος ΕΠΑνΕΚ 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από το ΕΤΠΑ.

5. Βιβλιογραφία

Λεύκος, Ι. & Μητσιάκη, Μ., (2018). ΕΛεΦυΣ – Πιλοτική διερεύνηση απόψεων εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, στα πρακτικά του 11ου Πανελληνίου/Διεθνούς Συνεδρίου "Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση", της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), Θεσσαλονίκη (υπό έκδοση).

Bryce, T. G. K., & MacMillan, K. (2009). Momentum and kinetic energy: Confusable concepts in secondary school physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(7), 739–761.

Carr, M., Barker, M., Bell, B., Biddulph, F., Jones, A., Kirkwood, B., Pearson, J. and Symington, D. (1994) The constructivist paradigm and some implications for science content and pedagogy. In P. Fensham, R. Gunstone and R. White (Eds.), *The Content of Science* (147–160). London: Falmer.

Doige, C. A., & Day, T. (2012). A typology of undergraduate textbook definitions of 'heat' across science disciplines. *International Journal of Science Education*, 34(5), 677–700.

Galili, I., & Lehavi, Y. (2006). Definitions of physical concepts: A study of physics teachers' knowledge and views. *International Journal of Science Education*, 28(5), 521–541.



- Halliday, M. A. K. (1989). Some Grammatical Problems in Scientific English. *Australian Review of Applied Linguistics*, 6(6), 13–37.
- Lemke, J. L. (1998). Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions. Paper presented at *Conference on Science Education in Barcelona*.
- Marzano, R. J. (2009). The art and science of teaching: Six steps to better vocabulary instruction. *Educational Leadership*, 67(1), 84–85.
- Mitsiaki, M., & Lefkos, I. (2018). ELeFyS: A Greek Illustrated Science Dictionary for School. In *Proceedings of the 18th EURALEX International Congress*, Ljubljana, Slovenia, 373-385.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224–240.
- Osborne, J. F. (2002). Science Without Literacy: a ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32/2, 203–218.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006) Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28:2-3, 235-260.
- Wong, C.L., Chu, H., Yap, K.C. (2014). Developing a framework for analyzing definitions: a study of the Feynman Lectures. *International Journal of Science Education*, 36:15, 2481-2513.



Διαδραστικός Ψηφιακός Χάρτης της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας

Ιωάννα Ρεπανίδου¹ Νίκος Λαμπρινός²

¹ Δασκάλα- Ερευνήτρια, ² Καθηγητής ΠΤΔΕ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν ο σχεδιασμός ενός ψηφιακού χάρτη της Βυζαντινής αυτοκρατορίας, με σκοπό να αξιοποιηθεί παιδαγωγικά από εκπαιδευτικούς και μαθητές. Διερευνώντας το βιβλίο της Ιστορίας Ε' Δημοτικού, εντοπίστηκε ότι δε προσφέρονται αρκετοί χάρτες που να δείχνουν τη συνολική εξέλιξη του Βυζαντίου, από τη στιγμή που ιδρύθηκε μέχρι την οριστική του διάλυση.

Στα πλαίσια, λοιπόν, της εργασίας, δημιουργήθηκε ένας διαδραστικός ψηφιακός χάρτης για το μάθημα της ιστορίας. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για το σχεδιασμό αυτού είναι το ArcMap(έκδοση 10.4), ενώ, έπειτα από την ολοκλήρωσή του, μεταφέρθηκε στον ιστότοπο ArcGIS Online. Τελικό προϊόν αποτελεί ένας ψηφιακός χάρτης – εκπαιδευτικό υλικό της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας.

Λέξεις κλειδιά: ψηφιακός χάρτης, ArcGIS Online, ArcMap, Βυζαντινή Αυτοκρατορία, εκπαιδευτικό υλικό.

Interactive Digital Map of the Byzantine Empire

Ioanna Repanidou¹ Nikos Lambrinos²

¹ Primary School Teacher - Researcher, ² Professor, Department of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Abstract

This paper deals with the design of a digital map of the Byzantine Empire for both teacher and student use. Upon closer inspection of the fifth grade's History textbook, it has been noticed that there are not enough maps that show the overall growth of the Byzantine Empire, from the moment it was manifested to the day of its demise.

Thus, a digital map was created for the History course. The software that has been used for the construction of this map is ArcMap, v. 10.4, while, upon its completion, it was uploaded onto the website of ArcGIS Online. The final product is a digital map of the Byzantine Empire for teaching purposes.

Keywords: digital map, ArcGIS Online, ArcMap, Byzantine empire, learning material.



1. Εισαγωγή

Η ψηφιακή χαρτογραφία και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) δεν αφορούν μόνον ειδικούς επιστήμονες, μπορούν να ενσωματωθούν με τρόπο ιδιαίτερα διασκεδαστικό σε όλες τις βαθμίδες και σχεδόν σε όλα τα πεδία της εκπαίδευσης, κάνοντας τη γνώση πιο εύληπτη και πιο ελκυστική και τοποθετώντας τη μάθηση σε πραγματικό χώρο – χρόνο (<https://www.esri.com/en-us/industries/education/schools/our-story>).

Το ArcGIS Online είναι ένα σε «απευθείας σύνδεση» πρόγραμμα, βασισμένο στο “Cloud”, το οποίο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην εκπαίδευση, διότι μέσω αυτού οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα οπτικοποίησης διευρυμένου όγκου δεδομένων με τρόπο παραστατικό αλλά και δημιουργίας και αποθήκευσης των εργασιών τους. Οι πληροφορίες αποθηκεύονται στο cloud, με αποτέλεσμα να μη «χάνονται» εφόσον το επιθυμεί ο χρήστης. Ο ίδιος, μπορεί μάλιστα να αποθηκεύσει την εργασία του και να τη συνεχίσει οποιαδήποτε στιγμή θελήσει (<https://www.arcgis.com/features/features.html>).

Παρά το ότι το θέμα της εργασίας είναι ιστορικό, η επεξεργασία του θέματος έχει βασιστεί σε γεωγραφικά εργαλεία. Ο λόγος είναι ότι η ιστορία με τη γεωγραφία είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και ο ιστορικός χώρος είναι ανάγκη να παρουσιάζεται με την συνέπεια που του αναλογεί. Τα χωρικά δεδομένα που βρίθουν στη γεωγραφία έχουν βρει το εργαλείο τους μέσω του οποίου μπορούν και απεικονίζονται με ακρίβεια, καθαρότητα και ορισμένες φορές με απλότητα. Αντίστοιχα, τα ιστορικά στοιχεία που περιέχουν χωρική πληροφορία έχουν ανάγκη από μία ανάλογη αντιμετώπιση. Αυτό φέρνει πολύ κοντά τα γεωγραφικά εργαλεία απεικόνισης του χώρου με την ιστορία ως προς την παρουσίαση των ιστορικών γεγονότων. Αυτό είναι το πρώτο βήμα για την στενότερη σύνδεση της ιστορίας με την γεωγραφία. Το επόμενο βήμα θα μπορούσε να είναι η παροχή βοήθειας προς τους ιστορικούς για την ερμηνεία ιστορικών γεγονότων μέσω της χωροχρονικής παρουσίασης των γεγονότων.

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται το πρώτο που αφορά την χωρική παρουσίαση των ιστορικών γεγονότων και όχι την ερμηνεία τους. Για να μπορέσουν τα γεγονότα, όπως έχουν καταγραφεί από την ιστορική μελέτη, να αποτυπωθούν και μετά να αξιοποιηθούν, χρησιμοποιήθηκαν δύο πολύ βασικά εργαλεία της γεωγραφίας και της αποτύπωσης του χώρου: ένα λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ArcGIS for desktop) και ένα αντίστοιχο λογισμικό σε διαδικτυακή έκδοση (ArcGIS Online) που αποτελεί μία πολύ ελαφριά διαδικτυακή έκδοση του πρώτου. Τα λογισμικά αυτά δεν είναι φυσικά τα μοναδικά του είδους τους. Υπάρχει μεγάλος αριθμός από λογισμικά GIS είτε εμπορικά είτε ελεύθερα και δωρεάν καθώς και λογισμικά διαδικτυακά που μπορούν να κάνουν την ίδια επεξεργασία. Η παρουσίαση των λογισμικών αυτών δεν αποτελεί μέρος αυτής της εργασίας, στην οποία παρουσιάζεται η χρήση μόνο εκείνων που χρησιμοποιήθηκαν για την εργασία.

Παρακάτω θα αναλυθεί η χρήση του λογισμικού Ψηφιακής Χαρτογράφησης ArcMap v.10.4 και του ArcGIS Online στο κεφάλαιο της σχολικής ιστορίας, «Στα Βυζαντινά Χρόνια», της Ε' Δημοτικού του Δημοτικού Σχολείου. Σκοπός είναι η δημιουργία ενός διαδραστικού ψηφιακού χάρτη, ο οποίος θα είναι χρήσιμος για την εκπαιδευτική διαδικασία και θα παρέχει χρήσιμες πληροφορίες στους δασκάλους και στους μαθητές. Ο χάρτης αυτός θα λειτουργεί ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την παρουσίαση του ιστορικού γεγονότος και πως αυτό εξελίχθηκε στο βάθος του χρόνου. Επομένως, σκοπός ήταν η κατασκευή ενός εργαλείου που θα έδειχνε τη μεταβολή χωρικά και χρονικά του γεγονότος, που στην συγκεκριμένη εφαρμογή αποτελεί την δημιουργία, ανάπτυξη και πτώση της Βυζαντινής αυτοκρατορίας. Παράλληλα με την οπτική παρουσίαση δίνεται η δυνατότητα της ενσωμάτωσης στον χάρτη πληροφοριών που αναδύονται ως παράθυρα και αφορούν την εξέλιξη του ιστορικού γεγονότος, κάτι που αποτελεί ειδοποιό διαφορά με τους αναλογικούς χάρτες.



2. Μεθοδολογία

Για τη συλλογή δεδομένων ακολουθήθηκε μια συγκεκριμένη πορεία. Αρχικά, έπρεπε να συλλεχθούν πληροφορίες σχετικά με τη Βυζαντινή αυτοκρατορία. Δεδομένου ότι οι πληροφορίες αυτές θα απευθυνθούν σε μαθητές δημοτικού, λήφθηκε υπόψη ότι πρέπει να είναι απλές και κατανοητές, χωρίς ιδιαίτερα πολλές λεπτομέρειες, οι οποίες τείνουν να κουράζουν το μαθητή και, εν τέλει, να μη προβαίνει σε μια ολοκληρωμένη ανάγνωση των στοιχείων. Έχοντας ως κατευθυντήρια γραμμή τα παραπάνω, το εύρος των ιστορικών δεδομένων που συλλέχθηκαν προέκυψαν από το βιβλίο της Ε' Δημοτικού με τίτλο «Στα Βυζαντινά Χρόνια» (Γλεντής, Μαραγκουδάκης, Νικολόπουλος, Νικολοπούλου, χ.ε). Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή δεδομένων από το βιβλίο του Δημοτικού, αποφασίστηκε ο εμπλουτισμός τους από πρόσθετες πηγές (Γιαννόπουλος, Ζαχαροπούλου-Πάτση, 1995, Καραγιαννόπουλος, 1995), οι οποίες βρέθηκαν σε βιβλιοθήκες και στο διαδίκτυο (π.χ. φωτόδεντρο <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/9126> και άλλες όπως παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία). Ο οδηγός επομένως ήταν το σχολικό βιβλίο και εμπλουτίστηκε από άλλες ιστορικές πηγές.

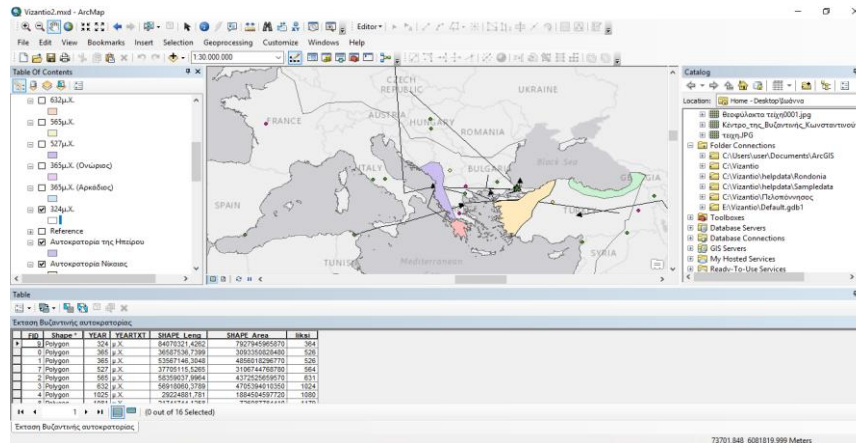
Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν επεξεργάστηκαν στο ArcMap v.10.4 της ESRI, και κατασκευάστηκαν οι βάσεις δεδομένων. Ο σχεδιασμός περιλάμβανε την δημιουργία ενός χρονολογίου από την εξάπλωση του Βυζαντίου έως τη σταδιακή κι έπειτα οριστική συρρίκνωσή του (324μ.Χ. – 1453μ.Χ.), σημαντικές πληροφορίες ανά χρονικές περιόδους, μετακινήσεις κι επιδρομές των λαών, την απεικόνιση των Τειχών της Κωνσταντινούπολης. Η επεξεργασία των πληροφοριών έγινε μέσω διαφόρων χρήσιμων εργαλείων του λογισμικού εκ των οποίων το κύριο ήταν η κατασκευή της βάσης δεδομένων, η οποία όμως περιείχε και χωρικά δεδομένα που τοποθετούσαν τα γεγονότα ή τις πληροφορίες στη σωστή του θέση. Για το λόγο αυτό οι βάσεις αυτές έχουν ονομαστεί «γεωβάσεις». Τα ιστορικά δεδομένα θα μπορούσαν να συλλεχθούν και από μαθητές ως μέρος ενός σχολικού προγράμματος. Η είσοδος των δεδομένων στον χάρτη είναι μία διαδικασία που διαφέρει ανάμεσα στα δύο λογισμικά. Στο desktop (ArcMap) είναι πιο πολύπλοκη απ' ό,τι στο online και γιαυτό το online είναι πιο φιλικό στη χρήση από τους μαθητές κι έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν στην κατασκευή χαρτών (Hoehnle et al. 2011, Lambrinos and Asiklari, 2014, Ploetz, 2015).

Επιπλέον, οι χάρτες που εντοπίστηκαν και κρίθηκαν χρήσιμοι για τη χάραξη των ορίων της αυτοκρατορίας, ψηφιοποιήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ως οδηγοί. Αυτό έγινε προχωρώντας σε γεω-αναφορά των χαρτών αυτών ώστε να μπορέσουν να ταυτιστούν με σημερινούς χάρτες. Με οδηγό τους χάρτες αυτούς έγινε η χάραξη των ορίων επί της οθόνης. Είναι προφανές ότι τα όρια δίνονται με μία επιφύλαξη για την ακρίβειά τους. Ο στόχος όμως δεν ήταν η ακριβής τοποθέτηση των ορίων αλλά η χωρο-χρονική παρουσίαση της αυτοκρατορίας. Όπως ειπώθηκε και πιο πάνω ο σκοπός δεν είναι να λυθεί κάποια ιστορική ανακρίβεια. Ο σκοπός ήταν να παρουσιαστούν τα υπάρχοντα στοιχεία με όσο πιο προσιτό τρόπο γίνεται ώστε να ωφεληθούν οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές από τη χρήση του χάρτη.

Παρακάτω δίνεται μια εικόνα (Εικόνα 1) από την επεξεργασία δεδομένων πάνω στο λογισμικό ArcMap: Στο αριστερό μέρος παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία (χαρτογραφικά επίπεδα) που απαρτίζουν τον χάρτη, ως πίνακας περιεχομένων.



Εικόνα 1: Δεδομένα στο ArcMap



Στους χάρτες που κατασκευάστηκαν, ανάλογα με το τι έδειχνε ο καθένας, κατασκευάστηκε και διαφορετική βάση δεδομένων. Έτσι, για έναν χάρτη κατασκευάστηκε ένας πίνακας πληροφοριών με: α) την χρονολογία, β) τον αιώνα και γ) τον αυτοκράτορα. Σε δεύτερο χάρτη δημιουργήθηκε ο πίνακας πληροφοριών (attribute table) που περιέχει πεδία (fields) με: α) την χρονολογία, β) τον αιώνα, γ) το γεγονός, δ) τον τόπο και ε) τον αυτοκράτορα. Σε τρίτο χάρτη προστέθηκαν και στοιχεία που περιείχαν μετακινήσεις κλπ. Ο τελικός χάρτης επομένως είναι μία χαρτοσύνθεση που αποτελείται από ένα σύνολο χαρτών (δεδομένων) που ο καθένας μπορεί να απεικονιστεί μόνος του, διακριτά από τον άλλον ή σε συνδυασμό με οποιονδήποτε άλλον. Για το λόγο αυτό και παρουσιάζονται με άλλα χρώματα και έτσι μπορούν να κληθούν ή να αποκλειστούν μέχρι να έρθει η ώρα που ο εκπαιδευτικός θα τα χρειαστεί.

Στο κάτω μέρος της εικόνας παρουσιάζεται η δομή της βάσης δεδομένων. Παρατηρείστε ότι η συγκεκριμένη βάση δεν φαίνεται να διαφέρει σε κάτι από μία κοινή βάση δεδομένων.

3. Αποτελέσματα

Τελικό προϊόν της παρούσας εργασίας αποτελεί η δημιουργία ενός διαδραστικού ψηφιακού χάρτη που δείχνει την εξάπλωση και τη συρρίκνωση της Βυζαντινής αυτοκρατορίας από την ανάδυση έως την οριστική διάλυσή της και δημιουργήθηκε μέσω του ArcMap v.10.4 της ESRI και του ArcGIS Online. Στο χάρτη αυτό βρίσκονται πληροφορίες από σημαντικά γεγονότα που διαδραματίστηκαν συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, μετακινήσεις και επιδρομές διάφορων λαών (Νορμανδοί, Σελτζούκοι Τούρκοι, Σλάβοι κτλ.). Επιπροσθέτως, σχηματίστηκαν επάνω στο χάρτη και τα τείχη της Κωνσταντινούπολης που ονομάζονται Θεοδοσιανά Τείχη αλλά και τα κατεστραμμένα τείχη του Κωνσταντίνου. Τέλος, παρουσιάζονται οι τέσσερις σημαντικές αυτοκρατορίες που δημιουργήθηκαν κατά τη Βυζαντινή Περίοδο με χρονολογική σειρά: α) Αυτοκρατορία Νίκαιας, β) Αυτοκρατορία Τραπεζούντας, γ) Αυτοκρατορία της Ηπείρου και δ) Δεσποτάτο του Μυστρά. Ο χάρτης εμφανίζεται στην διεύθυνση <https://arcg.is/1DnqXf> και φιλοξενείται στην ιστοσελίδα του Κέντρου Ψηφιακής Γεωγραφικής Εκπαίδευσης (<http://www.digital-earth.edu.gr/index.php/el/map-menu/istorikoi/mesaionas-vyzantio/47-vyzantini-aftokratoria>).

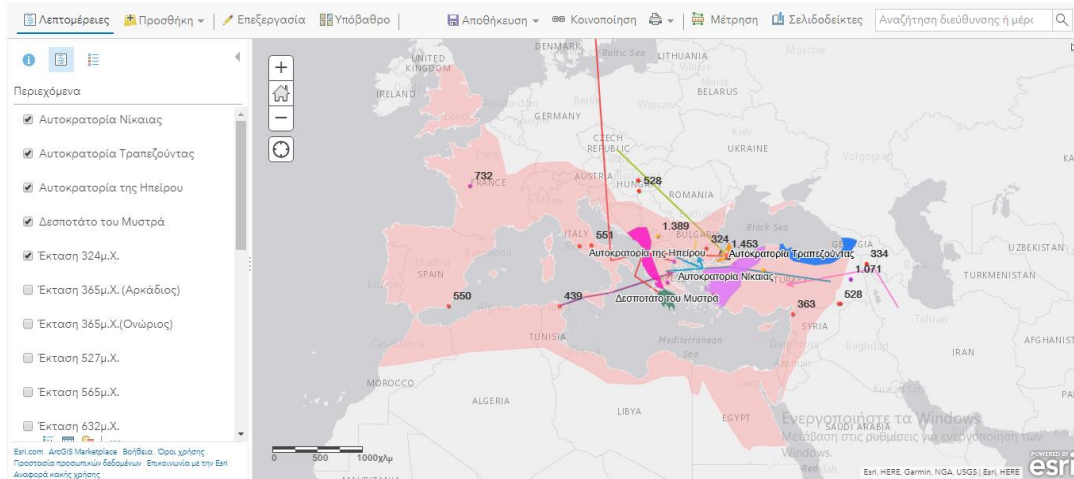
Δημιουργήθηκε επίσης και ένα story map όπου παρουσιάζεται μόνο η έκταση του Βυζαντίου ανά χρονολογία:

<https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=3b80243e9ad3427f8d87459d92d67989>.



Δίνεται η ολοκληρωμένη εικόνα (Εικόνα 2) του ψηφιακού χάρτη στο ArcGIS Online:

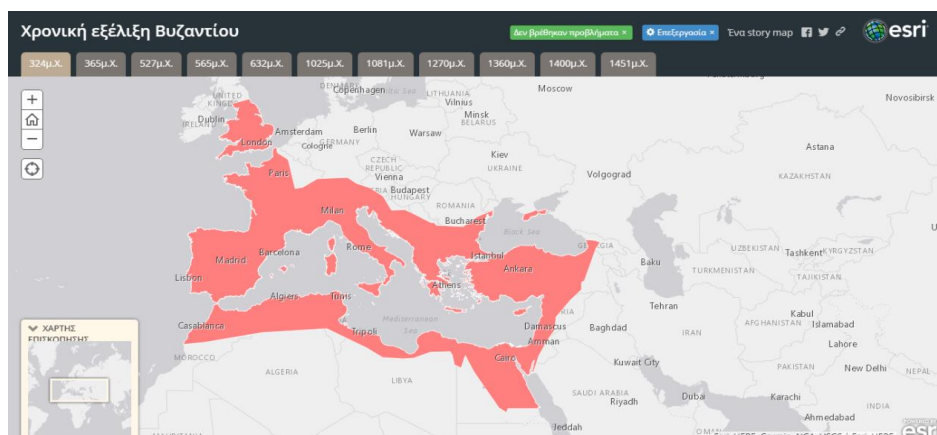
Εικόνα 2: Ολοκληρωμένος χάρτης Βυζαντίου.



Η έκταση του Βυζαντίου που παρουσιάζεται με χρώμα ροζ είναι από την εμφάνισή του το 324μ.Χ. Στα αριστερά υπάρχουν και οι υπόλοιπες χρονολογίες έως την οριστική διάλυση του Βυζαντίου το 1453μ.Χ., τις οποίες ο χρήστης μπορεί να επιλέξει για να δει την έκτασή του ανά χρονολογία.

Από διδακτικής πλευράς θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο νέος ψηφιακός χάρτης δεν έχει παρουσιαστεί ακόμη σε κάποια τάξη του Δημοτικού, λόγω του μεγάλου χρόνου που χρειάστηκε η κατασκευή του, και επομένως δεν είναι δυνατό να ειπωθούν τα αποτελέσματα αυτού του διδακτικού υλικού σε μια σχολική τάξη. Ελπίδα αποτελεί η χρησιμοποίησή του ως υποστηρικτικό υλικό του μαθήματος της Ιστορίας ή ακόμη και ως βασικό διδακτικό υλικό, από δασκάλους οι οποίοι επιθυμούν να ξεφύγουν από το στατικό μάθημα που γίνεται μέσω του βιβλίου. Υπάρχει όμως μια προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση για την ένταξη του υλικού στο μάθημα της Βυζαντινής Ιστορίας.

Εικόνα 3: Story Map όπου απεικονίζεται μόνο η εδαφική εξέλιξη του Βυζαντίου ανά χρονολογία.





4. Συμπεράσματα

Η δημιουργία του παραπάνω χάρτη αποτελεί ένα ακόμη βήμα προς την είσοδο της ψηφιακής διαδραστικής χαρτογραφίας στην εκπαίδευση. Ο παρών χάρτης δεν δημιουργήθηκε από μαθητές αλλά θα μπορούσε να γίνει μέσα από καθοδήγηση των μαθητών κατά τη διάρκεια ενός σχολικού έτους, όπως γίνεται κατά το παρόν σχολικό έτος σε ορισμένα δημοτικά σχολεία στην Ελλάδα μέσα από το πρόγραμμα *gis4schools* της ESRI (περισσότερες πληροφορίες στο <http://www.digital-earth.edu.gr/index.php/el/2015-12-18-22-12-19/enimerotika-2017-18/newsletter-28-3-2018>). Εξάλλου, παρόμοιες προσπάθειες έχουν καταγραφεί και στο παρελθόν με χάρτες που κατασκευάστηκαν από μαθητές της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου (Lambriños & Asiklari 2014) δείχνοντας ότι είναι εφικτή μία τέτοια προσπάθεια, η οποία επί πλέον βοηθάει στην ανάπτυξη της χωρικής κριτικής σκέψης των μαθητών. Η ψηφιακή χαρτογράφηση (GIS) είναι κατάλληλη για όλους, παιδιά και ενήλικες, καθώς προσαρμόζεται στο επίπεδο του κάθε χρήστη και εξυπηρετεί τις ανάλογες ανάγκες του. Ειδικά η διαδικτυακή χαρτογραφία δίνει τη δυνατότητα της διαδραστικής διδασκαλίας και μάθησης και πιο συγκεκριμένα, μιας διδασκαλίας βασισμένης στην χωρο-χρονική εξέλιξη των ιστορικών γεγονότων. Καλλιεργεί το επίπεδο δεξιοτήτων των μαθητών και είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την εκπαίδευση, αφού δίνει το έναυσμα για ανάπτυξη κριτικής σκέψης και δημιουργικότητας (Dopert, 2014). Μέσω αυτού, οι μαθητές, αντί να «διδάσκονται», μπορούν να μαθαίνουν ανεξάρτητα και με τον δικό τους τρόπο (Dopert, 2014). Έτσι, ο χάρτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές μέσα στην τάξη, είτε ως διδακτικό βοήθημα είτε ως εργαλείο ανακάλυψης και προώθησης της εξελικτικής διδασκαλίας στα μαθήματα που σχετίζονται με την Βυζαντινή Αυτοκρατορία. Ο τρόπος της διδακτικής αξιοποίησης του χάρτη μπορεί να βασιστεί στην προοδευτική παιδαγωγική όπου δίνεται έμφαση στον αυθορμητισμό των παιδιών. Το Αναλυτικό Πρόγραμμα δεν είναι σκληρό και το παιδί μαθαίνει με το δικό του ρυθμό, χωρίς να πιέζεται από τα πολλά μαθήματα και τεστ, κάνοντας το παιδί να θεωρεί το σχολείο ως ένα αποπνικτικό περιβάλλον. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά είναι και το ότι δίνεται έμφαση στην ανακάλυψη της γνώσης, την ομαδικότητα και τη συνεργασία (Ζάχος, 2014). Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν τη βάση στη χρήση των χαρτών αυτών επειδή η κατασκευή τους βασίζεται στην πρωτοβουλία και την διάδραση.

5. Βιβλιογραφία

Γιαννόπουλος, Α., Ζαχαροπούλου – Πάτση, Α. (1995). Βυζαντινή Ιστορία για την Ε΄ τάξη του Δημοτικού. Αθήνα: Εκδόσεις ΑΘΗΝΑΙ.

Γλεντής, Σ., Μαραγκουδάκης, Ε., Νικολόπουλος, Ν., Νικολοπούλου, Μ. (χ.ε.). Στα Βυζαντινά Χρόνια. Ιστορία Ε΄ Δημοτικού. ΟΕΔΒ, Αθήνα

Ζάχος, Δ. (2014). «Αυταρχισμός και δημοκρατία στο σχολείο και στη σχολική τάξη. Προοδευτική Παιδαγωγική και Σχολικές Πρακτικές». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS324/> (πρόσβαση 20-5-2018)

Καραγιαννόπουλος, Ε. Ι. (1995). Ιστορία Βυζαντινού Κράτους Τόμος Α΄: Ιστορία Πρώιμου Βυζαντινής Περιόδου (324 – 565). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Βάνιας.

Ιστοσελίδες:

<https://www.esri.com/en-us/industries/education/schools/our-story>

<https://www.arcgis.com/features/features.html>



<http://users.sch.gr/ipap/Ellinikos%20Politismos/xartes/xartes.htm#0> (Χάρτες Βυζαντινής Αυτοκρατορίας ανά χρονολογία).

<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/9128?locale=en> (Βυζαντινή αυτοκρατορία 1204 – 1261).

<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/9126> (Χάρτης Κωνσταντινούπολης).

<http://www.byzantium.xronikon.com/emprgmaps.html> (Βυζαντινοί Αυτοκράτορες και χάρτες).

<http://www.fhw.gr/chronos/09/gr/p/610/index.html> (Μέση Βυζαντινή Περίοδος).

http://daskalosa.eu/history_e/index.html (Ιστορία Ε' τάξης. Δάσκαλος: Αποστόλης Αγγελόπουλος).

Donert, K. 2014 (ed.). *School on the Cloud Network: an ICT Key Action 3 European Project*, March 6. (at <https://www.schoolonthecloud.net/education-on-the-cloud-state-of-the>).

Hoehnle, S., J. Schubert and R. Uphues (2011). Barriers to GI(S) use in schools – A comparison of international empirical results in: *Learning with GI 2011 – Implementing Digital Earth in Education* eds. T. Jekel, A. Koller, K. Donert, K. and R. Vogler. Wichmann: Berlin. 124-133.

Lambrinos, N. and Asiklari F. (2014). The introduction of GIS and GPS through local history teaching in primary school. *European Journal of Geography*, vol.5, n.1, pp.32-47 (in <http://www.eurogeographyjournal.eu/>)

Ploetz, R. (2015). Assessing history with mathematical tools: The use of GI systems in social sciences. *American Journal of Geophysics, Geochemistry and Geosystems*, Vol.1, no.3, pp.100-104 (at <http://www.aiscience.org/journal/aj3g>).



**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**



Εξέλιξη της κριτικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο: μία μελέτη περίπτωσης στο πλαίσιο Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών

Υβόνη Μπάρα, Παναγιώτα Ζάχου, Άννα Σπύρτου, Αικατερίνη Δημητριάδου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών αποτελεί επίκαιρο στόχο των Αναλυτικών Προγραμμάτων στις χώρες του προηγμένου κόσμου. Το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών (ΦΦΕ) σηματοδοτεί ένα ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον μάθησης, το οποίο θεωρείται ότι μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης. Η παρούσα έρευνα αποτυπώνει την εξέλιξη της κριτικής σκέψης μίας μαθήτριας κατά τη συμμετοχή της σε ΦΦΕ. Ειδικότερα, μελετά κατά πόσο οι δεξιότητες και οι διαθέσεις της κριτικής σκέψης της μαθήτριας επηρεάστηκαν από τις εκπαιδευτικές διαδικασίες που αναπτύχθηκαν στο Φεστιβάλ. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά, καθώς έδειξαν ανάπτυξη σε μία δεξιότητα (Ερμηνεία) και σε δύο διαθέσεις (Αυτοπεποίθηση και Περιέργεια).

Λέξεις-κλειδιά: κριτική σκέψη, δεξιότητες, διαθέσεις, φεστιβάλ φυσικών επιστημών

Critical thinking evolution in primary school: a case study in a Science Festival context

Yvoni Mpara, Panagiota Zachou, Anna Spyrtou, Aikaterini Dimitriadou

University of Western Macedonia

Abstract

Students' critical thinking development is a current curriculum target in advanced world countries. Science Festival (SF) constitutes an open inquiry learning environment considered as contributing to the development of critical thinking. The present research reflects the critical thinking evolution of a certain student during her participation in a SF. Specifically it is studied whether the student's critical thinking skills and dispositions were influenced by the educational processes developed within the Festival. The results are encouraging, since they showed growth in one skill (Interpretation) and in two dispositions (Self-Confidence and Inquisitiveness).

Keywords: critical thinking, skills, dispositions, science festival



1. Εισαγωγή

Στην εποχή μας, η οποία χαρακτηρίζεται από ιλιγγιώδεις μεταβολές σε ποικίλους τομείς, η κριτική σκέψη αποτελεί κρίσιμο εφόδιο προκειμένου οι πολίτες να καταστούν ικανοί και αποτελεσματικοί, τόσο στην κοινωνία όσο και στην αγορά εργασίας (Butler et al. 2017, Halpern 2014). Προς αυτή την κατεύθυνση, τα αναλυτικά προγράμματα που συντάσσονται στη χώρα μας, καθώς και στο εξωτερικό, δίνουν βαρύτητα στην εκπαίδευση των μαθητών, ώστε αυτοί να γίνουν κριτικά σκεπτόμενοι πολίτες (Lorencová et al. 2019, EACEA/Eurydice 2011, Rocard 2007). Αναλυτικότερα, επίσημα ευρωπαϊκά έγγραφα υποστηρίζουν ότι τα διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης αποτελούν χρήσιμο πεδίο για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών (EACEA/Eurydice 2011). Στα περιβάλλοντα αυτά οι μαθητές ασκούνται στη χρήση επιστημονικών δεξιοτήτων και συμπεριφορών, όπως: η διεξαγωγή διερευνήσεων, η κατάλληλη χρήση εργαλείων και τεχνικών, η συλλογή δεδομένων ώστε να δομήσουν επιστημονικά ορθά επιχειρήματα. Ειδικότερα, στην ανοιχτή διερεύνηση, μια μέθοδο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα φεστιβάλ φυσικών επιστημών, οι μαθητές θέτουν ερωτήματα, σχεδιάζουν διερευνήσεις, σκέπτονται κριτικά και αναστοχάζονται. Επιπρόσθετα, αναλαμβάνουν την ευθύνη για τον προσδιορισμό του σκοπού της έρευνας, τον σχεδιασμό και την υλοποίησή της, όπως θα έκανε και ένας επιστήμονας (Reid & Yang, 2002).

Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται διάφοροι ορισμοί για την κριτική σκέψη. Σύμφωνα με τον Facione (1990:3) η κριτική σκέψη είναι «η σκόπιμη και αυτορρυθμιζόμενη κρίση που οδηγεί σε ερμηνεία, ανάλυση, εξήγηση και συμπερασμό». Ανάλογα η Halpern (2014:8) ορίζει την κριτική σκέψη ως «τη χρήση των γνωστικών δεξιοτήτων και στρατηγικών που αυξάνουν την πιθανότητα ενός επιθυμητού αποτελέσματος. Χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη σκέψη που είναι σκόπιμη, αιτιολογημένη, και κατευθύνεται προς έναν στόχο. Αυτού του είδους η σκέψη εμπλέκεται στην επίλυση προβλημάτων, στη διατύπωση συμπερασμάτων, στον υπολογισμό των πιθανοτήτων και στη λήψη αποφάσεων».

Μεταξύ των μοντέλων που έχουν αναπτυχθεί για τη μελέτη της κριτικής σκέψης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει εκείνο του Facione (2011), στο οποίο υποστηρίζεται ότι η κριτική σκέψη περιλαμβάνει δύο διαστάσεις: τις δεξιότητες (skills) και τις διαθέσεις (dispositions). Παρά την πληθώρα δεξιοτήτων που έχουν προταθεί κατά καιρούς, φαίνεται ότι οι κύριες δεξιότητες κριτικής σκέψης που είναι αποδεκτές από τους ερευνητές περιλαμβάνουν δεξιότητες εξαγωγής συμπερασμάτων, ανάλυση, σύνθεσης και αξιολόγησης (Leen et al. 2014). Ωστόσο, η κριτική σκέψη εκτός από κατάλληλη εφαρμογή των δεξιοτήτων εκφράζει και «τη στάση ή τη διάθεση του ατόμου να αναγνωρίζει τότε μία δεξιότητα είναι αναγκαία, καθώς και την προθυμία του να καταβάλλει την απαιτούμενη διανοητική προσπάθεια για την εφαρμογή της δεξιότητας» (Halpern 1999 στο Leen et al. 2014:46). Ειδικότερα, η κριτική σκέψη σύμφωνα με τον Facione (2011) περιλαμβάνει έξι δεξιότητες (Εξήγηση, Ανάλυση, Ερμηνεία, Αξιολόγηση, Συμπερασμό και Αυτορρύθμιση) και επτά διαθέσεις (Ανοιχτότητα, Αυτοπεποίθηση, Περιέργεια, Γνωστική Ωριμότητα, Συστηματικότητα, Αναζήτηση της αλήθειας και Αναλυτικότητα), οι οποίες περιγράφονται στον πίνακα 1.

Η παρούσα μελέτη αναπτύχθηκε με αφορμή τη συμμετοχή του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας σε ένα Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα ERASMUS+ με τίτλο «Η Κριτική Σκέψη στα Ευρωπαϊκά Προγράμματα Σπουδών της Ανώτατης Εκπαίδευσης»²⁴. Βασίζεται στην εμπειρία εννέα Ευρωπαϊκών Ιδρυμάτων που συνεργάζονται με άλλους φορείς, με σκοπό τη βελτίωση της μάθησης στα πανεπιστήμια υπό το πρίσμα μιας κοινής προοπτικής: να υποστηριχτεί όσο γίνεται καλύτερα η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των νέων επιστημόνων που θα κληθούν στο μέλλον να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του επαγγέλματός τους, σύμφωνα με τις ανάγκες του εργασιακού περιβάλλοντος και τις κοινωνικές προκλήσεις.

²⁴ <http://crithinkedu.utad.pt/el/τι-είναι-to-crithinkedu/>



Στο πλαίσιο αυτό, προκειμένου να μελετηθεί η κριτική σκέψη κάτω από ένα κοινό σκεπτικό θεωρητικής και ερευνητικής προσέγγισης, αναπτύχθηκε μία έρευνα η οποία είχε ως σκοπό να μελετήσει εάν ένα ΦΦΕ μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων και διαθέσεων κριτικής σκέψης σε μαθητές του δημοτικού σχολείου. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας μελέτης περίπτωσης η οποία αναφέρεται σε μαθήτρια της Ε΄ δημοτικού.

Πίνακας 1: Περιγραφή Δεξιοτήτων και Διαθέσεων κριτικής σκέψης

Δεξιότητα	Περιγραφή
	Το υποκείμενο:
Εξήγηση	Παρουσιάζει με πειστικό και συνεκτικό τρόπο τα αποτελέσματα του συλλογισμού ενός ατόμου. Περιγράφει τη μέθοδο που ακολούθησε, αιτιολογεί τη διαδικασία με επιχειρήματα.
Ανάλυση	Βρίσκει επιχειρήματα υπέρ και κατά, ώστε να στηρίξει το συλλογισμό του, να εξετάσει μια ιδέα, να υποστηρίξει ή να απορρίψει ένα συμπέρασμα.
Ερμηνεία	Κατανοεί και εκφράζει την έννοια και τη σημασία δεδομένων, διαδικασιών, καταστάσεων, γραφημάτων.
Αξιολόγηση	Εξετάζει πόσο ισχυρά είναι τα επιχειρήματα.
Συμπερασμός	Εξάγει συμπεράσματα.
Αυτορρύθμιση	Αυτοεξετάζει και αυτοδιορθώνει τις ιδέες, μεθόδους και πρακτικές του.
Διάθεση	Περιγραφή
	Το υποκείμενο:
Ανοιχτότητα	Επιδεικνύει ευαισθησία, ανεκτικότητα και αποδοχή στην ύπαρξη διαφορετικών προσωπικών απόψεων.
Αυτοπεποίθηση	Δείχνει εμπιστοσύνη στην κρίση και τις ικανότητές του. Εκφράζει τη γνώμη του ακόμη και όταν είναι αντίθετη από των άλλων του. Καθοδηγεί την ομάδα στην επίλυση προβλήματος. Αναλαμβάνει να ανακοινώσει τα συμπεράσματα της ομάδας του.
Περιέργεια	Έχει έντονη επιθυμία για γνώση, επίλυση προβλήματος και πειραματισμό.
Γνωστική Ωριμότητα	Διερευνά και παίρνει περίπλοκες αποφάσεις λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά δεδομένα, όπως το πλαίσιο, ηθικά διλήματα και πολιτικούς φραγμούς.
Συστηματικότητα	Εστιάζει στη διερεύνηση και στη λύση του προβλήματος.
Αναζήτηση της αλήθειας	Αναζητά τη γνώση, διατυπώνει θαρραλέα ερωτήματα.
Αναλυτικότητα	Δίνει αξία στην εφαρμογή και τη χρήση των τεκμηρίων για τη λύση ενός προβλήματος.

2. Μεθοδολογία

Το ΦΦΕ, το οποίο υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2017-2018 είχε σαν στόχο την εξοικείωση των μαθητών Ε΄ και Στ΄ δημοτικού με το ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον μάθησης των Φεστιβάλ και την προετοιμασία τους για την υλοποίησή του. Φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης καθώς και οι εκπαιδευτικοί των τάξεων συντόνιζαν το όλο εγχείρημα. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο στάδιο που είχε διάρκεια πέντε μηνών (10 δίωρα), οι μαθητές σε ομάδες σχεδίασαν και ακολούθησαν τα βήματα μελέτης του φαινομένου που επέλεξαν, χρησιμοποίησαν υλικά και εργαλεία για να συγκεντρώσουν δεδομένα, άσκησαν και δέχτηκαν κριτική πάνω στις ιδέες και τις λύσεις που πρότειναν, κατασκεύασαν μοντέλα και προετοιμάστηκαν για την παρουσίαση των εκθεμάτων τους στο ΦΦΕ. Στο 2^ο στάδιο, την ημέρα του ΦΦΕ, που πραγματοποιήθηκε στο κέντρο



κωμόπολης της Δυτικής Μακεδονίας, οι μαθητές παρουσίασαν στο ευρύ κοινό (μαθητές άλλων σχολείων, εκπαιδευτικούς, γονείς, επισκέπτες) τα εκθέματά τους: μοντέλα φυσικών φαινομένων και αντικειμένων τεχνολογίας, επιτραπέζια παιχνίδια, πολυμεσικά υλικά, αφίσες, εννοιολογικούς χάρτες κ.α. (Σπύρτου κ.ά. 2015).

Στην παρούσα έρευνα αποφασίστηκε να μελετηθούν, σε βάθος και λεπτομερώς, μαθητές που χαρακτηρίζονται αδύναμοι ως προς την κριτική σκέψη. Η επιλογή τους πραγματοποιήθηκε με εργαλείο μέτρησης της κριτικής τους σκέψης (Εργαλείο Δειγματοληψίας - ΕΔ). Πρόκειται για ερωτηματολόγιο 11 προτάσεων/κριτηρίων, 5/βαθμης κλίμακας Likert, βασισμένο σε δεξιότητες και διαθέσεις της κριτικής σκέψης (Facione 2011), το οποίο απαντήθηκε από 30 εκπαιδευτικούς συμμετέχοντες στο ΦΦΕ, για τους 201 συνολικά μαθητές τους. Τελικά από το σύνολο των μαθητών που συμμετείχαν στο Φεστιβάλ, αναγνωρίστηκαν οι πιο αδύναμοι ως προς την κριτική τους σκέψη. Στη συνέχεια η ερευνήτρια, αφού συζήτησε με τους δασκάλους των αδύναμων μαθητών, σχημάτισε μια πιο εμπειριστατωμένη άποψη γι' αυτούς κι επέλεξε τους μαθητές που επρόκειτο να συμμετάσχουν στην έρευνα. Λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες λειτουργικότητας (τη χιλιομετρική απόσταση των σχολείων όπου φοιτούσαν οι συγκεκριμένοι μαθητές από το σχολείο όπου υπηρετούσε η ερευνήτρια, καθώς και το ωρολόγιο πρόγραμμα των σχολείων αυτών, έτσι ώστε να μπορεί να προσαρμόσει το διδακτικό της ωράριο), επιλέχθηκαν τρεις περιπτώσεις. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη της εξέλιξης της κριτικής σκέψης μιας, από τους/τις τρεις μαθήτριες που τελικά επιλέχθηκαν.

Πρόκειται για μαθήτρια της Ε΄ τάξης του δημοτικού, η επίδοση της οποίας στα μαθήματα είναι πολύ χαμηλή. Σπάνια εκφράζει τη γνώμη της ή απαντά σε ερωτήσεις της δασκάλας. Συνήθως είναι απρόθυμη, δείχνει φοβισμένη κατά τη διεκπεραίωση ατομικών ή ομαδικών δραστηριοτήτων και δεν συνεργάζεται με τους συμμαθητές της. Επομένως, η εργασία αυτή εστιάζει στη μελέτη «ενός ξεχωριστού ατόμου, το οποίο βρίσκεται σε μια προβληματική κατάσταση, στη διάρκεια μιας σχετικά μικρής χρονικής περιόδου» (Willig, 2013: 249). Παρατηρεί την εξέλιξη της κριτικής της σκέψης σε «πραγματικό πλαίσιο, αναγνωρίζοντας ότι το πλαίσιο αποτελεί έναν αποφασιστικό παράγοντα και της αιτίας και του αποτελέσματος» (Cohen et al., 2005: 198). Το ερευνητικό ερώτημα της μελέτης είναι το ακόλουθο: Πώς εξελίσσονται οι δεξιότητες και οι διαθέσεις της κριτικής σκέψης μιας αδύναμης, ως προς την κριτική σκέψη, μαθήτριας, κατά τη συμμετοχή της σε Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών;

Τα δεδομένα συλλέχτηκαν από την ερευνήτρια με πρωτογενή μη συμμετοχική παρατήρηση της μαθήτριας (Iωσηφίδης 2008). Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της τριγωνοποίησης (Bryman 2007, Cohen et al. 2005) ως εξής:: α) μαγνητοφώνηση αυτούσιων διαλόγων από τις δραστηριότητες προετοιμασίας του Φεστιβάλ, για δεδομένα λεκτικής επικοινωνίας, β) γραπτές σημειώσεις της ερευνήτριας για την καταγραφή της μη λεκτικής επικοινωνίας, γ) φωτογραφικό υλικό από τις δραστηριότητες και δ) ημιδομημένη συνέντευξη του/ης φοιτητητή/τριας, έπειτα από την παρατήρηση, για πληροφορίες σχετικές με το προφίλ της μαθήτριας και με την ενδεχόμενη εξέλιξη της κριτικής σκέψης της. Πραγματοποιήθηκαν τρεις παρατηρήσεις: οι δύο κατά τη διάρκεια των συναντήσεων και η τρίτη την ημέρα διεξαγωγής του ΦΦΕ.

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ανάλυσης περιεχομένου. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη μέθοδος, διότι επιτρέπει στον ερευνητή να εντοπίσει υπονοούμενα νοήματα κατά την ανάλυση ποιοτικού υλικού, μέσω συστηματικού προσδιορισμού, κωδικοποίησης και ταξινόμησης (Cohen et al. 2005, Iωσηφίδης, 2008). Τα δεδομένα καταχωρήθηκαν υπό μορφή κειμένου σε φύλλα excel (πίνακες Διδακτικών Επεισοδίων-ΔΕ). Δημιουργήθηκε εργαλείο ανάλυσης, 5/βαθμης κλίμακας Likert, το οποίο προέκυψε από βελτίωση του ΕΔ, με 14 προτάσεις/κριτήρια.

Για τη δημιουργία του εργαλείου ανάλυσης ακολουθήσαμε τα εξής βήματα: (α) Επιλογή των δεξιοτήτων και διαθέσεων που θα μελετηθούν (β) Δημιουργία προτάσεων/κριτηρίων για κάθε δεξιότητα και διάθεση που θα μελετηθεί, με στόχο να αναγνωριστούν οι δεξιότητες και οι διαθέσεις σε κάθε διδακτικό



επεισόδιο, δηλαδή σε ένα σύνολο δραστηριοτήτων με κοινό περιεχόμενο. Η έρευνα επικεντρώθηκε σε τρεις δεξιότητες (*Ερμηνεία, Ανάλυση, Εξήγηση*) και τέσσερις διαθέσεις (*Ανοιχτότητα, Περιέργεια, Αυτοπεποίθηση, Γνωστική Ωριμότητα*). Η επιλογή των συγκεκριμένων δεξιοτήτων και διαθέσεων έγινε λαμβάνοντας υπόψη ότι στο περιβάλλον μάθησης του ΦΦΕ, οι μαθητές εμπλέκονται στην ερμηνεία, την ανάλυση και την εξήγηση φυσικών φαινομένων. Παράλληλα ανταλλάσσουν διαφορετικές μεταξύ τους απόψεις, ενθαρρύνονται να διατυπώνουν ερωτήματα, να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες, να διερευνούν θέματα ΦΕ που τους ενδιαφέρουν. Κατά συνέπεια, είναι δυνατόν να αναπτύξουν θετική στάση προς τις ΦΕ. Για παράδειγμα, όσον αφορά τη διάθεση «Αυτοπεποίθηση», σύμφωνα με τον Facione (2011) ένα υποκείμενο που διαθέτει αυτοπεποίθηση θα πρέπει να έχει εμπιστοσύνη στην αξιοπιστία των δικών του αιτιολογημένων κρίσεων και να μπορεί να τις εκθέτει σε άλλους για να τους καθοδηγήσει στην ορθολογική επίλυση προβλημάτων.

Έχοντας ως αφετηρία την παραπάνω θεωρητική περιγραφή, δημιουργήθηκαν τρεις επιμέρους προτάσεις/κριτήρια που αναδεικνύουν τη συμπεριφορά ενός μαθητή με αυτοπεποίθηση: 1) Εκφράζει την άποψή του/ης ακόμη κι αν είναι διαφορετική με των συμμαθητών του/ης, 2) Αναλαμβάνει να ανακοινώσει τα συμπεράσματα της ομάδας του/ης στην ολομέλεια της τάξης, 3) Είναι σε θέση να καθοδηγήσει την ομάδα στην επίλυση προβλημάτων.

Οι πίνακες ΔΕ αναλύθηκαν με την αξιοποίηση του ερευνητικού εργαλείου, έχοντας σαν κριτήριο τη θετική ή αρνητική ανταπόκριση της μαθήτριας στις ευκαιρίες²⁵ που δημιουργήθηκαν σε κάθε διδακτικό επεισόδιο για την ανάπτυξη της κριτικής της σκέψης. Όσες διαθέσεις και δεξιότητες δεν εμφανίστηκαν σε κάποιο διδακτικό επεισόδιο πήραν την τιμή 0. Η ανταπόκριση της μαθήτριας στην ανάπτυξη κάποιων δεξιοτήτων ή διάθεσης πήρε θετικό (+) ή αρνητικό (-) πρόσημο. Για παράδειγμα: Η φοιτήτρια ζητάει από τους μαθητές να σημειώνουν ό,τι μπορεί να τους φανεί χρήσιμο, από το βίντεο που παρακολούθησαν. Η μαθήτρια σημειώνει τα στοιχεία από το βίντεο, ακριβώς σύμφωνα με τις οδηγίες της φοιτήτριας. Το διδακτικό αυτό επεισόδιο παίρνει έναν θετικό χαρακτηρισμό για τη δεξιότητα *Ερμηνεία*, εφόσον η μαθήτρια δείχνει να κατανοεί τη διαδικασία..

Στον πίνακα 2 φαίνεται ένα αντιπροσωπευτικό μέρος του εργαλείου ανάλυσης για το 3^ο διδακτικό επεισόδιο της 2^{ης} παρατήρησης. Για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, δύο επιπλέον ερευνήτριες συμπλήρωσαν ανεξάρτητα το εργαλείο ανάλυσης. Στη συνέχεια προχώρησαν σε συζητήσεις, έτσι ώστε να καταλήξουν σε συμφωνία. Σε κάθε παρατήρηση προέκυψε ο συνολικός αριθμός των τιμών.

Πίνακας 2: Απόσπασμα Εργαλείου Ανάλυσης 2^{ης} παρατήρησης

2η Παρ/ση	Δεξιότητες			Διαθέσεις			
	Ερμηνεία	Ανάλυση	Εξήγηση	Ανοιχτότητα	Περιέργεια	Αυτοπεπ/ση	Γνωστική Ωρ/τητα
3ο ΔΕ	0	0	-	+	+	0	0

²⁵ Με τον όρο ευκαιρίες εννοούνται οι δραστηριότητες καθώς και οι τυχαίες συνθήκες που δημιουργήθηκαν μέσα στη σχολική τάξη, οι οποίες έδιναν τη δυνατότητα στη μαθήτρια να ενεργήσει με τέτοιο τρόπο ώστε να αναγνωρισθεί η συγκεκριμένη δεξιότητα ή διάθεση.



3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα των τριών παρατηρήσεων συγκεντρωτικά για κάθε δεξιότητα και διάθεση που μελετήθηκε παρουσιάζονται στους πίνακες 3 και 4. Εστιάζοντας στη στήλη «Σύνολο» των δύο πινάκων παρατηρούμε αύξηση των θετικών και μείωση των αρνητικών τιμών όσον αφορά τις δεξιότητες και διαθέσεις που εντοπιστήκαν στη 2^η παρατήρηση. Στην 3^η παρατήρηση καταγράφεται εκ νέου μείωση των θετικών και αύξηση των αρνητικών τιμών, χωρίς όμως να φτάνουν στα επίπεδα της 1^{ης} παρατήρησης. Ειδικότερα, η δεξιότητα που παρουσιάζει μεγαλύτερη εξέλιξη είναι η *Ερμηνεία*. Φαίνεται δηλαδή ότι η μαθήτρια ιδιαίτερα κατά τη 2^η παρατήρηση αναγνωρίζει των σκοπό των δραστηριοτήτων στις οποίες εμπλέκεται και κατανοεί τις οδηγίες για την εκπόνηση των εργασιών. Στην 3^η παρατήρηση οι θετικές τιμές μειώνονται αλλά δεν ξαναεμφανίζονται αρνητικές. Όσον αφορά στην *Ανάλυση*, παρατηρείται επίσης βελτίωση κατά τη 2^η παρατήρηση, φαίνεται δηλαδή ότι η μαθήτρια προτείνει λύσεις για το έκθεμα που κατασκεύαζαν και τις δύο φορές που παρουσιάστηκε η ευκαιρία. Όσον αφορά στην *Εξήγηση* και στις τρεις παρατηρήσεις, η μαθήτρια δεν ανταποκρίθηκε στις ευκαιρίες που παρουσιάστηκαν για την εμφάνισή της, δηλαδή δεν τεκμηρίωσε την άποψή της με επιχειρήματα, ούτε μπόρεσε να περιγράψει με σαφήνεια τη μέθοδο που επέλεξε.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα για την εξέλιξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης

	ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ							
	Ερμηνεία		Εξήγηση		Ανάλυση		Σύνολο	
Αρνητικές – Θετικές τιμές	-	+	-	+	-	+	-	+
1 ^η Παρατήρηση	12	1	13	0	4	0	29	1
2 ^η Παρατήρηση	0	11	2	0	0	2	2	13
3 ^η Παρατήρηση - Ημέρα Φεστιβάλ	0	3	6	0	0	0	6	3

Αναφορικά με τα αποτελέσματα των διαθέσεων κριτικής σκέψης, παρατηρείται σημαντική εξέλιξη στη διάθεση *Αυτοπεποίθηση*. Η μαθήτρια αρκετές φορές εξέφρασε την άποψή της, ανέλαβε να ανακοινώσει τα συμπεράσματα της ομάδας της και μπόρεσε να καθοδηγήσει την ομάδα στην επίλυση προβλημάτων που παρουσιάστηκαν. Η διάθεση *Ανοιχτότητα*, επίσης παρουσίασε κάποια βελτίωση στη 2^η παρατήρηση, καθώς η μαθήτρια δέχτηκε ότι υπάρχουν απόψεις διαφορετικές από τις δικές της και επίσης δέχτηκε να εξετάσει τέτοιες απόψεις, ενώ στην 3^η παρατήρηση δεν παρουσιάστηκαν οι ευκαιρίες για την εμφάνισή της. Η διάθεση *Περιέργεια* παρουσίασε βελτίωση και στις τρεις παρατηρήσεις, καθώς η μαθήτρια παρακολούθησε με προσοχή την ανακοίνωση απόψεων ή συμπερασμάτων από τους συμμαθητές της. Σημειώνουμε ότι οι ευκαιρίες για την εμφάνιση της διάθεσης *Γνωστική Ωριμότητα* αποτέλεσαν αντικείμενο παρατήρησης μόνο μία φορά κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, καθώς ήταν η διάθεση που εμφανίστηκε λιγότερο από όλες. Δηλαδή δεν παρουσιάστηκαν κατά τις δραστηριότητες διεξαγωγής του ΦΦΕ ευκαιρίες για τη δημιουργική διαπραγμάτευση τυχόν διαφωνιών της ομάδας κατά τη λήψη αποφάσεων.



Πίνακας 4: Αποτελέσματα για την εξέλιξη των διαθέσεων κριτικής σκέψης

	ΔΙΑΘΕΣΕΙΣ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ									
	Αυτοπεποίθηση		Ανοιχτότητα		Περιέργεια		Γνωστική Ωριμότητα		Σύνολο	
Αρνητικές – Θετικές τιμές	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
1 ^η Παρατήρηση	16	1	7	2	9	10	0	0	32	13
2 ^η Παρατήρηση	2	13	0	8	0	4	0	1	2	26
3 ^η Παρατήρηση – Ημέρα Φεστιβάλ	3	2	0	0	0	8	0	0	3	10

Από τη συνέντευξη της ερευνήτριας με τη φοιτήτρια προκύπτουν παρόμοια ευρήματα. Η φοιτήτρια δήλωσε ότι η μαθήτρια σταδιακά εξέφραζε τις απόψεις της με μεγαλύτερη ευχέρεια, δίχως να χρειάζεται τη μεσολάβηση των συμμαθητριών της, και συμμετείχε στις εργασίες της κατασκευής με αυξανόμενη όρεξη και επιτυχία, ιδιαίτερα στη 2^η παρατήρηση, ενώ στη 3^η «...φάνηκε να κλείνεται πάλι λίγο στον εαυτό της, όμως όχι όπως στην αρχή».

4. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή επιχειρήθηκε να αποτυπωθεί λεπτομερώς η εξέλιξη της κριτικής σκέψης μίας μαθήτριας, στοχεύοντας στην ανάλυση της πολυπλοκότητάς της και του ιδιαίτερου χαρακτήρα της στο πλαίσιο του ΦΦΕ (Cohen et al. 2005). Από τα αποτελέσματα της έρευνας, συνάγεται ότι η συμμετοχή της μαθήτριας στο ΦΦΕ, οδήγησε σε θετική εξέλιξη της κριτικής της σκέψης. Αξιοσημείωτο είναι το εύρημα ότι τα αποτελέσματα της 2^{ης} παρατήρησης ήταν θετικότερα από της 3^{ης} (ημέρα του Φεστιβάλ). Αποδίδουμε το εύρημα αυτό στην παραδοχή ότι κατά τις μελέτες περίπτωσης το πλαίσιο αποτελεί καθοριστικό παράγοντα των αποτελεσμάτων που παρατηρούνται (Cohen et al. 2005). Επομένως, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι το οικείο πλαίσιο υλοποίησης των δραστηριοτήτων (σχολικό περιβάλλον), σε συνδυασμό με τις ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες της ανοιχτής διερεύνησης στις οποίες συμμετείχε η μαθήτρια κατά τη 2^η παρατήρηση, πιθανώς να ευνόησε τη θετική ανταπόκριση της μαθήτριας στην ανάπτυξη της *Ερμηνείας* και της *Αυτοπεποίθησης*. Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία, στην οποία υποστηρίζεται ότι η συμμετοχή σε διερευνητικές, ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες κατά την προσέγγιση φαινομένων μπορεί να ενισχύσει την ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων και διαθέσεων, καθώς οι μαθητές απαντούν σε ερωτήματα και αναζητούν σχέσεις μεταξύ εννοιών και φαινομένων (Spyrtou et al. 2019, Leen et al. 2014). Επιπλέον, η διαθεματική προσέγγιση των φαινομένων ενδέχεται να λειτούργησε επικουρικά στη βελτίωση της διάθεσης της ανοιχτότητας της μαθήτριας (Spyrtou et al. 2019). Η υποχώρηση των θετικών τιμών κατά την ημέρα διεξαγωγής του ΦΦΕ ενδεχομένως οφείλεται στην αμηχανία που προκάλεσε στην μαθήτρια η έκθεσή της στο κοινό, δηλαδή σε ένα διαφορετικό πλαίσιο. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια των διδακτικών επεισοδίων ενός δίωρου μαθήματος δεν δημιουργήθηκαν συγκεκριμένες κατάλληλες συνθήκες, ώστε να



παρατηρηθούν όλες οι δεξιότητες και διαθέσεις της κριτικής σκέψης. Για παράδειγμα, φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια των τριών παρατηρήσεων δεν αναγνωρίστηκε η διάθεση *Γνωστική Ωριμότητα* παρά μόνο σε ένα διδακτικό επεισόδιο. Κλείνοντας, υποστηρίζεται ότι η κριτική σκέψη υπερβαίνει τα όρια της σχολικής τάξης και σχετίζεται με τον τρόπο που προσεγγίζουν τη ζωή τους τα άτομα (Facione 2011). Επομένως, η μελέτη της κριτικής σκέψης σε μικρό χρονικό διάστημα -όπως στην παρούσα έρευνα- μπορεί να υπόκειται σε περιορισμούς. Ωστόσο, η λεπτομερής μελέτη περιπτώσεων δύναται να εμπλουτίσει τα δεδομένα που υπάρχουν για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο.

5. Βιβλιογραφία

- Ιωσηφίδης, Θ. (2008). *Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Κριτική.
- Σπύρτου, Α., & Ζάχου, Π. (2015). Εκπαιδευτικό υλικό για τις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο: ανάπτυξη και παρουσίαση του υλικού σε Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Στο Χ. Σκουμπουρδή, Μ. Σκουμιάς (Επίμ.), *1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες*, 393-408. Ρόδος.
- Bryman, A. (2007). *Μέθοδοι Κοινωνικής Έρευνας*. Αθήνα: Gutenberg.
- Butler, H. A., Pentoney, C., & Bong, M. P. (2017). Predicting real-world outcomes: Critical thinking ability is a better predictor of life decisions than intelligence. *Thinking Skills and Creativity*, 25, 38-46.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2005). *Research Methods in Education*. London and New York: Routledge.
- EACEA/Eurydice (2011). *Science education in Europe: National policies, practices, and research*. Brussels, Belgium: Eurydice.
- Facione, P. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment. Retrieved from <https://www.insightassessment.com/About-Us/Measured-Reasons/pdf-file/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts-PDF>
- Facione, P. A. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Millbrae, CA: The California Academic Press.
- Halpern, D. (2014). *Thought and Knowledge. An Introduction to Critical Thinking*. New York and London: Psychology Press.
- Leen, C. C., Hong, H., Kwan, F. F. H., & Ying, T. W. (2014). *Creative and Critical Thinking in Singapore Schools*. Singapore: National Institute of Education, Nanyang Technological University.
- Lorencová, H., Jarošová, E., Avgitidou, S. & Dimitriadou, C. (2019). Critical Thinking Practices in Teacher Education Programmes: A Systematic Review. *Studies in Higher Education* (special issue) (under publication).
- Reid, N., & Yang, M.J. (2002). The solving of problems in chemistry: The more open-ended problems. *Research in Science & Technological Education*, 20, 83-98.
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Spyrtou A., Manou L., Peikos G., Zachou P. (2019) Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module. In: Tsitouridou M., A. Diniz J., Mikropoulos T. (eds) *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education. TECH-EDU 2018. Communications in Computer and Information Science*, 993, (pp. 137-152), Springer, Cham.



Willig, C. (2013). *Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στην Ψυχολογία: Εισαγωγή*. Αθήνα, Gutenberg.



**ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**



Διερεύνηση των χαρακτηριστικών των μαθητών που προβλέπουν τη χρήση οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών

Μαρία Βλαχολιά¹, Στέλλα Βοσνιάδου², Κατερίνα Σάλτα², Πέτρος Ρούσσος²,
Σμαράγδα Καζή³, Μιχάλης Σιγάλας⁴, Χρύσα Τζουγκράκη²

¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ²Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

³Πάντειο Πανεπιστήμιο, ⁴Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα διερευνάται ο βαθμός στον οποίο ορισμένα χαρακτηριστικά των μαθητών μπορούν να προβλέψουν την επίδοσή τους στη επίλυση προβλημάτων Οργανικής Χημείας. Η χορήγηση των εργαλείων VACT, BCCI, ROT, RAVEN έδειξε ότι οι βασικές γνώσεις Χημείας των μαθητών είναι το χαρακτηριστικό που προβλέπει σε μεγαλύτερο βαθμό την επίδοσή τους σε προβλήματα τα οποία μπορούν να επιλυθούν με οπτικές στρατηγικές αλλά και σε προβλήματα που απαιτούν την υιοθέτηση αναλυτικών στρατηγικών. Η ικανότητα των μαθητών να αγνοούν τη διαισθητική απάντηση που τους επιβάλλει ισχυρά η οπτική παρατήρηση δεν προβλέπεται σε ικανοποιητικό βαθμό από κάποιο από τα χαρακτηριστικά των μαθητών που μελετήθηκαν.

Λέξεις-κλειδιά: Οπτικές-, Αναλυτικές στρατηγικές, Χαρακτηριστικά μαθητών

Investigating students' characteristics that predict the use of imagistic and analytic strategies

Maria Vlacholia¹, Stella Vosniadou², Katerina Salta², Petros Roussos²,
Smaragda Kazi³, Michael Sigalas⁴, Chryssa Tzougraki²

¹Secondary Education, ²National and Kapodistrian University of Athens

³Panteion University, ⁴Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

In the present study the extent to which certain characteristics of students predict their performance in Organic Chemistry problem solving was investigated. The administration of the instruments VACT, BCCI, ROT, RAVEN showed that students' basic chemistry knowledge predict their performance in problems that can be solved using imagistic strategies as well as in problems that require the adoption of analytic strategies. None of the studied characteristics was found to powerfully predict students' ability to solve problems that require inhibiting the intuitive response, strongly suggested by visual inspection.

Keywords: Imagistic-, Analytic strategies, Students' characteristics



1. Εισαγωγή

Κατά την επίλυση ενός προβλήματος ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεταβολή από τη χρήση οπτικών στη χρήση αναλυτικών στρατηγικών, καθώς αυτή συσχετίζεται με αλλαγές στα νοητικά μοντέλα των διδασκομένων (Hegarty et al. 2013). Οι οπτικές στρατηγικές εμπεριέχουν νοητικές διεργασίες, ενώ οι αναλυτικές κανόνες και ευρετικούς συλλογισμούς (Hegarty et al. 2013, Stieff et al. 2010^a, Stieff & Rajé 2010, Stieff et al. 2010^b).

Μελέτες σχετικά με την επίδραση της διδασκαλίας στη μεταβολή αυτή έχουν δείξει ότι μετά από εντατικά μαθήματα Οργανικής Χημείας διάρκειας έξι εβδομάδων, φοιτητές χρησιμοποίησαν περισσότερο αναλυτικές από ότι οπτικές στρατηγικές. Εντούτοις, οι φοιτητές υψηλής οπτικοχωρικής ικανότητας εξακολούθησαν να χρησιμοποιούν οπτικές στρατηγικές, καθώς γι' αυτούς η χρήση των στρατηγικών αυτών δεν είναι κοπιώδης. Σε ότι αφορά στο φύλο, οι γυναίκες έδειξαν να αυξάνουν σημαντικά τη χρήση αναλυτικών στρατηγικών μετά τη διδασκαλία (Hegarty et al. 2013, Stieff et al. 2010^b, Stieff et al 2012).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση του βαθμού στον οποίο ατομικά χαρακτηριστικά μαθητών, όπως το φύλο τους, η οπτικοχωρική τους ικανότητα, οι βασικές τους γνώσεις Χημείας, η κατεύθυνση προσανατολισμού τους (θετικές ή ανθρωπιστικές επιστήμες), ο βαθμός εισαγωγής τους στα Μαθηματικά και ο συνολικός βαθμός εισαγωγής τους στο σχολείο μπορούν να προβλέψουν την επίδοσή τους σε προβλήματα που μπορούν να επιλυθούν: 1) με οπτικές στρατηγικές, 2) μόνο με αναλυτικές στρατηγικές και 3) μόνο με αναλυτικές στρατηγικές και απαιτούν αποφυγή της διαισθητικής απάντησης που επιβάλλεται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση. Τα χαρακτηριστικά εκείνα που μπορούν να προβλέψουν την ορθή επίλυση των προβλημάτων μόνο με τη χρήση αναλυτικών στρατηγικών θα είναι εκείνα που μπορούν να προβλέψουν τη μετάβαση των μαθητών από τη χρήση οπτικών στη χρήση αναλυτικών στρατηγικών. Ένα τέτοιο εύρημα θα ήταν σημαντικό, καθώς η μετάβαση αυτή συσχετίζεται με αλλαγές στα νοητικά μοντέλα των διδασκομένων (Hegarty et al. 2013).

2. Μεθοδολογία

Για την επίτευξη του σκοπού της έρευνας αυτής χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο VACT που διερευνά τη μετάβαση των λυτών από τη χρήση οπτικών στην υιοθέτηση αναλυτικών στρατηγικών και έχει καλά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά (Vlacholia et al. 2017). Το VACT αποτελείται από δύο υποκλίμακες και περιέχει 20 ερωτήματα. Δέκα από αυτά χαρακτηρίζονται ως «Συνεπή» ερωτήματα, καθώς η ορθή επίλυση τους είναι συνεπής με την επίλυση που επιβάλλει η οπτική παρατήρηση και επομένως μπορούν να επιλυθούν με την εφαρμογή οπτικών στρατηγικών (υποκλίμακα των «Συνεπών» ερωτημάτων του VACT). Τα υπόλοιπα δέκα ερωτήματα χαρακτηρίζονται ως «Ασυνεπή», καθώς η ορθή επίλυση τους είναι ασυνεπής με την επίλυση που επιβάλλει η οπτική παρατήρηση και απαιτούν για την επίλυσή τους την εφαρμογή αναλυτικών στρατηγικών και γνώσεων Χημείας (υποκλίμακα των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT). Τα «Ασυνεπή» ερωτήματα αποτελούνται από δύο κατηγορίες ερωτημάτων (γ) και (δ). Τα ερωτήματα της κατηγορίας (γ) απαιτούν για την επίλυσή τους αποφυγή της διαισθητικής απάντησης που επιβάλλεται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση, καθώς έχουν ισχυρότερη επίδραση στο να παρασύρουν τον λύτη προς τη λανθασμένη απάντηση από ότι έχουν τα ερωτήματα της κατηγορίας (δ).

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν, επίσης, η δοκιμασία γνώσεων «Βασικών Εννοιών Χημείας» (BCCI) (Salta et al. 2016) που μετράει τον βαθμό κατανόησης βασικών εννοιών Χημείας από μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και δύο δοκιμασίες που μετρούν την οπτικοχωρική ικανότητα των



μαθητών, η Δοκιμασία Οπτικοποίησης Νοητικών Περιστροφών (ROT ή PVRT) (Bodner & Guay 1997) και η Δοκιμασία Raven (Raven et al. 1998).

Στην έρευνα συμμετείχαν 127 μαθητές της Β΄ τάξης Πρότυπων Πειραματικών Λυκείων (ΠΠΛ) (56 αγόρια, 71 κορίτσια, 93 μαθητές κατεύθυνσης θετικού και 34 θεωρητικού προσανατολισμού). Όλοι οι μαθητές συμπλήρωσαν γραπτώς τις δοκιμασίες VACT και BCCI, ενώ οι δοκιμασίες οπτικοχωρικών ικανοτήτων χορηγήθηκαν σε ηλεκτρονική μορφή. Τα σχολεία έδωσαν για κάθε μαθητή τον συνολικό βαθμό εισαγωγής του στο σχολείο και τον βαθμό εισαγωγής του στα Μαθηματικά.

3. Αποτελέσματα

Για την επίτευξη του σκοπού της έρευνας εφαρμόστηκε η μέθοδος της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης (stepwise multiple regression) εισάγοντας σε κάθε περίπτωση ως προβλεπτικές μεταβλητές (χαρακτηριστικά των μαθητών) αυτές που παρουσιάζουν συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβλητή κριτήριο (κατηγορίες ερωτημάτων του VACT).

Υποκλίμακα «Συνεπών» ερωτημάτων του VACT

Για την μεταβλητή κριτήριο της υποκλίμακας των «Συνεπών» ερωτημάτων εισήχθησαν ως προβλεπτικές μεταβλητές η κατεύθυνση προσανατολισμού των μαθητών, το φύλο τους, ο συνολικός βαθμός εισαγωγής τους στο σχολείο, ο βαθμός εισαγωγής τους στα Μαθηματικά και οι επιδόσεις τους στις δοκιμασίες PVRT, Raven και BCCI. Από αυτές, στην πρόβλεψη της υποκλίμακας των «Συνεπών» ερωτημάτων, βρέθηκαν ότι συνεισφέρουν σε στατιστικώς σημαντικό επίπεδο [$F(5,111) = 14,53, p < 0,001$] ο βαθμός εισαγωγής των μαθητών στα Μαθηματικά (ερμηνεύει το 22% της διακύμανσης), οι επιδόσεις τους στις δοκιμασίες Raven (ερμηνεύει το 8% της διακύμανσης) και BCCI (ερμηνεύει το 5% της διακύμανσης), το φύλο τους (ερμηνεύει το 3% της διακύμανσης) και η κατεύθυνση προσανατολισμού τους (ερμηνεύει το 3% της διακύμανσης). Καλύτερη επίδοση είχαν τα κορίτσια και οι μαθητές της θετικής κατεύθυνσης προσανατολισμού. Συνολικά, οι παραπάνω πέντε προβλεπτικές μεταβλητές ερμηνεύουν το 40% της συνολικής διακύμανσης της επίδοσης των μαθητών στην υποκλίμακα των «Συνεπών» ερωτημάτων. Οι συντελεστές του μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Συντελεστές του μοντέλου της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης για την υποκλίμακα των «Συνεπών» ερωτημάτων του VACT

Μοντέλο	Μη τυποποιημένοι συντελεστές		Τυποποιημένοι συντελεστές	Κριτήριο t	p
	B	Τυπικό σφάλμα	β		
(Σταθερά)	0,53	0,05		9,85	0,000
Βαθμός εισαγωγής στα Μαθηματικά	0,01	0,00	0,25	2,78	0,006
Επίδοση στο Raven	0,01	0,00	0,22	2,68	0,008
Επίδοση στο BCCI	0,21	0,07	0,26	3,00	0,003
Φύλο	-0,05	0,02	-0,19	-2,46	0,016
Κατεύθυνση προσανατολισμού	0,06	0,03	0,17	2,17	0,032
Συνολικός βαθμός εισαγωγής στο σχολείο			-0,43	-1,69	0,094
Επίδοση στο PVRT			-0,04	-0,45	0,651



Ο τροποποιημένος συντελεστής παλινδρόμησης β δείχνει ότι η επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία βασικών γνώσεων Χημείας (BCCI) παίζει σημαντικότερο ρόλο στην ερμηνεία της μεταβλητής κριτηρίου σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι από όλα τα χαρακτηριστικά των μαθητών εκείνα που τους δίνουν πλεονέκτημα έναντι των άλλων μαθητών στην επίλυση ακόμα και εύκολων ερωτημάτων είναι οι γνώσεις τους στη Χημεία, η επίδοσή τους στα Μαθηματικά, η οπτικοχωρική τους ικανότητα (όπως μετράται από τη δοκιμασία Raven), το φύλο τους και η κατεύθυνση προσανατολισμού τους.

Υποκλίμακα «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT

Με μεταβλητή κριτήριο την υποκλίμακα των «Ασυνεπών» ερωτημάτων εισήχθησαν ως προβλεπτικές μεταβλητές η κατεύθυνση προσανατολισμού των μαθητών, ο συνολικός βαθμός εισαγωγής τους στο σχολείο, ο βαθμός εισαγωγής τους στα Μαθηματικά και η επίδοσή τους στη δοκιμασία BCCI. Η ανάλυση παλινδρόμησης έδειξε ότι από όλα τα χαρακτηριστικά των μαθητών μόνο ο συνολικός βαθμός εισαγωγής τους στο σχολείο συνεισφέρει στην πρόβλεψη της υποκλίμακας των «Ασυνεπών» ερωτημάτων σε στατιστικώς σημαντικό επίπεδο [$F(1,118) = 19,13, p < 0,001$] ερμηνεύοντας το 14% της διακύμανσης. Οι συντελεστές του μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Η υποκλίμακα των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT περιέχει δύο διακριτές κατηγορίες ερωτημάτων, (γ) και (δ), και προφανώς επηρεάζεται από αυτές. Βάσει των παραπάνω αποτελεσμάτων, η επίδραση και των δύο κατηγοριών έχει ως αποτέλεσμα τα «Ασυνεπή» ερωτήματα να επιλύονται πιο αποτελεσματικά από μαθητές με συνολικά καλύτερη βαθμολογία εισαγωγής στο σχολείο.

Πίνακας 2: Συντελεστές του μοντέλου της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης για την υποκλίμακα των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT

Μοντέλο	Μη τυποποιημένοι συντελεστές		Τυποποιημένοι συντελεστές	Κριτήριο t	p
	B	Τυπικό σφάλμα	β		
(Σταθερά)	0,06	0,11		0,50	0,619
Συνολικός βαθμός εισαγωγής στο σχολείο	0,03	0,01	0,37	4,37	0,000
Κατεύθυνση προσανατολισμού			0,16	1,87	0,063
Βαθμός εισαγωγής στα Μαθηματικά			0,08	0,29	0,775
Επίδοση στο BCCI			0,154	1,50	0,136

Κατηγορία (γ) της υποκλίμακας των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT

Προβλεπτικές μεταβλητές, στην περίπτωση που ως μεταβλητή κριτήριο μελετήθηκε η κατηγορία (γ) της υποκλίμακας των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT, αποτέλεσαν ο συνολικός βαθμός εισαγωγής των μαθητών στο σχολείο και ο βαθμός εισαγωγής τους στα Μαθηματικά. Μόνο, όμως, η τελευταία μεταβλητή θεωρήθηκε, βάσει της ανάλυσης, ότι συνεισέφερε στατιστικώς σημαντικά στην πρόβλεψη της μεταβλητής κριτηρίου [$F(1,122) = 9,64, p = 0,002$] ερμηνεύοντας μόνο το 7,3% της διακύμανσης. Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι συντελεστές του μοντέλου της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης.



Συνεπώς, φαίνεται ότι οι μαθητές που έχουν καλύτερη επίδοση στο μάθημα των Μαθηματικών έχουν και μεγαλύτερη ικανότητα σε σχέση με τους υπόλοιπους μαθητές να αγνοούν τη διαισθητική απάντηση που τους επιβάλλει η οπτική παρατήρηση προκειμένου να επιλύσουν τα ερωτήματα της κατηγορίας (γ) του VACT.

Πίνακας 3: Συντελεστές του μοντέλου της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης για την κατηγορία (γ) της υποκλίμακα των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT

Μοντέλο	Μη τυποποιημένοι συντελεστές		Τυποποιημένοι συντελεστές	Κριτήριο t	p
	B	Τυπικό σφάλμα	β		
(Σταθερά)	0,21	0,07		3,06	0,003
Βαθμός εισαγωγής στα Μαθηματικά	0,02	0,01	0,27	3,11	0,002
Συνολικός βαθμός εισαγωγής στο σχολείο			0,12	0,44	0,665

Κατηγορία (δ) της υποκλίμακας των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT

Οι μεταβλητές που εισάχθηκαν ως προβλεπτικές στην περίπτωση της κατηγορίας (δ) της υποκλίμακας των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT ήταν η κατεύθυνση προσανατολισμού των μαθητών, ο συνολικός βαθμός εισαγωγής τους στο σχολείο, ο βαθμός εισαγωγής τους στα Μαθηματικά και οι επιδόσεις τους στις δοκιμασίες Raven και BCCI. Από την ανάλυση προέκυψε ότι μόνο η επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία BCCI και ο βαθμός εισαγωγής τους στα Μαθηματικά προέβλεπε σε στατιστικώς σημαντικό επίπεδο [$F(2,115) = 12,64, p < 0,001$] τη μεταβλητή κριτήριο ερμηνεύοντας το 14,1% και το 4% της διακύμανσης αντίστοιχα. Συνολικά αυτές οι δύο προβλεπτικές μεταβλητές ερμηνεύουν το 18% της συνολικής διακύμανσης της επίδοσης των μαθητών στην κατηγορία (δ).

Πίνακας 4: Συντελεστές του μοντέλου της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης για την κατηγορία (δ) της υποκλίμακα των «Ασυνεπών» ερωτημάτων του VACT

Μοντέλο	Μη τυποποιημένοι συντελεστές		Τυποποιημένοι συντελεστές	Κριτήριο t	p
	B	Τυπικό σφάλμα	β		
(Σταθερά)	0,14	0,11		1,32	0,190
Επίδοση στο BCCI	0,53	0,18	0,28	2,90	0,005
Βαθμός εισαγωγής στα Μαθηματικά	0,01	0,01	0,21	2,11	0,037
Συνολικός βαθμός εισαγωγής στο σχολείο			0,07	0,24	0,815
Επίδοση στο Raven			0,05	0,51	0,612
Κατεύθυνση προσανατολισμού			0,15	1,72	0,088



Από τον πίνακα 4, όπου δίνονται οι συντελεστές του μοντέλου, προκύπτει ότι η επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία γνώσεων βασικών εννοιών Χημείας ερμηνεύει σε μεγαλύτερο βαθμό τη μεταβλητή κριτήριο σε σχέση με τον βαθμό εισαγωγής των μαθητών στα Μαθηματικά.

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι η επίλυση των ερωτημάτων που απαιτεί από τους μαθητές την εφαρμογή γνώσεων Χημείας, εξαρτάται και από τις γνώσεις αυτές, αλλά και από τις καλές επιδόσεις τους στο μάθημα των Μαθηματικών.

4. Συμπεράσματα

Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι από όλα τα χαρακτηριστικά των μαθητών εκείνα που προβλέπουν την επίδοσή τους κατά την επίλυση προβλημάτων που μπορούν να επιλυθούν με οπτικές στρατηγικές είναι κυρίως οι βασικές γνώσεις τους στη Χημεία και σε μικρότερο βαθμό η υψηλή επίδοσή τους στα Μαθηματικά, η αυξημένη οπτικοχωρική τους ικανότητα (όπως μετράται από τη δοκιμασία Raven), το φύλο τους (τα κορίτσια αποδίδουν καλύτερα σε σχέση με τα αγόρια) και η κατεύθυνση προσανατολισμού τους (οι μαθητές της θετικής κατεύθυνσης προσανατολισμού αποδίδουν καλύτερα σε σχέση με αυτούς της θεωρητικής).

Επίσης, προέκυψε ότι η επίλυση των προβλημάτων που απαιτούν την υιοθέτηση αναλυτικών στρατηγικών προβλέπεται από την υψηλότερη επίδοση των μαθητών στα Μαθηματικά, αλλά κυρίως από τις βασικές γνώσεις τους στη Χημεία. Τα χαρακτηριστικά αυτά προβλέπουν τη μετάβαση των μαθητών από τη χρήση οπτικών στη χρήση αναλυτικών στρατηγικών και φαίνεται να συσχετίζονται με αλλαγές στα νοητικά μοντέλα των μαθητών (Hegarty et al. 2013).

Η ικανότητα των μαθητών να αγνοούν τη διαισθητική απάντηση που τους επιβάλλει ισχυρά η οπτική παρατήρηση δεν προβλέπεται σε ικανοποιητικό βαθμό από κάποιο από τα χαρακτηριστικά των μαθητών που μελετήθηκαν, αλλά μόνο από την υψηλότερη επίδοση των μαθητών στα Μαθηματικά, αν και σε μικρό βαθμό.

Αυτή η αδυναμία των μαθητών να παραβλέπουν το οπτικό ερέθισμά και να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους προκειμένου να επιλύσουν ένα πρόβλημα συνιστά ένα σημείο στο οποίο πρέπει να επικεντρωθεί η διδασκαλία.

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε. (ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του ΕΣΠΑ – Ερευνητικό Έργο: ΘΑΛΗΣ.

5. Βιβλιογραφία

Bodner, G.M. & Guay, R.B. (1997). The Purdue Visualization of Rotations test, *The Chemical Educator*, vol. 2, pp. 1-17.

Hegarty, M., Stieff, M. & Dixon, B. L. (2013). Cognitive change in mental models with experience in the domain of organic chemistry. *Journal of Cognitive Psychology*, 25 (2), 220-228.

Raven, J., Raven, J.C. & Court, J.H. (1998) *Manual for Raven's Advanced Progressive Matrices*, Oxford, England: Oxford Psychologists Press.



Salta, K., Antonoglou, L., Vlacholia, M., Roussos, P., Kazi, S., Vosniadou, S., Sigalas, M. & Tzougraki, C. (2016). Development and Validation of a Basic Chemistry Concept Inventory Assessing Secondary School Students, *13th European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE)*, Barcelona, Spain.

^a Stieff, M., Hegarty, M. & Dixon, B. (2010). Alternative strategies for spatial reasoning with diagrams, *Diagrammatic Representation and Inference*, LNAI 6170, A.K. Goel, M. Jamnik and N.H. Narayanan, eds., Springer-Verlag, pp. 115-127.

Stieff, M. & Raje, S., (2010). Expert algorithmic and imagistic problem solving strategies in advanced chemistry. *Spat. Cogn. Comput.*, 10, 53-81.

^b Stieff, M., Ryu, M. & Dixon, B. (2010). Students' use of multiple strategies for spatial problem solving, *ICLS '10 Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences*, vol. 1, pp. 765-772.

Stieff, M., Ryu, M., Dixon B. & Hegarty, M. (2012). The role of spatial ability and strategy preference for spatial problem solving in organic chemistry, *Journal of Chemical Education*, vol. 89, pp. 854-859.

Vlacholia, M., Vosniadou, S., Roussos, P., Salta, K., Kazi, S., Sigalas, M. & Tzougraki, C. (2017). Changes in Visual/Spatial and Analytic Strategy Use in Organic Chemistry with the Development of Expertise, *Chemistry Education Research. and Practice*, 18, 763-773.



Οι προϋπάρχουσες ιδέες και οι αναπαραστάσεις προπτυχιακών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης πάνω στον κυματοσωματιδιακό δυισμό, τη συμβολή και την περίθλαση των κυμάτων

**Αριστοτέλης Γκιόλμας, Αρτεμησία Στούμπα, Κωνσταντίνος Σκορδούλης,
Παναγιώτης Λάζος & Άνθιμος Χαλκίδης**
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία διερεύνηση των προϋπαρχουσών ιδεών, των αντιλήψεων και των αναπαραστάσεων υποψηφίων εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, πάνω στη δυαδικότητα «σωμάτιο - κύμα», στη συμβολή των κυμάτων και στην περίθλαση. Η έρευνα αυτή αποτελεί αρχικό στάδιο μιας ευρύτερης έρευνας, που αποσκοπεί στη δόμηση ενός διδακτικού μοντέλου για τη διδασκαλία της κυματοσωματιδιακής φύσης της ύλης σε εκπαιδευτικούς, οι οποίοι δεν έχουν πολύ ισχυρό Μαθηματικό και Φυσικό υπόβαθρο. Οι φοιτήτριες/-τές απάντησαν σε ερωτηματολόγια που αφορούν τα προαναφερθέντα φαινόμενα και έννοιες. Από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων προέκυψαν συμπεράσματα που αφορούν το πώς αντιλαμβάνονται και τι πιστεύουν για τα φαινόμενα αυτά, χωρίς, αρκετοί, να τα έχουν διδαχτεί ως τώρα.

Λέξεις-κλειδιά: προϋπάρχουσες ιδέες, σωμάτιο, κύμα, συμβολή κυμάτων, περίθλαση κυμάτων.

The pre-existing ideas and the representations of undergraduate Primary-Education teachers on the wave-particle duality, the wave interference and the wave diffraction.

**Aristotelis Gkiolmas, Artemisia Stoumpa, Constantine Skordoulis,
Panagiotis Lazos & Anthimos Chalkidis**
Department of Primary Education, University of Athens, Greece.

Abstract

In the current paper, an investigation is presented, concerning the pre-instructional ideas, the views and the representations of prospective Primary School educators, on the wave-particle duality, on the wave interference and on the wave diffraction. This research is an initial stage of a broader research, aiming at the construction of a teaching model for the instruction – about the wave-particle nature of matter – of educators not possessing a very rigid Mathematics' and Physics' background. The undergraduate students answered to questionnaires concerning the aforementioned phenomena and concepts. From the processing of the questionnaires, conclusions were drawn, as regards the way that the students conceptualise and what they do believe about these phenomena and concepts, without, enough among them, ever being taught about the former phenomena until now.

Keywords: pre-instructional ideas, particle, wave, wave interference, wave diffraction



1. Εισαγωγή

Η διάκριση ανάμεσα σε σωματίδιο και κύμα, η διττή φύση κάποιων οντοτήτων (π.χ. το φως), καθώς και τα φαινόμενα της συμβολής και της περίθλασης κυμάτων, αποτελούν πτυχές της Φυσικής, τις οποίες τόσο μαθητές (Kocakulah, & Kural, 2010) όσο και προπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες ακόμη και σε Τμήματα Φυσικών Επιστημών διεθνώς, δυσκολεύονται να κατανοήσουν (Wosilait et al., 1999).

Ακόμη περισσότερο αυτό ισχύει για φοιτητές που σπουδάζουν αυτή τη στιγμή στα Παιδαγωγικά Τμήματα της Ελλάδας, οι οποίοι στη μεγάλη τους πλειοψηφία δεν τα έχουν διδαχτεί, ούτε σε επίπεδο Δευτεροβάθμιας σπουδών, ούτε στις σπουδές τους μέσα στο Πανεπιστήμιο.

Θεωρείται από την άλλη σημαντικό, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Vokos et al.; 2000), να έχουν γνώση οι εκπαιδευτικοί αυτών των εννοιών και φαινομένων, τόσο γιατί έχουν πληθώρα εφαρμογών στην καθημερινή ζωή εκπαιδευτικών και μαθητών, όσο – και αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό – για να κατανοήσουν οι εκπαιδευτικοί τον κυματο-σωματιδιακό δυισμό της ύλης, μία βασική πτυχή των Φυσικών Επιστημών, προερχόμενη από την Κβαντομηχανική, που εμφανίζει μεν δυσκολίες στην κατανόηση, έχει όμως μεγάλη επίδραση στον τρόπο που οι επιστήμονες και οι απλοί άνθρωποι σήμερα αντιλαμβάνονται τις τεχνολογικές εφαρμογές, τις έννοιες «θέση», «πιθανότητα εύρεσης» (στο χώρο), βεβαιότητα κλπ.

Ως εκ τούτου, η ανάδειξη και ανάλυση των προϋπαρχουσών αντιλήψεων και ιδεών των μαθητών σε θέματα κυματικής συμπεριφοράς και διάκρισης σωματιδίου και κύματος, έχει καταδειχτεί ως πολύ σημαντική στη διεθνή βιβλιογραφία (Fischler & Lichtfeldt 1992; Mannila, Koronen, & Niskanen, 2002). Πέρα από την καθαυτή αξία τους στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, οι προϋπάρχουσες ιδέες, ειδικότερα στις πτυχές αυτές της Φυσικής βοηθούν να αναλυθούν καλύτερα τα λάθη που γίνονται και να διδαχτεί με απλούστερο τρόπο σε ένα ευρύτερο κοινό η Κβαντομηχανική (Müller & Wiesner, 2002).

Τα ερευνητικά ερωτήματα που διέπουν αυτήν την αρχική φάση της έρευνας είναι: α. Πώς αντιλαμβάνονται οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, τη διάκριση ανάμεσα σε «σωματίδιο» και «κύμα»; β. Τι προϋπάρχουσες αντιλήψεις και τι αναπαραστάσεις έχουν από την καθημερινή τους ζωή για τα φαινόμενα της κυματικής συμβολής και περίθλασης;

Αφότου, σε αυτήν την εργασία, αναδεικνύονται οι προϋπάρχουσες ιδέες των φοιτητών πάνω στα θέματα αυτά, τότε ακολουθεί η ευρύτερη έρευνα της οποίας αποτελεί μέρος. Στην έρευνα αυτή, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδέες αυτές, και με τη βοήθεια λογισμικών και του «διδασκτικού πειράματος» (“teaching experiment”) (Komorek & Duit, 2004) εισάγονται οι νέες γνώσεις, δηλαδή διδάσκεται η διττή φύση των σωματιδίων (π.χ. ηλεκτρονίων) μέσα από την κυματική τους συμπεριφορά (περίθλαση, πείραμα Davisson – Germer).

2. Μεθοδολογία

Στην αρχική αυτή έρευνα συμμετείχε ένα δείγμα από $N = 38$ φοιτήτριες/-τές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν, γραπτά και ατομικά, το Ερωτηματολόγιο, όπως και σε προηγούμενες έρευνες (Ambrose, 1999), αλλά και σε συνάφεια με τη θεωρία της εκπαιδευτικής έρευνας (Kelly et. al., 2008; Otero & Harlow, 2009). Η συμπλήρωση έγινε σε εθελοντική βάση, μετά το πέρας των Εργαστηρίων Φυσικής τα οποία οι φοιτητές παρακολουθούν στο Τμήμα, χωρίς χρονικούς περιορισμούς, αλλά και χωρίς να έχουν βοήθεια από τη βιβλιογραφία ή από το Διαδίκτυο (στο χώρο του Εργαστηρίου). Οι φοιτήτριες/-τές προέρχονται κυρίως από το Β΄ έτος σπουδών, δεν έχουν διδαχτεί τα κύματα ως την ώρα που συμπληρώνουν το Ερωτηματολόγιο, ενώ δεν διδάσκονται ποτέ στις



σπουδές τους τη συμβολή και την περίθλαση κυμάτων. Ως προς τις Δευτεροβάθμιες σπουδές τους, οι περισσότεροι προέρχονται από τη Θεωρητική κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο.

Το Ερωτηματολόγιο στηρίζεται κυρίως σε αντίστοιχη έρευνα του Olsen (2002), για τη διδασκαλία εισαγωγικών θεμάτων Κβαντομηχανικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Αποτελεί βέβαια μια απλοποιημένη μορφή αυτού του ερωτηματολογίου, για τις ανάγκες προπτυχιακών Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Τροποποιείται και εστιάζει δε – σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο – μόνο στη διάκριση «σωμάτιο-κύμα» και στην κυματική συμβολή και περίθλαση.

Το παρόν ερωτηματολόγιο δομείται σε δύο μέρη: Στο Μέρος Α', οι ερωτώμενοι ερωτώνται για το αν διάφορες οντότητες που συναντούν στην καθημερινή τους εμπειρία είναι κύματα ή σωματίδια και καλούνται να εξηγήσουν πώς το καταλαβαίνουν ή το αισθητοποιούν. Ακολουθούν ερωτήσεις σχετικά με το πώς αντιλαμβάνονται το μήκος κύματος. Στο Β' Μέρος, οι ερωτήσεις αφορούν φαινόμενα συμβολής και περίθλασης κυμάτων (π.χ. συμβολή και περίθλαση υδάτινων κυμάτων που δημιουργούνται με σταγόνες ή πετραδάκια κλπ ή συμβολή και περίθλαση φωτεινών κυμάτων). Και στα δύο μέρη, οι ερωτώμενοι παροτρύνονται να δίνουν ανοικτού τύπου και εκτεταμένες γραπτές απαντήσεις αιτιολόγησης, πρόβλεψης, ανάλυσης κλπ αλλά, ιδιαίτερα, και να κάνουν ζωγραφιές, σκίτσα κλπ με τις ιδέες και τις αναπαραστάσεις τους.

3. Αποτελέσματα

Ξεκινώντας από το Α' μέρος του Ερωτηματολογίου, από τους/τις $N = 38$ το πλήθος ερωτώμενους/- μενες, οι $N = 20$ διακρίνουν σωστά τι είναι σωματίο και τι κύμα. Ειδικά για το φως, $N = 6$ απαντούν το επιστημονικά ορθό, την διττή του φύση και είναι σημαντικό ότι οι τέσσερις από αυτούς προέρχονται από Θεωρητική Κατεύθυνση.

Στις αιτιολογήσεις όμως του γιατί είναι σωματίο ή κύμα κάθε περίπτωση, έχουμε $N = 12$ από τους 20 να δίνουν τις «επιστημονικά ορθές» αιτιολογήσεις. Είναι σημαντικό ότι από τις $N = 8$ «εσφαλμένες» απαντήσεις, οι 6 κινούνται εννοιολογικά στην κατεύθυνση «είναι κύμα γιατί κινείται προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση».

Περνώντας στην αναπαράσταση του «μήκους κύματος», οι $N = 22$ σχεδιάζουν – εν μέρει ή αρκετά σωστά – ημιτονοειδή καμπύλη και οι $N = 8$ ομόκεντρα τμήματα κύκλου. Τα αντίστοιχα ποσοστά που δηλώνουν ή σχεδιάζουν «επαρκώς σωστά» το μήκος κύματος είναι $16/22$ για την ημιτονοειδή αναπαράσταση και $5/8$ για την αναπαράσταση με τόξα κύκλου.

Η ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών /τριών στο Α' Μέρος του Ερωτηματολογίου φαίνεται στον Πίνακα 1, που ακολουθεί (πριν την ενότητα Συμπεράσματα).

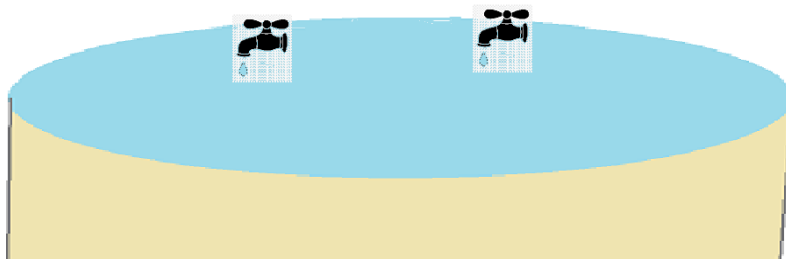
Στο Β' Μέρος του Ερωτηματολογίου αυξάνει ο αριθμός των ερωτήσεων που δεν έχουν απαντηθεί καθόλου ή που έχουν απαντηθεί εν μέρει.

Στην ερώτηση - νοητικό πείραμα, όπου από δύο σημεία ρίχνουμε χαλίκια μέσα σε λίμνη, $N = 24$ σχεδιάζουν τους ομοκέντρους κύκλους από κάθε πηγή κυμάτων, αλλά μόνο $14/24$ διακινδυνεύουν πρόβλεψη στο τι θα συμβεί εκεί όπου οι κύκλοι συναντώνται, με $9/14$ να δίνουν μία αρκετά αποδεκτή επιστημονικά περιγραφή ή ζωγραφιά. Παρεμφερή είναι τα αποτελέσματα και στο παρόμοιο ερωτώμενο υποθετικό πείραμα με δύο βρύσες που στάζουν αργά μέσα σε λεκάνη. Η Εικόνα που δόθηκε στους φοιτητές/τριες φαίνεται στο Σχήμα 1.

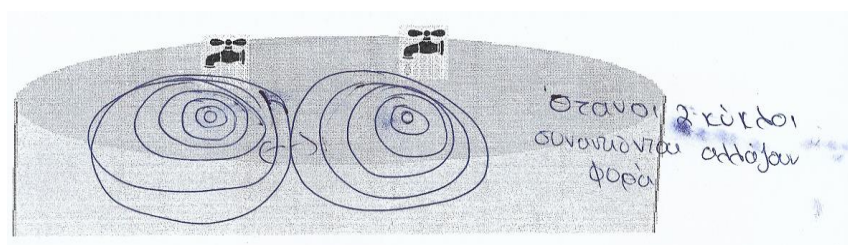
Ενδιαφέρουσα είναι η ύπαρξη εναλλακτικής ιδέας, σε $N = 10$ άτομα, ότι στο σημείο όπου οι ομόκεντροι κύκλοι τείνουν να συμβάλλουν, θα ανακλαστούν προς τα πίσω (Σχήμα 2).



Σχήμα 1: Η εικόνα που δόθηκε στους ερωτώμενους και δείχνει δύο βρύσες να στάζουν μέσα σε λεκάνη με νερό, συγχρονισμένα.

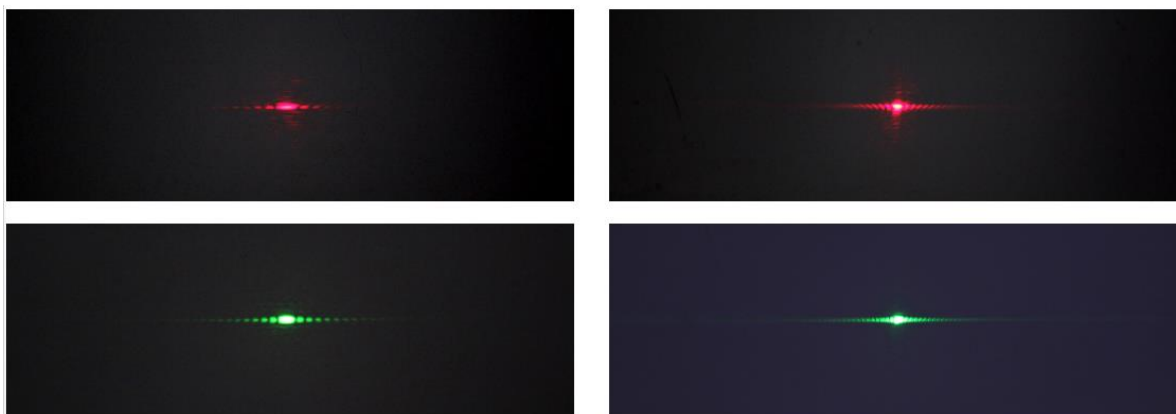


Σχήμα 2: Εναλλακτική ιδέα: τα κύματα όταν συναντώνται ανακλώνται.



Στα υποθετικά πειράματα και ερωτήματα του Β' Μέρους όπου δέσμη φωτός από μικρό laser περνάει (α) από μία οπή ή (β) από δύο οπές ή (γ) από δύο σχισμές και προσπίπτει σε τοίχο πίσω από αυτές τις διατάξεις, οι επιστημονικά «ορθές» απαντήσεις είναι α) $N = 18$, β) $N = 11$ και γ) $N = 7$ αντίστοιχα. Στο Σχήμα 3, φαίνονται εικόνες περίθλασης και συμβολής από δέσμη Laser όπως πάρθηκαν στο Εργαστήριό μας και δείχτηκαν αργότερα στους φοιτητές.

Σχήμα 3: Εικόνες περίθλασης και συμβολής από δέσμη Laser όπως λήφθηκαν στο Εργαστήριό μας στο ΠΤΔΕ Αθήνας.





Είναι σημαντικό ότι:

- (i) στο (β), πολλοί (N = 19) δεν βλέπουν καμιά διαφορά στην εικόνα που σχηματίζεται στον τοίχο, σε σχέση με το (α) ενώ N = 6 θεωρούν προσεγγιστικά ότι θα υπάρξουν στον τοίχο δύο φωτεινές κηλίδες αντίστοιχες με τις οπές και
- (ii) στο γ, αρκετοί ερωτώμενοι / -μενες προβλέπουν ότι δεν θα περάσει καθόλου το φως από τις δύο γειτονικές σχισμές (N=9), πολλοί (N=13) θεωρούν ότι θα σχηματιστούν δύο αντίστοιχες φωτεινές σχισμές στον τοίχο, ενώ υπάρχουν και N = 5 που περιγράφουν μία φωτεινή κηλίδα πίσω από τις δύο σχισμές (στο κέντρο της απόστασής τους, όταν το δηλώνουν ρητά).

Πίνακας 1: Η ανάλυση του Α΄ Μέρους του ερωτηματολογίου

Α΄ Μέρος του Ερωτηματολογίου. Πλήθος Δείγματος N = 38	
Ερώτηση 1α: Αναγνώριση της φύσης των οντοτήτων -κυμματική, σωματιδιακή,διττή	
Απαντούν Σωστά :	20
Απαντούν εσφαλμένα σε κάποια :	14
Δεν απαντούν σε κάποια ή σε όλα:	4
Ερώτηση 1β: αιτιολόγηση της επιλογής στο 1α	
Ορθές αιτιολογήσεις σε σωστές επιλογές στο 1α	12
Εσφαλμένες αιτιολογήσεις για σωστές επιλογες στο 1α	8
Ερώτηση 2α: Αναπαράσταση κύματος (λ)	
Ημιτονοειδείς καμπύλες (κατηγορία 1)	22
Ομόκεντρα τμήματα κύκλων (κατηγορία 2)	8
Μη αποδεκτες ή καθόλου απεικονήσεις (κατ. 3)	8
Ερώτηση 2β: Υπόδειξη του μήκους κύματος πάνω στην αναπαράσταση	
Σωστές υποδείξεις του λ της κατ.1 (1α)	16
Σωστες υποδείξεις του λ της κατ.2 (1α)	5
Μη "αποδεκτες" ή καθόλου απαντήσεις	17

Επαναλαμβάνοντας τα (α) και (γ) με τη ρίψη νερού – σε μία οπή και σε δύο γειτονικές σχισμές – όπως αναμένεται – οι επιστημονικά ορθές απαντήσεις αυξάνονται (N = 21 και N = 13 αντίστοιχα) επειδή είναι κάτι που είναι πιο κοντά στην αισθητηριακή τους εμπειρία.

Η ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών /τριών στο Β΄ Μέρος του Ερωτηματολογίου φαίνεται στον Πίνακα 2, που ακολουθεί (πριν την ενότητα Συμπεράσματα).



Πίνακας 2: Η ανάλυση του Β' Μέρους του ερωτηματολογίου

Β' Μέρος του Ερωτηματολογίου. Πλήθος Δείγματος N = 38	
Ερώτηση 1: Τι θα συμβεί αν ρίχνω με σταθερό ρυθμό χαλικάκια από 2 σημεία μέσα σε μία ήρεμη λίμνη. (1η ανάλυση των απεικονίσεων).	
Ζωγραφίζουν ομόκεντρους κύκλους (κατηγορία 1)	24
Εναλλακτικές ιδέες / απεικονίσεις ((κατηγορία 2)	5
Δεν απαντούν ή "Δεν γνωρίζω" (κατηγορία 3)	9
Ερώτηση 1: 2η ανάλυση των απεικονίσεων: απεικόνιση ή όχι της συμβολής.	
"Αποδεκτές" αναπαραστάσεις	9
Αναπαραστάσεις εναλλακτικών αντιλήψεων.	5
Δεν διακινδυνεύουν πρόβλεψη (οι κύκλοι σταματούν πριν συναντηθούν)	10
Κατηγορία 2 ή 3 για την πρώτη ανάλυση	14
Ερώτηση 1: Τι θα συμβεί αν 2 βρύσες στάζουν με σταθερό ρυθμό λεκάνη με νερό. (1η ανάλυση των απεικονίσεων).	
Ζωγραφίζουν ομόκεντρους κύκλους (κατηγορία 1)	22
Εναλλακτικές ιδέες / απεικονίσεις ((κατηγορία 2)	10
Δεν απαντούν (κατηγορία 3)	6
Ερώτηση 2: 2η ανάλυση των απεικονίσεων: απεικόνιση ή όχι της συμβολής.	
"Αποδεκτές" αναπαραστάσεις	3
Ζωγραφίζουν ανάκλαση στο σημείο συμβολής	10
Δεν διακινδυνεύουν πρόβλεψη (οι κυκλοι σταματον πριν συναντηθούν)	9
Ανήκουν στην κατηγορία 2 ή 3 για την πρώτη ανάλυση	16
Ερώτηση 3α: Τι θα συμβεί όταν δέσμη φωτός από μικρό laser περνάει από μια οπή και προσπίπτει σε πέτασμα	
Αποδεκτές απεικονίσεις/απαντήσεις	18
Απαντήσεις/απεικονίσεις εναλλακτικών αντιλήψεων	11
Δεν απαντούν ή "Δεν γνωρίζω" (κατηγορία 3)	9
Ερώτηση 3β: Τι θα συμβεί όταν δέσμη φωτός από μικρό laser περνάει από δυο οπές και προσπίπτει σε πέτασμα.	
Αποδεκτές απεικονίσεις/απαντήσεις	11
Απαντήσεις/απεικονίσεις εναλλακτικών αντιλήψεων	25
Δεν απαντούν ή "Δεν γνωρίζω"	2
Ερώτηση 3γ: Τι θα συμβεί όταν δέσμη φωτός από μικρό laser περνάει από δυο σχισμές και προσπίπτει σε πέτασμα.	
Αποδεκτές απεικονίσεις/απαντήσεις	7
Απεικονίζουν ότι δεν περνάει καθόλου φως στον τοίχο	9
Απεικονίζουν δυο αντίστοιχες με τις σχισμές φωτεινες γραμμές απέναντι από αυτές	13

4. Συμπεράσματα.

Από το πρώτο αυτό στάδιο της έρευνας προκύπτει – με τους όποιους περιορισμούς εγκυρότητας υπάρχουν λόγω του δείγματος – ότι οι προπτυχιακοί φοιτητές/τριες διακρίνουν σε ικανοποιητικό βαθμό τις οντότητες «σωμάτιο» και «κύμα». Εξαιρέση αποτελεί – βάσει του δείγματος – το φως. Ακόμη, αναπαράγουν αναπαραστάσεις από την σχολική φυσική για να ορίσουν το «μήκος κύματος», όμως δυσκολεύονται να υποδείξουν το μήκος κύματος λ με ακρίβεια σεαυτές.

Σε ό,τι αφορά τα φαινόμενα της συμβολής και της περίθλασης, οι ερωτώμενοι προβλέπουν και αναπαριστούν σωστά αυτά που είναι κοντά στην αισθητηριακή τους πραγματικότητα, ενώ αποτυγχάνουν περισσότερο σε πράγματα των οποίων δεν έχουν βιωματική εμπειρία.

Στην φάση των ημι-δομημένων συνεντεύξεων θα αναδειχτούν καλύτερα τα μαθησιακά εμπόδια, ώστε τελικά να οδηγηθούμε στη διδακτική παρέμβαση περί της δυαδική φύσης της ύλης.

Τα πορίσματα της αρχικής αυτής έρευνας θεωρούμε ότι παρέχουν συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές για το πώς θα μπορούσε να δομηθεί μία πρώτη Διδακτική βασικών εννοιών από την Κβαντική Μηχανική, που να αφορά μαθητές και υποψήφιους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι στερούνται πολύ ισχυρού Μαθηματικού και Φυσικού υποβάθρου.



5. Βιβλιογραφία

Ambrose, B. (1999). *Investigation of student understanding of the wave-like properties of light and matter*. PhD thesis, University of Washington.

Fischler, H., & Lichtfeldt, M. (1992). Modern Physics and Students' Conceptions. *International Journal of Science Education*, 14, 181-190.

Kelly, A.E., Lesh, R.A., & Baek, J.Y. (Eds.). (2008). *Handbook of design research methods in education: Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics learning and teaching*. New York, NY: Routledge.

Kocakulah, M.S., & Kural, M. (2010). Investigation of conceptual change about double-slit interference in secondary school physics. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(4), 435-460.

Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 619-633.

Mannila, K., Koponen, I.T., & Niskanen, J. (2002). Building a picture of students' conceptions of wave- and particle-like properties of quantum entities. *European Journal of Physics*, 23, 45-53.

Müller, R., & Wiesner, H. (2002). Teaching quantum mechanics on an introductory level. *American Journal of Physics*, 70, 200-209.

Olsen, R., V. (2002). Introducing Quantum Mechanics in the upper secondary school: A study in Norway. *International Journal of Science Education*, 24 (6), 565-574.

Otero, V., & Harlow, D. (2009). Getting Started in Qualitative Physics Education Research. In: Henderson, C., & Harper, K.A.: *Getting Started in PER (Physics Education Research) — Reviews in PER*. Ανακτήθηκε στις 30 Οκτωβρίου 2018, από: <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=9122&DocID=1218>

Vokos, S., Shaffer, P.S., Ambrose, B.S., & McDermott, L.C. (2000). Student understanding of the wave nature of matter: Diffraction and interference of particles. *American Journal of Physics*, 68, 42-51.

Wosilait, K., Heron, P.R.L., Shaffer, P.S., & McDermott, L. (1999). Addressing Student Difficulties in Applying a Wave Model to the Interference and Diffraction of Light. *Physics Education Research, American Journal of Physics*, Supplement 67 (7), S5-S16.



STEM και ενοποίηση επιστημών στο Δημοτικό σχολείο: Αντιλήψεις εκπαιδευτικών με εμπειρίες σε καινοτόμες δράσεις

Παρασκευή Ιατρού¹, Βασιλική Σπηλιωτοπούλου²

Παιδαγωγικό Τμήμα, ΑΣΠΑΙΤΕ

Περίληψη

Η εργασία μελετά τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών για την εισαγωγή του STEM στο Δημοτικό, εστιάζοντας στην ενοποιημένη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και των Μαθηματικών, όπως προκύπτει ως ανάγκη σε πραγματικές καταστάσεις και χώρους εργασίας. Μέσα από τις ημιδομημένες συνεντεύξεις 6 εκπαιδευτικών, με εμπειρία στη διεξαγωγή καινοτόμων δράσεων, εντοπίζονται οι θέσεις και οι δυσκολίες τους. Η ενοποίηση αυτή φαίνεται να γίνεται αντιληπτή ως διαθεματικότητα, ως πλαισίωση της γνώσης στη διδασκαλία, ως σύνδεση των γνωστικών αντικειμένων του STEM, ως εμπλουτισμός της διδασκαλίας με θέματα της καθημερινότητας, καθώς και ότι σχετίζεται με μια θεώρηση της γνώσης, που αντιμετωπίζει τις θετικές επιστήμες ως ενιαίο σώμα γνώσης.

Λέξεις-κλειδιά: STEM, ενοποίηση ΦΕ & Μαθηματικών, αντιλήψεις εκπαιδευτικών, διεπιστημονικότητα.

Primary Teachers' experiences with innovative projects and the formation of their concepts about the STEM perspective

Paraskevi Iatrou, Vasiliki Spiliotopoulou

School of Pedagogical & Technological Education (ASPETE)

Abstract

This paper investigates primary teachers' perceptions in terms of the STEM practices in elementary classrooms and the meaning of integrating Science and Mathematics with everyday situations and the world of work. Structured interviews have been conducted with 6 teachers, who had been involved in innovative projects, with the goal to identify their positions and difficulties. This STEM integration seems to be conceptualized as cross-thematic approach, as connection of different subjects, as enrichment of teaching with everyday situations, and as contextualization of knowledge in teaching. In addition, conceptions of unified vision of knowledge, as well as science and mathematics as an integrated body of knowledge have appeared.

Keywords: STEM integration, primary teachers' conceptions, transdisciplinarity.



1. Εισαγωγή

Η εισαγωγή του STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) στην εκπαίδευση έχει τα τελευταία χρόνια προσεγγισθεί με πολλούς τρόπους. Πρωτοεμφανίστηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής από την ανάγκη του αλφαριθμητισμού των μαθητών στις ΦΕ, την Τεχνολογία, τις Επιστήμες των Μηχανικών και τα Μαθηματικά με έναν τρόπο τέτοιο, ώστε να διευκολύνονται να επιλέξουν επαγγέλματα που σχετίζονται με τις επιστήμες αυτές (National Academy of Sciences, National Academy of Engineering & Institute of Medicine of the National Academies 2007, National Research Council [NRC] 2012, 2009). Η συζήτηση συνεχίστηκε με έμφαση στις διάφορες πτυχές της πολυσύνθετης φύσης του STEM. Μια πτυχή σχετίζεται με αλλαγές που χρειάζεται να συμβούν στη διδασκαλία των ΦΕ με ένταξη αυθεντικών μαθησιακών περιβαλλόντων για τους μαθητές (Kelley & Knowles 2016). Μια άλλη αναδεικνύει την αξία της ενσωμάτωσης της υπολογιστικής σκέψης και των προτύπων των μηχανικών στη διδασκαλία των ΦΕ (Crotty et al. 2017, Harwell et al. 2015), ενώ άλλες επικεντρώνονται στη ενδυνάμωση της σύνδεσης των Μαθηματικών, της Τεχνολογίας και των Φυσικών Επιστημών υπό το πρίσμα μιας εννοποιημένης (integrated) προσέγγισης στο αναλυτικό πρόγραμμα (Sanders 2009).

Ο ρόλος των εκπαιδευτικών στην υιοθέτηση μιας εννοποιημένης οπτικής στις σχολικές τάξεις, ώστε οι μαθητές να οδηγηθούν μέσα από την αφαίρεση και την αποπλαισίωση της γνώσης, στην εφαρμογή σε πραγματικές και αυθεντικές καταστάσεις είναι καθοριστικός (Moore et al. 2014). Όμως, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί συναντούν δυσκολίες στο να βρουν την ισορροπία ανάμεσα στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος και τη διδασκαλία του περιεχομένου όταν προσπαθούν να εμπλέξουν τους μαθητές του σε δραστηριότητες που η σύνδεση ΦΕ και Μαθηματικών είναι απαραίτητη (Dare et al. 2014). Είναι σημαντικό, επομένως, να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών, ιδιαίτερα της Α/θμιας Εκπαίδευσης, στη διάσταση του STEM κατά την οποία, όχι απλώς διασυνδέονται, αλλά εννοποιούνται τα γνωστικά αντικείμενα των ΦΕ και των Μαθηματικών σε ένα.

2. Μεθοδολογία

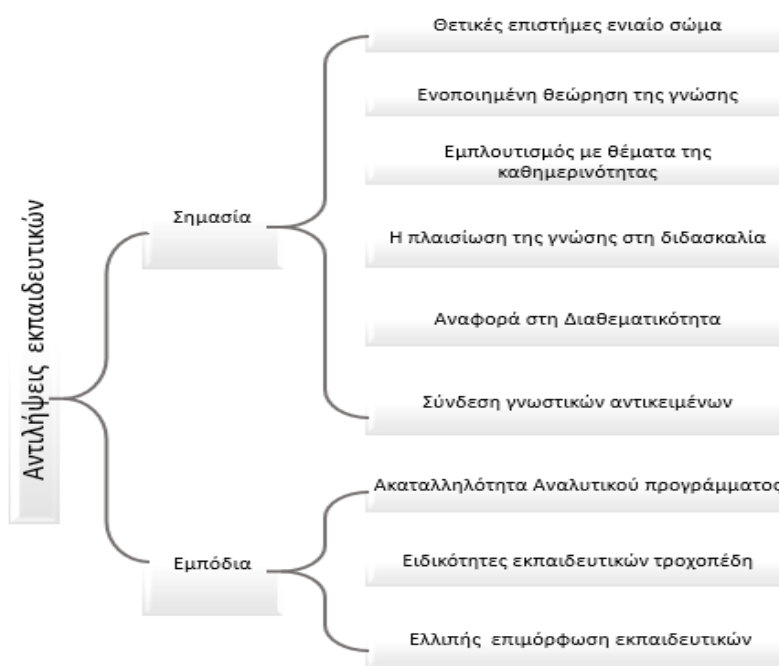
Αυτή η μελέτη υιοθετεί έναν φαινομενολογικό, ερμηνευτικό σχεδιασμό για να κατανοήσει πως μια ομάδα εκπαιδευτικών βλέπει την εννοποίηση των επιστημών STEM στο δημοτικό σχολείο. Μελετώνται, δηλαδή, οι εμπειρίες τους με τα δικά τους μάτια και ερμηνεύονται τα 'κείμενα' των βιωμένων εμπειριών τους (Creswell 2013, σ. 59). Μέσα από μια ημιδομημένη συνέντευξη με 6 εκπαιδευτικούς, με διδακτική εμπειρία σε Δημοτικά σχολεία από 8 έως 26 έτη, εξετάσαμε τη διαμόρφωση των αντιλήψεών τους για το STEM. Οι εκπαιδευτικοί προέρχονται από 2 σχολεία της περιοχής Αχαρνών και τα προηγούμενα χρόνια είχαν εμπλακεί σε διάφορες καινοτόμες δράσεις με στοιχεία που προσέγγιζαν τη φιλοσοφία του STEM. Επίσης, είχαν ήδη κάποια εμπειρία για τη STEM εκπαίδευση, καθώς τα σχολεία είχαν επιλεγεί από το ΙΕΠ ως πιλοτικά να συμμετάσχουν στο Ευρωπαϊκό έργο «Ένα ανοιχτό σχολείο σε μια ανοιχτή κοινωνία» με κύριο στόχο την εισαγωγή του STEM στην εκπαίδευση και στο πλαίσιο αυτό είχαν παρακολουθήσει σχετική ενημέρωση. Επίσης πριν τις συνεντεύξεις τους είχε ζητηθεί να παρακολουθήσουν σχετικό βίντεο (<https://www.youtube.com/watch?v=Q0oNyfwL-lg>). Τα ερωτήματα αναφέρονται στις διάφορες πτυχές που η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έφερε στην επιφάνεια αναφορικά με την εισαγωγή του STEM στην εκπαίδευση. Αναζητούν τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με την υιοθέτηση της επίλυσης προβλημάτων καθημερινής ζωής, την ανάπτυξη δεξιοτήτων από την χρήση της τεχνολογίας, τις δυσκολίες που συνάντησαν στην υλοποίηση STEM δραστηριοτήτων, τη θέση τους για την εννοποίηση ΦΕ και Μαθηματικών σε καταστάσεις πραγματικής ζωής και χώρων εργασίας.



3. Αποτελέσματα

Στην παρούσα εργασία το επίκεντρο είναι οι απαντήσεις των 6 εκπαιδευτικών στο ένα από τα ερωτήματα της συνέντευξης: «Στην σύγχρονη Διδακτική των STEM προτείνεται η διδασκαλία των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών να γίνεται με έναν ενοποιημένο τρόπο και οι έννοιες να προκύπτουν από καταστάσεις της πραγματικής ζωής και των χώρων εργασίας. Ποια είναι η θέση σας;». Η επαγωγική ανάλυση περιεχομένου (Creswell 2011) εφαρμόστηκε στις εκφρασμένες θέσεις των εκπαιδευτικών στο ερώτημα για την ανάδειξη των αντιλήψεών τους. Οι κώδικες ανάλυσης ελέγχθηκαν από δυο αναλυτές και έτσι δημιουργήθηκε το συστημικό δίκτυο του Σχήματος 1, που παρουσιάζει αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη σημασία μιας ενοποιημένης προσέγγισης στη διδασκαλία του STEM και τα εμπόδια που συναντούν στην υλοποίηση μιας τέτοιας προσέγγισης.

Σχήμα 7: Αντιλήψεις εκπαιδευτικών για την ενοποίηση των STEM



Η αντίληψη ότι οι θετικές επιστήμες είναι ένα **ενιαίο σώμα** εκφράστηκε πολύ χαρακτηριστικά μόνο από δύο εκπαιδευτικούς, που είναι και φυσικοί: ο πρώτος χαρακτηριστικά αναφέρει: «*Εντάξει, ότι και να κάνεις οι θετικές επιστήμες είναι ένα ενιαίο πράγμα. Δηλαδή, όσες φορές, σε σχολεία και φροντιστήρια καλούμαστε να τα κάνουμε τόσο πολύ αποκομμένα δεν γίνεται, δηλαδή, ότι και να κάνεις θα φέρεις παραδείγματα από τον ένα τομέα στον άλλο, δεν γίνεται, αλλιώς είναι κουτσουρεμένο αυτό το πράγμα. Οπότε δεν τίθεται ζήτημα, κατά τη γνώμη μου, είναι ένα ενιαίο πράγμα, το οποίο δανείζεται από το ένα στο άλλο.*» Τον ίδιο προβληματισμό έχει και άλλος εκπαιδευτικός. «*Στη φυσική στη δευτεροβάθμια κυρίως κάνουμε τις έννοιες ασύνδετες μεταξύ τους, για παράδειγμα στο λύκειο τα παιδιά κάνουν διαγράμματα ταχύτητας χωρίς να έχουν κάνει τα διαγράμματα στα μαθηματικά και μετά απορούμε γιατί δυσκολεύονται. Στα μαθηματικά η αφόρμηση μπορεί να δίνεται από τη φυσική και τα μαθηματικά να*



έρχονται να δίνουν τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για να λύσουμε το πρόβλημα της φυσικής αν δεν το κάνουμε έτσι η γνώση του σχολείου δεν έχει νόημα για τα παιδιά.»

Μια κάπως διαφορετική και γενική αντίληψη είναι αυτή που δίνει έμφαση σε μια **ενοποιημένη θεώρηση της γνώσης**, η οποία σε κάποιες περιπτώσεις συνδέεται και με τη αντίληψη για τη διαθεματικότητα. Χαρακτηριστικό απόσπασμα ακολουθεί: «*Η σύγχρονη διδακτική και από ότι έχω διαβάσει και εγώ, οι σύγχρονες έρευνες δείχνουν αυτό, θέλουν την ενοποιημένη θεώρηση της γνώσης ώστε να μπορούν τα παιδιά να την οικοδομούν. Για να γίνουν όλα αυτά χρειάζεται μια διαθεματική, διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης...*» Σε κάποιες περιπτώσεις αναφέρεται η **σύνδεση των γνωστικών αντικειμένων**, όπως στα λόγια της εκπαιδευτικού που ακολουθεί: «*Δηλαδή να μη λες τώρα κάνω μελέτη περιβάλλοντος και ασχολούμαι μόνο με τη μελέτη περιβάλλοντος, ή μαθηματικά οπότε ασχολούμαι μόνο με τα μαθηματικά; Να συνδέονται. Όπως με τα beebot μαθαίνεις βασική πρόσθεση, μπαίνεις λίγο «στα χωράφια της γλώσσας», γιατί τα παιδιά πρέπει να μιλήσουν, να εξηγήσουν. Βέβαια, βέβαια θα ήταν πάρα πολύ καλό να συνδέονται τα γνωστικά αντικείμενα μεταξύ τους, και θα ήταν πάρα πολύ σημαντικό αυτό.»*

Η έμφαση στον **εμπλουτισμό με θέματα της καθημερινότητας**, επίσης, είναι μια αντίληψη που προκύπτει από την απάντηση που ακολουθεί: «*Νομίζω ότι πρέπει να υπάρχει σύνδεση των μαθημάτων με την καθημερινή ζωή, για να υπάρχει καλύτερη κατανόηση και εμπλοκή των μαθητών για να μπορούν να μαθαίνουν να το χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή και αυτό να κατανοήσουν γιατί αυτό είναι το ζητούμενο.»* Ένας άλλος ερωτώμενος αναφέρεται στο ρόλο του εκπαιδευτικού, όπως διαμορφώνεται από τους βαθμούς ελευθερίας και την ενημέρωσή του: «*Η εκπαίδευση πρέπει να έχει νόημα για τους μαθητές, για να γίνει αυτό θα πρέπει να ξεκινάει με θέματα που σχετίζονται με την καθημερινότητά τους. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορα στοιχεία ακόμα και από ένα δελτίο ειδήσεων για να εμπλουτίσουμε το μάθημά μας.»* Επιπροσθέτως, μια εκπαιδευτικός μας τονίζει ότι: «*Η επιλογή του θέματος προέκυψε γιατί το είδα σαν ανάγκη που είχαν τα παιδιά. Είναι πολύ σημαντικό στις μικρές ηλικίες να τους μιλήσεις για διατροφή, όταν βλέπεις ότι τα περισσότερα έρχονται με κρουασάν στο σχολείο, κάθε μέρα. Εντάξει; και μέσα από τα παιδιά ευαισθητοποιείς και τους γονείς.»*

Τέλος, μια αντίληψη για την **πλαισίωση της γνώσης στη διδασκαλία** καταγράφηκε. «*Εγώ θα ήμουν πάρα πολύ υπέρ σε αυτό. Σίγουρα θα μπορούσε. Εδώ αλλάζει ο τρόπος που αντιμετωπίζουν τα παιδιά ένα πρόβλημα μόνο αν τα βάλεις πρωταγωνιστές. Δηλαδή, αν εγώ πω, ο Γιωργάκης έχει 17 μολύβια και έρχεται η Μαρία και του παίρνει τα 3, όπου ο Γιωργάκης και η Μαρία είναι μαθητές της τάξης, αμέσως αλλάζει ο τρόπος που βλέπουν το πρόβλημα.»*

Ο δεύτερος άξονας ανάλυσης προκύπτει από τις δυσκολίες στην υλοποίηση του STEM. Καταγράφηκαν στη διάρκεια των συζητήσεων κάποια εμπόδια που αντιμετώπισε ο κάθε εκπαιδευτικός κατά την υλοποίηση τέτοιων διδακτικών στρατηγικών. Έτσι, απόψεις για την ανάγκη **επιμόρφωσης** γενικότερα, αλλά και επί συγκεκριμένων θεμάτων έχουν αναδειχθεί. «*Θα θέλαμε βιωματικά σεμινάρια, θα ήθελα να επιμορφωθώ στην μηχανική, έχω και αρκετά χρόνια να ασχοληθώ με μεγάλες τάξεις, εντάξει, θα ήθελα στη μηχανική, θα ήθελα σε κάποια προγράμματα που γίνονται με τον υπολογιστή.»* «*Και μας αρέσει δεν μας αρέσει το επάγγελμα του δασκάλου είναι λειτουργήμα και πρέπει να ενημερώνεσαι για τις νέες παιδαγωγικές, εγώ τώρα κοιτάω για την flipped classroom σε Πέμπτη, Έκτη μπορεί να δουλέψει.»* «*Θα πρέπει να υπάρξει επιμόρφωση των εκπαιδευτικών ως προς το STEM. Είναι σίγουρο αυτό, γιατί αυτή η διασύνδεση της τεχνολογίας και των κατασκευών είναι δύσκολο να επιτευχθεί. Γιατί νομίζω στην ελληνική πραγματικότητα στην εκπαίδευση, οι κατασκευές, η μηχανική είναι λίγο υποβαθμισμένες σε σχέση με άλλες δεξιότητες που θέλουμε να αναπτύξουν οι μαθητές. Πιο πολύ δηλαδή κοιτάμε το γνωστικό...»*

Κάποιοι εκπαιδευτικοί αναφέρονται στη σημασία της συνεργασίας ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς και στις **ειδικότητες** των εκπαιδευτικών, που σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να λειτουργούν ως τροχοπέδη,



όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στο πιο κάτω απόσπασμα: «Ξεκάθαρα θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ενιαία. Αλλά τώρα εκεί, εμπλέκονται ζητήματα δικαιωμάτων, ας πούμε, των εκπαιδευτικών, ποιοι θα δικαιούνται τι; Μπλέκουμε σε μια κατάσταση...»

Ένας άλλος παράγοντας που φαίνεται να αναφέρεται από τους περισσότερους εκπαιδευτικούς είναι η **ακαταλληλότητα του αναλυτικού προγράμματος**, «Αυτό, όμως, είναι δύσκολο λόγω του αναλυτικού προγράμματος, λόγω των βιβλίων στα οποία δεν υπάρχει διασύνδεση της γνώσης στη γλώσσα, στη μελέτη περιβάλλοντος, στα μαθηματικά και του ωρολογίου προγράμματος.» Μια πιο επικεντρωμένη αναφορά στην απουσία συνδέσεων στο αναλυτικό πρόγραμμα είναι η ακόλουθη: «Από την άλλη, αυτές οι συνδέσεις δεν γίνονται στο εκπαιδευτικό σύστημα και πολύ συχνά. Όταν δεν μπορούν να λύσουνε μία εξίσωση οι μαθητές, παραδείγματος χάρη της ομαλά επιταχυνόμενης, αν του αλλάξεις το t με το x λύνεται. Θέλω να πω ότι, τόσο πολύ δεν συνδέονται όταν διδάσκονται, και ο μαθητής τα διδάσκει τελείως αποκομμένα το ένα από το άλλο. Και αυτό φαίνεται έντονα, όχι αν κάνεις αλλαγή μεταβλητών πραγματικά απλώς, να αλλάξεις το όνομα των μεταβλητών. Όταν η εξίσωση έχει σαν άγνωστο μια μεταβλητή με το όνομα x τότε είναι εξίσωση και λύνεται αν δεν έχει x και ψ η εξίσωση δεν λύνεται. Αυτό έχει να κάνει με το ότι δεν υπάρχει συνάφεια, αλλά και στις τάξεις που υπάρχει μια σχετική συνάφεια δεν γίνεται καμία σύνδεση από τους εκπαιδευτικούς...»

4. Συμπεράσματα

Ο τρόπος που εκφράστηκαν οι εκπαιδευτικοί στο ερώτημα που αναλύθηκε στην παρούσα έρευνα υιοθέτησε μια μάλλον θεωρητική σκοπιά, με αποτέλεσμα οι σχετικές αντιλήψεις να εκφράζονται με ένα υποθετικό τρόπο. Αυτό προκύπτει από το ότι μόνο δύο από τους εκπαιδευτικούς απάντησαν τονίζοντας την αναγκαιότητα της ενοποίησης των ΦΕ και των Μαθηματικών. Δηλαδή οι εκπαιδευτικοί δεν διαθέτουν ακόμη εκείνη την επίγνωση της πιο βασικής πλευράς του STEM, αυτής, δηλαδή που βλέπει ότι η μάθηση δεν μπορεί να γίνεται με έναν αποσπασματικό τρόπο, ούτε σε μια καθαρά θεωρητική βάση αποκομμένη από τα πεδία, στα οποία αποκτά νόημα. Αξιοσημείωτο είναι ότι η αναφορά σε χώρους εργασίας παραβλέφτηκε από τους εκπαιδευτικούς του δείγματος, ίσως επειδή δεν έχουν σχετικές εμπειρίες, ούτε και πιθανόν να μπορούν να αντιληφθούν την αξία μιας τέτοιας διάστασης για το δημοτικό σχολείο. Πολλοί από τους παράγοντες που αναφέρουν οι εκπαιδευτικοί ως εμπόδια, για παράδειγμα η απουσία ενοποίησης των επιστημών στο αναλυτικό πρόγραμμα είναι όντως ένα αντικειμενικό πρόβλημα (Sanders 2009), όπως και η ανάγκη επιμόρφωσης σε σχετικά θέματα (English 2016). Επίσης, η αναφορά στην απουσία κουλτούρας συνεργασίας ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς θέτει μια σημαντική διάσταση για την υιοθέτηση μιας πιο ανοικτής προοπτικής στη διδακτική πράξη. Φαίνεται ότι το θέμα της υλοποίησης του STEM στην τάξη παραμένει ανοικτό (Dare et al. 2018).

5. Βιβλιογραφία

Creswell, J.W. (2011). Controversies in mixed methods research. In N.K. Denzin and Y.S. Lincoln, (Eds.), The sage handbook of qualitative research (pp. 269-284). Thousand Oaks: CA Sage, Part IV, Strategies of Inquiry.

Creswell, J.W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches. Thousand Oaks: SAGE.

Crotty, E.A., Guzey, S.S., Roehrig, G.H., Glancy, A.W., Ring-Whalen, E.A., & Moore, T.J. (2017). Approaches to integrating engineering in STEM units and student achievement gains. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 7(2), 1-14.



Dare, EA, Ellis, JA, Roehrig, GH. (2014). Driven by beliefs: Understanding challenges physical science teachers face when integrating engineering and physics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(2), 47-61.

Dare, E.A., Ellis, J.A. & Roehrig, G.H. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study, *International Journal of STEM Education*, 5(4), 1-19.

English, LD. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8.

Harwell, M., Moreno, M., Phillips, A., Guzey, S., Moore, T., Roehrig, G. (2015). A study of STEM assessments in engineering, science, and mathematics for elementary and middle school students. *School Science and Mathematics*, 115(2), 66-74.

Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 2-11.

Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H-H., Tank, K.M., Glancy, A., Roehrig, G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J Strobel, S Purzer, M Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*, (pp. 35–59). West Lafayette: Purdue University Press.

National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine of the National Academies (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies.

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Sanders, M.E. (2009). STEM, STEMeducation, STEMmania. *The Technology Teacher*, 1, 20–26.



Συνδόμηση και διαπραγμάτευση συλλογισμών στην προοπτική της εννοιολογικής αλλαγής: μελέτες περίπτωσης με παιδιά προσχολικής ηλικίας σχετικά με ζητήματα αστρονομίας

Σπύρος Κόλλας, Ελένη Σακελλαρίδη

Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται εάν ένα περιβάλλον μοντελοποίησης και επιχειρηματολογίας, όπως αναπτύσσεται στο πλαίσιο συνεργατικής επίλυσης ενός προβλήματος, μπορεί να συμβάλει στην εμπρόθετη εννοιολογική εξέλιξη μαθητών νηπιαγωγείου αναφορικά με το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας νύχτας. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως η συν-δόμηση και η διαπραγμάτευση διαφορετικών συλλογισμών, διαμεσολαβούμενων από μοντέλα που δημιούργησαν τα παιδιά, προώθησε την ουσιαστική επανεξέταση των ιδεών τους κατά την επίλυση του προβλήματος, οδηγώντας τα σε σημαντικό βαθμό σε συνειδητές και σκόπιμες τροποποιήσεις των αρχικά γεωκεντρικών αναπαραστάσεών τους. Αναδεικνύεται, συνεπώς, πως είναι δυνατό ακόμα και παιδιά προσχολικής ηλικίας να εμπλακούν δυναμικά σε νοηματοδοτημένα περιβάλλοντα μάθησης που αντανακλούν αναγνωρισμένες επιστημονικές πρακτικές.

Λέξεις-κλειδιά: Προσχολική ηλικία, Συνεργατική επίλυση προβλήματος, Εννοιολογική αλλαγή

Conceptual change in pre-school education: Case studies of collaborative model-based reasoning about astronomy

Spyros Kollas, Eleni Sakellaridi

Department of Early Childhood Education, National and Kapodistrian University of Athens,

Abstract

The notion of conceptual change as a dynamic process, that includes important aspects of intentional learning, is often questioned among preschool students, due to developmental constraints. The current study investigated whether a learning environment of collaborative model-based problem-solving could facilitate preschool children's conceptual change regarding the phenomenon of day and night cycle. The results show that collaborative reasoning -not only in the form of verbal explanations and argumentation but also as expressed directly through the co-construction and manipulation of models- promoted the revision of their alternative conceptions, the examination and integration of new knowledge and the change of their pre-existing representations.

Keywords: Early childhood, Collaborative problem-solving activities, Conceptual change



1. Εισαγωγή

Η θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής αποτελεί από τη δεκαετία του '80 μία ιδιαίτερα επιδραστική πρόταση στο χώρο της διδακτικής των Φ.Ε., αναδεικνύοντας την ανάγκη αναδιοργάνωσης των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, στην προοπτική της ουσιαστικής κατανόησης των επιστημονικών εννοιών. Η πορεία από τις προσεγγίσεις των προηγούμενων δεκαετιών στις σύγχρονες πολυδιάστατες οπτικές της εννοιολογικής αλλαγής σηματοδοτείται από την υπέρβαση θεμελιακών θέσεων της κλασική προσέγγισης και των επιστημολογικών παραδοχών του ατομικού και ριζικού κονστρουκτιβισμού (Duit & Treagust 2012). Η αναθεωρημένη προσέγγιση της εννοιολογικής αλλαγής, όπως αναπτύσσεται από τη θεωρία πλαισίου (Vosniadou & Skopeliti 2014), πρεσβεύει πως η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής αποτελεί μία αργή και πολυδιάστατη διαδικασία, η οποία προϋποθέτει την ολόπλευρη κινητοποίηση των μαθητών στην κατεύθυνση της σταδιακής αναδιοργάνωσης (όχι μεμονωμένων παρανοήσεων- αλλά) ενός ευρέος δικτύου αλληλεξαρτώμενων αντιλήψεων, της ανάπτυξης νέων εννοιών και οντολογικών κατηγοριών. Στην διαδικασία αυτή θεμελιακός ρόλος αποδίδεται στην ανάδυση νέων διαδικασιών συλλογισμού, στη διαμόρφωση της απαραίτητης μεταγνωσιακής επίγνωσης, επιστημολογικής εκλέπτυνσης, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διατύπωσης και αξιολόγησης υποθέσεων, και στην ανάπτυξη συνειδητών και σκόπιμων μηχανισμών εμπρόθετης μάθησης, που βοηθούν τα παιδιά να αναγνωρίσουν το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής και να το αντιμετωπίσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο (Vosniadou 2003). Συνεπώς μία κεντρική πρόκληση για τις σύγχρονες προσεγγίσεις της εννοιολογικής αλλαγής αποτελεί η ανάδειξη εκπαιδευτικών πρακτικών ικανών να προωθήσουν τόσο την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών, όσο και την επιστημολογική τους εκλέπτυνση, την ανάπτυξη επιστημονικών τρόπων συλλογισμού, την ανάπτυξη κατανοήσεων σχετικά με τη φύση της επιστήμης και του ενδιαφέροντός τους για τις Φ.Ε. (Duit & Treagust, 2012). Στην ίδια κατεύθυνση, νεότερα διεθνή κριτήρια για την εκπαίδευση στις Φ.Ε. υπογραμμίζουν τη σημασία της ενεργού συμμετοχής των μαθητών σε μαθησιακές εμπειρίες, που αντανakλούν αυθεντικά αναγνωρισμένες επιστημονικές πρακτικές. Μεταξύ των αναγνωρισμένων επιστημονικών πρακτικών, κεντρική θέση κατέχουν οι διαδικασίες επίλυσης προβλήματος (Nersessian 1989), που ευνοούν την ανάπτυξη επιχειρηματολογίας. Η θέση ενός προβλήματος προς επίλυση στη σχολική τάξη, βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν στρατηγικές και δεξιότητες εμπρόθετης μάθησης (Hatano & Inagaki 2003), καθώς κατά τη διαδικασία αυτή οι μαθητές υποστηρίζονται ώστε να αναμορφώσουν τις άρρητες προσωπικές τους πεποιθήσεις σε λογικά επεξεργασμένες θέσεις. Οι μαθητές επιχειρούν να συγκροτήσουν επιχειρήματα προκειμένου να πείσουν τους άλλους, στοιχείο που τους ωθεί να συνειδητοποιήσουν και να επεξεργαστούν περαιτέρω τις προϋποθέσεις που κατευθύνουν τόσο τις δικές τους ιδέες, όσο και τις ιδέες των άλλων (Osborne 2010). Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές κατανοούν την ανάγκη να αναδιοργανώσουν βαθιά τις πεποιθήσεις τους, αποφεύγοντας τις επιφανειακές και αποσπασματικές επιδιορθώσεις, επενδύοντας παράλληλα σημαντικό χρόνο και προσπάθεια σε μια συνειδητή και σκόπιμη διαπραγμάτευση των ανώμαλων δεδομένων που οδηγεί στην εννοιολογική αλλαγή (Vosniadou 2003). Παράλληλα μαθαίνουν σταδιακά να μεταβιβάζουν αυτόν τον τρόπο σκέψης σε νέες καταστάσεις (Osborne 2010). Υποστηρίζεται ακόμα, ότι η διαδικασία αυτή συνδέεται άρρηκτα με την ανάδυση επιστημονικών τρόπων συλλογισμού (Kidn & Osborne 2017).

Παρόλο που τα εμπειρικά δεδομένα αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των παραπάνω διδακτικών στρατηγικών για τη διδακτική των Φ.Ε. στη δευτεροβάθμια και την ανώτερη εκπαίδευση, το ζήτημα της αποτελεσματικότητας τους είναι αμφιλεγόμενο για τους μαθητές μικρότερων ηλικιών. Υποστηρίζεται ότι οι γνωστικές δομές που απαιτούνται για τη συνειδητή και σκόπιμη εννοιολογική αλλαγή, στο πλαίσιο τέτοιου είδους πρακτικών, δεν είναι επαρκώς ανεπτυγμένες στα μικρά παιδιά (Vosniadou 2003). Σύμφωνα με τη Vosniadou (2013) η κατασκευή και ο χειρισμός μοντέλων θα μπορούσε να υποστηρίξει



την εμπλοκή μαθητών ακόμα και των μικρότερων ηλικιών σε διαδικασίες διαλόγου και επιχειρηματολογίας, δεδομένου ότι περιλαμβάνει την έκφραση των άρρητων ιδεών για τον φυσικό κόσμο σ' ένα εξωτερικό νοητικό κατασκεύασμα, γεγονός που καθιστά την προϋπάρχουσα γνώση πιο προσιτή σε αναλυτικότερες διαδικασίες εξέτασης, προβληματισμού, αναθεώρησης και εν γένει λογικής επεξεργασίας, είτε ατομικά είτε στο πλαίσιο ομαδικής συζήτησης.

2. Μεθοδολογία

Οι στόχοι της έρευνας

Στην παρούσα εργασία διερευνάται εάν ένα περιβάλλον μοντελοποίησης και επιχειρηματολογίας, όπως αναπτύσσεται στο πλαίσιο συνεργατικής επίλυσης προβλήματος, μπορεί να υποστηρίξει μαθητές προσχολικής ηλικίας στην προοπτική της εννοιολογικής αλλαγής.

Αναφορικά με την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίον τα παιδιά αντιμετωπίζουν τα δεδομένα που είναι αντίθετα με τις οντολογικές τους πεποιθήσεις. Ιδίως διερευνάται εάν τα παιδιά τροποποιούν τις αναπαραστάσεις τους (και υπό ποιες προϋποθέσεις) ενσωματώνοντας νέα δεδομένα στη σκέψη τους, με τα οποία είναι ικανά να αναπτύξουν σχετικά συνεκτικούς συλλογισμούς, με επεξηγηματική ισχύ, αναφορικά με το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας νύχτας. Πιο αναλυτικά, διερευνάται ο τρόπος με τον οποίον θα αντιμετωπίσουν τις ιδέες τους και τις ιδέες των άλλων υπό ορισμένες προϋποθέσεις (σε ένα περιβάλλον επιχειρηματολογίας και σε ένα περιβάλλον συνεργατικής επίλυσης προβλήματος), αναπτύσσοντας είτε μία απόλυτη επιστημολογική θέση είτε αντιμετωπίζοντας τις ιδέες ως νοητικά κατασκευάσματα που μπορούν να αναθεωρηθούν και να αλλάξουν.

Παράλληλα, μελετάται ο τρόπος που χρησιμοποιούν οι μαθητές το διαμεσολαβητικό εργαλείο των μοντέλων στην παραπάνω διαδικασία. Διερευνάται, δηλαδή, αν το χρησιμοποιούν απλώς ως ένα μέσο εξωτερίκευσης των ιδεών τους σε αντικείμενα με υλική υπόσταση, αν χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο συνειδητοποίησης του τρόπου που λειτουργεί ένα φαινόμενο αλλά και επεξήγησής του προς τρίτους (ερευνητή ή συμμαθητές τους) ή ως ένα μέσο εξέτασης υποθέσεων στην προσπάθειά τους αντιμετωπίσουν ορισμένα ανώμαλα δεδομένα που τίθενται από τους συμμαθητές τους ή από ένα πρόβλημα.

Τέλος διερευνά εάν η μάθηση, στο βαθμό που θα συντελεστεί στο παραπάνω πλαίσιο, μπορεί να χαρακτηριστεί ως εμπρόθετη, δηλαδή ως μία σκόπιμη και συνειδητή διαδικασία, που αναπτύσσεται από εσωτερικά κινητοποιημένους μαθητές, οι οποίοι διατηρούν τη μάθηση υπό τον συνειδητό τους έλεγχο (Vosniadou 2003). Δεν αναμένεται ότι παιδιά προσχολικής ηλικίας θα μπορέσουν να διαχειριστούν και να ρυθμίσουν τη μάθησή τους με απόλυτη μεταγνωσιακή επίγνωση. Ωστόσο διερευνάται εάν τα παιδιά στο πλαίσιο της διαδικασίας φαίνονται να λειτουργούν με εσωτερική κινητοποίηση και επιπλέον εάν θα προχωρήσουν σε μία τεκμηριωμένη και λογικά επεξεργασμένη αναθεώρηση των ιδεών τους.

Το δείγμα της έρευνας

Η ερευνητική διαδικασία που θα περιγραφεί, πραγματοποιήθηκε σε ένα ιδιωτικό σχολείο στην Αθήνα, με τρεις διαφορετικές ομάδες παιδιών της τάξης του νηπιαγωγείου. Η επιλογή των παιδιών και η σύσταση των ομάδων έγινε από τον ψυχολόγο του σχολείου. Η πρώτη και η δεύτερη ομάδα περιελάμβαναν τρία (3) παιδιά έκαστη, ενώ η τρίτη αποτελούταν από δύο (2) παιδιά (Σύνολο 8). Όλα τα παιδιά ήταν ηλικίας 5 έως 6 ετών και μαθητές στην ίδια τάξη. Σημειώνεται ότι τα παιδιά δεν είχαν καμία πρότερη εξοικείωση με την ερευνήτρια.



Τα στάδια της έρευνας

Όλες οι φάσεις της έρευνας, όπως περιγράφονται παρακάτω, πραγματοποιήθηκαν αυτοτελώς και στις τρεις ομάδες παιδιών. Η έρευνα σχεδιάστηκε ως μία ημιδομημένη διαδικασία και διαρθρώθηκε σε τρία στάδια. Στα στάδια αυτά οι μαθητές ανέπτυσαν τις ιδέες τους, δημιουργούσαν μοντέλα και επιχειρηματολογούσαν αναφορικά με το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας - νύχτας. Επιλέγη ένα φαινόμενο της αστρονομίας, καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Ampartzaki & Kalogiannakis 2016), είναι ένα πεδίο ιδιαίτερα κατάλληλο για την προσέγγιση επιστημονικών εννοιών και την προώθηση του επιστημονικού τρόπου σκέψης, που παράλληλα παρέχει κίνητρα στους μαθητές λόγω της εξαιρετικής φυσικής ομορφιάς των φαινομένων που μελετά. Επιπλέον αποτελεί ένα προνομιακό πεδίο για τη μελέτη της εννοιολογικής αλλαγής (Vosniadou & Brewer 1994). Ειδικότερα, στην ερμηνεία του αντικειμένου της παρούσας μελέτης (φαινόμενο εναλλαγής ημέρας – νύχτας), επιδρούν καθοριστικά οι οντολογικές πεποιθήσεις που διαμορφώνουν τα παιδιά για τη Γη.

Αναλυτικότερα: Το πρώτο στάδιο αποτέλεσε μια διαδικασία ανίχνευσης των ιδεών των παιδιών σχετικά με το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας - νύχτας. Κεντρικό εργαλείο ήταν η μοντελοποίηση. Αρχικά τα παιδιά κλήθηκαν να δημιουργήσουν μοντέλα της Γης, του Ήλιου και όσων άλλων ουρανίων σωμάτων γνωρίζουν, χρησιμοποιώντας πλαστελίνη. Στη συνέχεια κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν τα μοντέλα τους, όπως τα έχουν δημιουργήσει, προκειμένου να εξηγήσουν το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας - νύχτας. Κεντρικό ρόλο στη διερεύνηση της σκέψης των παιδιών έχουν οι παραγωγικές ερωτήσεις που αξιοποιήθηκαν στο ερωτηματολόγιο των ερευνών των Vosniadou & Brewer (1994). Στο στάδιο αυτό, η διερεύνηση της σκέψης των παιδιών έλαβε χώρα καταρχήν ατομικά. Υποθέταμε ότι τα παιδιά θα εκφράσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις για το σχήμα της Γης και το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας - νύχτας, μεταξύ αυτών ενδεχομένως και την επιστημονική εξήγηση του φαινομένου. Ωστόσο, υποθέταμε ότι θα χρησιμοποιήσουν ιδέες σύμφωνες με τις οντολογικές τους πεποιθήσεις για να απαντήσουν στα παραγωγικά ερωτήματα που θα τεθούν (1^η ερευνητική υπόθεση).

Στο δεύτερο στάδιο ο στόχος ήταν η ανάπτυξη διαλόγου και επιχειρηματολογίας μεταξύ των παιδιών αναφορικά με τις διαφορετικές ερμηνείες του φαινομένου της εναλλαγής ημέρας - νύχτας που παρουσιάστηκαν στο πλαίσιο της ομάδας. Τα παιδιά κλήθηκαν να παρουσιάσουν τις ιδέες τους στα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, να τις εξηγήσουν, να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές και να επιχειρηματολογήσουν σχετικά με την ισχύ των ερμηνειών τους. Στο στάδιο αυτό διερευνήθηκε ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά αντιμετώπισαν τα δεδομένα που είναι αντίθετα στις οντολογικές τους πεποιθήσεις. Βασιζόμενοι στα πορίσματα των Chinn & Brewer (1994), υποθέσαμε ότι τα παιδιά θα αγνοήσουν ή θα απορρίψουν τα αντίθετα με τις πεποιθήσεις τους δεδομένα (2^η ερευνητική υπόθεση).

Στο τρίτο στάδιο τέθηκε ένα πρόβλημα, το οποίο τα παιδιά κλήθηκαν να επιλύσουν τόσο ατομικά όσο και ομαδικά. Συγκεκριμένα τέθηκε το δεδομένο ότι το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας - νύχτας λαμβάνει χώρα και σε έναν άλλο πλανήτη, πέρα από τη Γη. Το δεδομένο αυτό θεωρήσαμε ότι μπορεί να προκαλέσει γνωστική ασυμφωνία στις γεωκεντρικές αντιλήψεις που, όπως καταγράφεται βιβλιογραφικά, φέρουν συχνά τα παιδιά προσχολικής ηλικίας. Τα παιδιά κλήθηκαν να εξηγήσουν πώς μπορεί να συμβαίνει η εναλλαγή ημέρας - νύχτας σε έναν άλλο πλανήτη, αξιοποιώντας τα μοντέλα που ήδη έχουν δημιουργήσει για να ερμηνεύσουν το φαινόμενο στη Γη. Επιπλέον κλήθηκαν να επεξεργαστούν τις ιδέες των συμμαθητών τους σχετικά με την ικανοποιητική ή όχι ερμηνεία του καινούριου δεδομένου και να αποφασίσουν ποια από τις ιδέες που παρουσιάστηκαν θα μπορούσε να είναι πληρέστερη για την εξήγηση του φαινομένου. Στο στάδιο αυτό διερευνήθηκαν ξανά τα ερωτήματα του 2^{ου} σταδίου. Ωστόσο εδώ υποθέταμε ότι η



γνωστική ασυμφωνία, εφόσον γίνει αντιληπτή από τα παιδιά, ενδέχεται να επιφέρει την εξέταση και την ενσωμάτωση νέων δεδομένων στη σκέψη τους (3^η ερευνητική υπόθεση).

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τη σημασία ανάπτυξης κατάλληλων μεθοδολογικών επιλογών, που αντανακλούν τα ενδιαφέροντα και τις πρακτικές των παιδιών προσχολικής ηλικίας, η παραπάνω διαδικασία διαρθρώθηκε στο πλαίσιο μίας ιστορίας, εμπνευσμένης από το έργο «Ο Μικρός Πρίγκιπας». Η ιστορία αναπτύχθηκε τόσο ως αφήγηση όσο και ως θεατρικό παιχνίδι, ώστε τα παιδιά να συμμετάσχουν ενεργητικά και ολόπλευρα στη διαδικασία. Ακολουθώντας την αφηγηματική ροή, η εκάστοτε ομάδα παιδιών ακολούθησε τον Μικρό Πρίγκιπα στο ταξίδι του από τη Γη στον πλανήτη του. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού «παρατηρούσαν» το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας νύχτας και καλούνταν να το αναπαραστήσουν και να το ερμηνεύσουν, κατασκευάζοντας και αξιοποιώντας μοντέλα των αντίστοιχων ουρανίων σωμάτων με πλαστελίνη. Τονίζεται ότι ο ρόλος της ερευνήτριας έγκειτο στο συντονισμό της συζήτησης, στην εστίαση του ενδιαφέροντος και της επιχειρηματολογίας στις διαφορετικές ιδέες που εκφράζονταν από τα παιδιά, τις οποίες δεν προσπάθησε να ανατρέψει φέρνοντας η ίδια εκ νέου δεδομένα.

Οι «συνεντεύξεις» βιντεοσκοπήθηκαν και αναλύθηκαν ποιοτικά με μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου (Erickson 2012). Από την ανάλυση προέκυψαν κατηγορίες δεδομένων που αναφέρονται στις ιδέες και τα μοντέλα που δημιουργήσαν τα παιδιά αναφορικά με το σχήμα της Γης και το τρόπο εξήγησης του φαινομένου της εναλλαγής ημέρας - νύχτας, στις αντιδράσεις τους απέναντι σε νέα δεδομένα κατά τη διαδικασία της επιχειρηματολογίας ή της επίλυσης του προβλήματος, σε ζητήματα προθετικότητας της μάθησης, καθώς επίσης και στον τρόπο χρήσης των μοντέλων.

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1. Όπως φαίνεται, στο πρώτο στάδιο της έρευνας όπου οι μαθητές εξέφρασαν και μοντελοποίησαν ατομικά τις ιδέες τους αναφορικά με το σχήμα της Γης και τον τρόπο όπου δημιουργείται το φαινόμενο εναλλαγής της ημέρας – νύχτας, τα 4 απ' τα 8 παιδιά έφτιαξαν το μοντέλο της σφαιρικής Γης και απέδωσαν το φαινόμενο στην περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της σε ένα ηλιοκεντρικό σύστημα (επιστημονική άποψη). Δύο παιδιά δημιούργησαν μοντέλα της πεπλατυσμένης σφαίρας, όπου η Γη είναι μεν σφαιρική, αλλά οι άνθρωποι ζουν μόνο στο πάνω μέρος της, και το φαινόμενο της ημέρας και νύχτας δημιουργείται από τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης αντίστοιχα (η Σελήνη μπαίνει τη νύχτα μπροστά από τον Ήλιο). Οι κινήσεις Ήλιους κα Σελήνης δημιουργούν το φαινόμενο και στα μοντέλα των Π4 και Π5, όπου τα ουράνια σώματα κινούνται κάθετα πάνω και κάτω από το διαισθητικό μοντέλο της επίπεδης Γης που δημιουργούν τα παιδιά.

Όπως βλέπουμε στη δεύτερη στήλη, οι αρχικές αναπαραστάσεις των παιδιών δεν μεταβάλλονται καθόλου κατά τη δεύτερη φάση της έρευνας, όπου αναπτύχθηκε μια διαδικασία επιχειρηματολογίας σχετικά με τις διαφορετικές απόψεις που παρουσιάστηκαν. Αντίθετα, κατά τη διαδικασία απέρριψαν ή και αγνόησαν τις ιδέες των συμμαθητών τους, δεδομένα που επιβεβαιώνουν τη δεύτερη υπόθεσή μας και επαναλαμβάνουν τα αποτελέσματα των Chinn & Brewer (1993). Επιπλέον, σε αυτό το στάδιο, τα παιδιά χρειάζονταν εξωτερική κινητοποίηση για να εμπλακούν σε διάλογο. Συνήθως η ερευνήτρια έθετε ερωτήματα και προσπαθούσε να προκαλέσει συζητήσεις, οι οποίες όμως δεν είχαν ροή.

Στην τρίτη φάση της ερευνητικής διαδικασίας, όπου τα παιδιά ενεπλάκησαν σε μια διαδικασία συνεργατικής επίλυσης προβλήματος, παρατηρήθηκε εννοιολογική εξέλιξη σε τέσσερις από τους οχτώ μαθητές. Συγκεκριμένα όλα τα παιδιά με αρχικά γεωκεντρικές αντιλήψεις τις αναθεώρησαν υπέρ των ηλιοκεντρικών. Τα δεδομένα αυτά επαληθεύουν την τρίτη ερευνητική υπόθεση και συμφωνούν με την βιβλιογραφία των Hatano & Inagaki (2003). Φαίνεται ότι το πρόβλημα που



τέθηκε προς επίλυση σ' αυτό το στάδιο, προκάλεσε πράγματι γνωστική ασυμφωνία στους μαθητές με γεωκεντρικές αντιλήψεις. Στο στάδιο αυτό οι μαθητές λειτουργούσαν με σημαντικά μεγαλύτερη αυτονομία και φαίνονταν να είναι εσωτερικά κινητοποιημένοι. Στο πλαίσιο της ομαδικής επεξεργασίας του προβλήματος, οι μαθητές αναδιοργάνωσαν συνειδητά τις πεποιθήσεις τους στην προσπάθειά τους να αναζητήσουν το μοντέλο που θα ικανοποιούσε πληρέστερα τα νέα και τα παλαιά δεδομένα.

Πίνακας 1: Οι ιδέες των μαθητών και ο τρόπος που αντιδρούν στα νέα δεδομένα στο πλαίσιο της επιχειρηματολογίας και της επίλυσης του προβλήματος

	1 ^ο στάδιο	2ο στάδιο	3ο στάδιο
Ιδέες μαθητών	<p>4 μαθητές (Π1, Π6, Π7, Π8):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Γη σφαιρική, • Ηλιακό σύστημα: Ηλιοκεντρικό, • Φαινόμενο ημέρας-νύχτας: περιστρέφοντας τη Γη γύρω από τον εαυτό της <p>2 μαθητές (Π2, Π3):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Γη πεπλατυσμένη σφαίρα, • Ηλιακό σύστημα: Γεωκεντρικό, • Φαινόμενο ημέρας-νύχτας: η Σελήνη μπαίνει μπροστά στον Ήλιο και δημιουργεί τη νύχτα <p>2 μαθητές (Π4, Π5):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Γη επίπεδη, • Ηλιακό σύστημα: Γεωκεντρικό • Φαινόμενο ημέρας-νύχτας: κάθετη κίνηση Ήλιου και Σελήνης πίσω από 	<p>Οι μαθητές, στο σύνολό τους, δεν τροποποιούν τις ιδέες τους σε σχέση με το πρώτο στάδιο.</p>	<p>Οι μαθητές δεν τροποποιούν το σχήμα της Γης. 6 μαθητές (Π1, Π4, Π5, Π6, Π7, Π8) προκειμένου να επιλύσουν το πρόβλημα της εμφάνισης του φαινομένου σε έναν άλλο πλανήτη δημιουργούν συνεργατικά ηλιοκεντρικά συστήματα όπου το φαινόμενο οφείλεται στην περιστροφή του κάθε πλανήτη γύρω από τον άξονά του. 2 μαθητές (Π2, Π3) δημιουργούν Ηλιοκεντρικό σύστημα ώστε ο Ήλιος να φωτίζει όλους τους πλανήτες, αλλά εξακολουθούν να περιγράφουν το φαινόμενο βάζοντας τη Σελήνη μπροστά από το Ήλιο ώστε να δημιουργηθεί η νύχτα (αντιστρόφως για τη μέρα).</p>
Χρήση των μοντέλων	<ul style="list-style-type: none"> • Χρησιμοποιούν τα μοντέλα για να δημιουργήσουν και να εκφράσουν τις ιδέες τους (μεταγνωστική λειτουργία) 	<p>Χρησιμοποιούν τα μοντέλα για να επικοινωνήσουν και να συγκρίνουν τις ιδέες τους (μεταγνωστική και επικοινωνιακή λειτουργία)</p>	<p>Χρησιμοποιούν τα μοντέλα για να εκφράσουν, να αξιολογήσουν νέες υποθέσεις και για να ενσωματώσουν νέα δεδομένα στη σκέψη τους (κριτική επανεξέταση των ιδεών, μεταγνωστική και επικοινωνιακή λειτουργία)</p>
Προθετικότητα και αντιμετώπιση των νέων		<p>Μπαίνουν σε εξέταση των επιχειρημάτων των συμμαθητών τους ύστερα από παρότρυνση της</p>	<p>Διεξάγουν έντονο διάλογο και εξετάζουν υποθέσεις και νέα δεδομένα που τέθηκαν με εσωτερική κινητοποίηση.</p>



δεδομένων που τίθενται		ερευνητριάς (εξωτερική κινητοποίηση). Αγνοούν ή/και απορρίπτουν νέα δεδομένα που προκύπτουν από τα επιχειρήματα των συμμαθητών τους.	Τεκμηριωμένη αλλαγή, με αποδοχή και ενσωμάτωση νέων δεδομένων στη σκέψη τους.
------------------------	--	--	---

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο επεισόδια, στα οποία αποτυπώνεται η δυναμική του διαλόγου και της επιχειρηματολογίας των μαθητών. Το πρώτο επεισόδιο λαμβάνει χώρα κατά τη δεύτερη φάση της ερευνητικής διαδικασίας και αποτελεί μια χαρακτηριστική περίπτωση απόρριψης δεδομένων, όπως παρουσιάζονται στην ομάδα. Στην ομάδα αυτή, όπως προαναφέρθηκε, δύο από τα τρία παιδιά (Π5 & Π6) ερμήνευαν το φαινόμενο με κάθετες κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης πάνω από μία επίπεδη Γη. Το τρίτο παιδί (Π4) κατασκεύασε ένα ηλιοκεντρικό σύστημα, στο οποίο το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας - νύχτας εξηγήθηκε ως περιστροφή της σφαιρικής Γης γύρω από τον άξονά της.

Το Π4 επιχειρηματολογώντας υπέρ του μοντέλου του λέει: «Αν η Γη δεν γυρνούσε γύρω από τον εαυτό της ...» και, τότε το Π6 συμπληρώνει τα λόγια του δείχνοντας στο μοντέλο που έχει κατασκευάσει το Π4: «...εδώ [στο σημείο που δεν φωτίζεται από τον Ήλιο] θα έμενε πάντα νύχτα και εκεί [που φωτίζεται] πάντα μέρα» (βλ. εικόνα 1, δεξιά). Το Π6 αργότερα φέρνοντας τον Ήλιο στην άκρη της επίπεδης Γης του, προσθέτει: «Κι εμένα όμως όταν είναι από δω ο Ήλιος, δε φωτίζει στην άλλη μεριά» (βλ. εικόνα 1, αριστερά).

Το παιδί 6 (Π6), στην περίπτωση αυτή, δείχνει να κατανοεί τα αντιαισθητικά ως προς την ιδέα του επιστημονικά δεδομένα που εμπεριέχονται στην αναπαράσταση του συμμαθητή του (συμπληρώνει το ίδιο τα δεδομένα που πάει να χρησιμοποιήσει ο συμμαθητής του), χωρίς να τα αλλοιώσει. Ωστόσο κατά την αντιπαράθεση της δικής του διαισθητικής αντίληψης με την επιστημονική αναπαράσταση τη βρίσκει ισοδύναμη ως προς την ερμηνευτική ισχύ του φαινομένου, επιλέγοντας εν τέλει την αναπαράσταση που συνάδει με την καθημερινή του εμπειρία.

Εικόνα 1: Η περιγραφή του φαινομένου της ημέρας - νύχτας από τον Π6 (αριστερά) και τον Π4 (δεξιά)



Αντίθετα, στο επόμενο επεισόδιο παρουσιάζεται η δυναμική της διαδικασίας στην τρίτη φάση της ερευνητικής διαδικασίας. Το πρόβλημα που αναδύθηκε στη φάση της περιγραφής του φαινομένου



εναλλαγής ημέρας - νύχτας όταν τέθηκε ως δεδομένο ότι το φαινόμενο υλοποιείται και σε έναν άλλο πλανήτη (εδώ τον πλανήτη του Μικρού Πρίγκιπα) φάνηκε να προκαλεί γνωστική σύγκρουση στα παιδιά με γεωκεντρικές αντιλήψεις. Ως αποτέλεσμα η συζήτηση έγινε εντονότερη, ενώ τα παιδιά φάνηκε να πειραματίζονται περισσότερο ελεύθερα με τα μοντέλα τους. Για παράδειγμα, στη δεύτερη ομάδα τα παιδιά με γεωκεντρικές αντιλήψεις προσπάθησαν αρχικά να ερμηνεύσουν το ανώμαλο δεδομένο της με οριζόντιες κινήσεις του Ήλιου, που το βράδυ ταξίδευε μέχρι τον πλανήτη του Μικρού Πρίγκιπα φέρνοντας εκεί τη μέρα και στη Γη τη νύχτα. Αντίθετα το Π4 ενέταξε τον πλανήτη του Μικρού Πρίγκιπα στο ηλιοκεντρικό του σύστημα, στην ίδια περιφέρεια με τους άλλους πλανήτες, και τον περιέστρεφε γύρω από τον εαυτό του, όπως ακριβώς έκανε και με τη Γη. Μάλιστα ο Π4, επιχείρησε να αναδείξει τον λόγο που υπερτερεί το μοντέλο του έναντι αυτού των συμμαθητών του. Στο επεισόδιο που ακολουθεί φαίνεται η κριτική που ασκεί ο Π4 στο μοντέλο των Π5 και Π6:

Π4: Ναι όμως πώς θα έφευγε ο Ήλιος να πάει στους άλλους πλανήτες; Πόσο πολύ θα κάνει για να πάει μέχρι εκεί; Και μέχρι να πάει στη Γη θα έχουμε μόνο βράδυ;

Π6: Δε θα πάει τότε.

Π4: Και τότε ο Μικρός Πρίγκιπας και εμείς που βρισκόμαστε στον πλανήτη του, θα έχουμε μόνο βράδυ;

Π6: Θα 'χούμε και μέρα...

Π4: Άρα; Πώς θα γίνει αυτό; Πώς ο Ήλιος φεύγει από τη Γη και πηγαίνει σε άλλους πλανήτες και πώς γίνεται η μέρα και η νύχτα μετά στη Γη; (...) Δηλαδή, είναι εδώ ο πλανήτης του Μικρού Πρίγκιπα και ο Ήλιος είναι εδώ (στη Γη). Πόσο πολύ θα κάνει για να πάει μέχρι για να τον φωτίσει;

Ερευνήτρια: Εσύ αυτό το πρόβλημα πώς το λύνεις; Εσένα πού είναι ο Ήλιος σου;

Π4: Στο κέντρο!

Π6: Ααα! Κι έτσι στο δικό του φωτίζει παντού.

Στο παραπάνω επεισόδιο το Π6 φαίνεται να αντιλαμβάνεται γιατί το ηλιοκεντρικό σύστημα του Π4 μπορεί να παρουσιάσει, όχι πλέον μια ισοδύναμη, αλλά μία πληρέστερη εξήγηση για το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας και νύχτας. Αντίστοιχη εξέλιξη σημειώθηκε και στην πρώτη ομάδα παιδιών. Πρέπει να σημειώσουμε πως στην τρίτη ομάδα, τα δύο παιδιά που συμμετείχαν στη διαδικασία παρουσίασαν εξ αρχής κοινές αναπαραστάσεις (ηλιοκεντρικές), ως εκ τούτου δεν σημειώθηκε κάποια εννοιολογική εξέλιξη μέσα από το πλαίσιο της διαπραγμάτευσης των ιδεών τους.

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν πως ένα νοηματοδοτημένο περιβάλλον επίλυσης προβλήματος που καλούσε παιδιά προσχολικής ηλικίας να εκφράσουν και να επεξεργαστούν τις ιδέες τους ομαδικά, αναπτύσσοντας συλλογισμούς στη βάση των δικών τους μοντέλων, συνέβαλε στη σταδιακή μετατροπή των άρρητων ιδεών των παιδιών σε ολοένα και περισσότερο λογικά επεξεργασμένο σύστημα.

Αναφορικά με την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν σημαντική τροποποίηση των ιδεών των μαθητών, από μία γεωκεντρική διάταξη των ουρανίων σωμάτων προς την ηλιοκεντρική επιστημονική αναπαράσταση. Η εννοιολογική εξέλιξη σημειώθηκε στην τρίτη φάση της ερευνητικής διαδικασίας και αφορούσε όλους τους μαθητές με γεωκεντρικές αντιλήψεις, δηλαδή τέσσερις από τους οχτώ μαθητές, που αποτέλεσαν υποκείμενα της έρευνας. Τα δεδομένα αυτά επαληθεύουν την τρίτη ερευνητική υπόθεση. Στο πλαίσιο της ομαδικής επεξεργασίας του προβλήματος αναδιοργάνωσαν τις πεποιθήσεις τους και ενσωμάτωσαν νέα δεδομένα στη σκέψη τους με συνειδητό και εμπρόθετο τρόπο. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με την προϋπάρχουσα βιβλιογραφία (Hatano & Inagaki 2003) και αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των πρακτικών της ομαδικής και διαλογικής επίλυσης προβλήματος αναφορικά με την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών και στην προσχολική εκπαίδευση.



Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας τα παιδιά αντιμετώπισαν τις ιδέες τους, όπως και τις ιδέες των άλλων, ως νοητικά δημιουργήματα που μπορούν να τα μοιραστούν, να τα επεξεργαστούν λογικά, να τα υποστηρίξουν αλλά και να τα αλλάξουν. Κομβικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία έπαιξε το πρόβλημα που τέθηκε και το οποίο απελευθέρωσε τους μαθητές από τα όρια που έθεταν νωρίτερα οι προαντιλήψεις τους. Παρόλα αυτά, η διερεύνηση υποθέσεων προκειμένου να αναζητηθεί η πιο λογική και πλήρης λύση στο πρόβλημα, δε θα ήταν δυνατή αν αυτή η αναζήτηση γινόταν σε αφαιρετικό επίπεδο. Η κατασκευή και ο χειρισμός των μοντέλων από πλαστελίνη υποστήριξε ουσιαστικά τα παιδιά, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να οπτικοποιήσουν και να χειριστούν τις ιδέες τους και τις ιδέες των άλλων.

Τα αποτελέσματα αυτά υποστηρίζουν την άποψη ότι η εννοιολογική αλλαγή, νοούμενη όχι μόνο ως κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, αλλά και ως μία δυναμική διαδικασία προθετικής μάθησης, μπορεί να υποστηριχθεί σημαντικά σε κατάλληλα περιβάλλοντα ακόμα και στην προσχολική εκπαίδευση. Σε αυτή την κατεύθυνση βοήθησε και η θεατρική αναπαράσταση της ιστορίας του Μικρού Πρίγκιπα, που έδωσε κίνητρα καθώς δημιούργησε ένα ελκυστικό και ασφαλές περιβάλλον κατάλληλο για την εμπλοκή παιδιών προσχολικής ηλικίας στη διαδικασία. Υποστηρίζουμε πως και αυτή η μεθοδολογική επιλογή συνέβαλε καθοριστικά στην ένταση και τη χρονική διάρκεια της ομαδικής επεξεργασίας και της επιχειρηματολογίας.

Τα αποτελέσματα αυτά θα μπορούσαν να έχουν ενδιαφέρον για το πεδίο της διδακτικής των Φ.Ε., όπου το κίνητρο και το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν οι μαθητές φαίνεται να ανησυχεί ιδιαίτερα τους ερευνητές. Πράγματι ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φ.Ε. φθίνει σημαντικά στα μέσα του δημοτικού σχολείου, και παραμένει σε χαμηλά επίπεδα σε όλες τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες (Vedder-Weiss & Fortus 2011). Οι αιτίες του φαινομένου αυτού αναζητώνται στο είδος της διδασκαλίας, ιδίως αυτής που παρέχεται στα παιδιά μικρότερων ηλικιών (Mantzicopoulos et al, 2008). Στην προσχολική εκπαίδευση, όπως και στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου οι Φ.Ε. διδάσκονται σπάνια, αποσπασματικά και επικεντρώνονται στην ανάπτυξη αποπλαισιωμένων δεξιοτήτων όπως η ταξινόμηση (Metz 1995). Η εκπαίδευση δεν παρέχει στα παιδιά ευκαιρίες ώστε να εμπλακούν σε αυθεντικά επιστημονικές πρακτικές. Όπως αναφέρεται στην παρούσα εργασία, αυτό πιθανόν να οφείλεται στις θέσεις που υποστηρίζουν ότι οι μαθητές μικρότερων ηλικιών δεν έχουν τα γνωστικά προαπαιτούμενα ώστε να εμπλακούν σε πρακτικές όπως η επίλυση προβλήματος και η επιχειρηματολογία. Στον αντίποδα της παραπάνω θέσης, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι παιδιά ηλικίας 5-6 ετών ενεπλάκησαν με μεγάλο ενθουσιασμό και με πολύ θετικά μαθησιακά αποτελέσματα σε μια διαδικασία που αντανάκλα αυθεντικά επιστημονικές πρακτικές. Η παρούσα εργασία αποτελεί ένα μικρό που αναδεικνύει το γεγονός ότι η μαθησιακή διαδικασία στην προσχολική εκπαίδευση για τις Φ.Ε. μπορεί να αναπτυχθεί στις παραπάνω κατευθύνσεις.

5. Βιβλιογραφία

Ampartzaki, M., & Kalogiannakis, M. (2016), Astronomy in Early Childhood Education: A Concept-Based Approach. *Early Childhood Education Journal*, 44(2), 169-179.

Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.

Duit, R. & Treagust, D. (2012). How Can Conceptual Change Contribute to Theory and Practice in Science Education?. In: Fraser B., Tobin K., McRobbie C. (eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol. 24. Springer, Dordrecht.

Erickson, F. (2012). Qualitative Research Methods for Science Education. In: Fraser B., Tobin K., McRobbie C. (eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol. 24. Springer, Dordrecht.



- Hatano, G., & Inagaki, K. (2003). When is conceptual change intended? A cognitive-sociocultural view. In G.M. Sinatra & P.R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change*. Mahwah: Erlbaum
- Kind, P., & Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: A cultural rationale for science education? *Science Education*, 101(1), 8–31.
- Mantzicopoulos, P., Patrick, H., & Samarapungavan, A. (2008). Kindergarten children becoming science learners: Early science experiences and children's perspectives about science. *Poster presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, New York.
- Metz, K. (1995). Reassessment of developmental constraints on children's science instruction. *Review of Educational Research*, 65, 93-127.
- Nersessian, N. J. (1989). Conceptual change in science and in science education. *Synthese*, 80(1), 163–184.
- Osborne, J. (2010). An argument for arguments in science classes. *The Phi Delta Kappan*, 91(4), 62-65.
- Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2011). Adolescents' declining motivation to learn science: Inevitable or not? *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 199–216.
- Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2014). Conceptual Change from the Framework Theory Side of the Fence. *Science & Education*, 23(7), 1427-1445.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning. In G.M. Sinatra and P.R. Pintrich (Eds). *Intentional Conceptual Change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Vosniadou, S. (2013). Model based reasoning and the learning of counter-intuitive science concepts. *Infancia y Aprendizaje*, 36(1), 5-33.



Οι ιδέες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τα φαινόμενα του λωτού και της σαύρας gecko

Λεωνίδας Μάνου¹, Άννα Σπύρτου¹, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης², Πέτρος Καριώτογλου¹

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Τα φυσικά φαινόμενα του λωτού και της σαύρας gecko έχουν πολλαπλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή, π.χ στην ένδυση και στην ιατρική. Η προσέγγισή τους στις βαθμίδες εκπαίδευσης θεωρείται αναγκαία, αφού αναγνωρίζονται ως βασικές θεματικές στον πυρήνα του περιεχομένου της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας. Έχουν δημοσιευτεί οι πρώτες προσπάθειες προς αυτήν την κατεύθυνση, ωστόσο, το πεδίο της καταγραφής των ιδεών των εκπαιδευτικών είναι ακόμα πρώιμο. Η παρούσα εργασία επιδιώκει να φωτίσει αυτήν την πτυχή καταγράφοντας τις ιδέες 141 εκπαιδευτικών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ερμηνείες τους χαρακτηρίζονται από ευλογοφάνεια και βασίζονται σημαντικά στην αισθητηριακή τους αντίληψη, απέχοντας σημαντικά από την επιστημονική άποψη.

Λέξεις-Κλειδιά: Φαινόμενα του λωτού και σαύρας gecko, Ιδέες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Primary teachers' ideas about the lotus and the gecko effects

Leonidas Manou¹, Anna Spyrtou¹, Euripides Hatzikraniotis², Petros Kariotoglou¹

¹University of Western Macedonia, ²Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

The natural lotus and gecko effects have multiple applications in everyday life, e.g. in clothing and in medicine. Their approach to all levels of education is considered as indispensable, as they are recognized essential thematic areas to the core content of Nanoscience and Nanotechnology. The first attempts towards this direction have already been published, however, the field of recording teachers' ideas is still in its infancy. This paper seeks to illustrate this aspect by recording 141 teachers' ideas. The results show that their interpretations are plausible and based strongly on their sensory perceptions, abstaining from the scientific point of view.

Keywords: Lotus and gecko effects, Primary teachers' ideas



1. Εισαγωγή

Ο σύγχρονος διεπιστημονικός κλάδος της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας (N-ET) εξειδικεύεται στη μελέτη και στην εκμετάλλευση της συμπεριφοράς της ύλης στις διαστάσεις της νανοκλίμακας, περίπου 1-100nm, ώστε να προκύψουν καινοτόμες εφαρμογές προς όφελος της ποιότητας ζωής του ανθρώπου. Η μελέτη της συμπεριφοράς των φυσικών οργανισμών αποτελεί μία δεξαμενή έμπνευσης για τους επιστήμονες και μηχανικούς της νανοκλίμακας, προκειμένου να σχεδιαστούν εφαρμογές που θα μιμούνται τις συμπεριφορές αυτές (Kumar & Kumbhat 2016).

Σε αυτό το πλαίσιο, το φυτό λωτός και η σαύρα gecko (στην οικογένεια αυτή ανήκει το ελληνικό σαμιαμίδι) έχουν προκαλέσει το ενδιαφέρον της έρευνας της N-ET λόγω της ιδιαίτερης συμπεριφοράς τους. Συγκεκριμένα τα φύλλα του λωτού εμφανίζουν έντονη υδατο-απωθητική δράση. Γενικά, οι σταγόνες κατά την επαφή τους με μια επιφάνεια αναπτύσσουν δυνάμεις πρόσφυσης που έχουν ως αποτέλεσμα τη διαβροχή της επιφάνειας, η οποία, ανάλογα με τη δομή της επιφάνειας και την τάση ρευστού του σταγονιδίου, μπορεί να είναι πλήρης ή μερική. Το σχήμα της σταγόνας μπορεί να έχει τη μορφή μηνίσκου (διαβροχή) έως σχεδόν σφαιρικό (μη- διαβροχή). Στην περίπτωση του φύλλου του λωτού, οι σταγόνες του νερού σχηματίζουν σφαιρικό σχήμα και καθώς κυλούν κατά μήκος της επιφάνειας του φύλλου παρασύρουν σωματίδια σκόνης συντελώντας έτσι στον αυτοκαθαρισμό του. Η σαύρα gecko εμφανίζει τη μεγαλύτερη ικανότητα προσκόλλησης στη φύση συγκριτικά με τη μάζα του σώματός της. Όχι μόνο μπορεί να σκαρφαλώσει κατακόρυφα σε οποιαδήποτε επιφάνεια τραχιά ή λεία, αλλά και να στερεώνεται ανάποδα στο ταβάνι υπερνικώντας την βαρύτητα (Koch et al. 2010, Bhushan 2010).

Εικόνες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης αποκάλυψαν την ιδιαίτερη μορφολογία των φύλλων του λωτού και των δακτύλων του ποδιού της σαύρας. Η επιφάνεια του φύλλου αποτελείται από προεξοχές διαμέτρου 5-10μm. Επιπρόσθετα, η επιφάνεια των μικροπροεξοχών είναι τραχιά, αποτελούμενη από μικρότερες σε μέγεθος προεξοχές σωληνοειδούς μορφής διαμέτρου 100-300nm. Αυτές οι νανοπροεξοχές, ως προς τη χημική τους σύσταση, αποτελούνται από οργανικές ενώσεις, κυρίως υδρόφοβους υδρογονάνθρακες. Αυτός ο συνδυασμός χημικής σύστασης και τοπογραφίας της επιφάνειας ευθύνεται για την σουπερϋδροφοβικότητα του φύλλου του λωτού απέναντι στις σταγόνες νερού. Μιας και απώτερος στόχος της N-ET είναι ο σχεδιασμός υλικών με νέες ιδιότητες, έχει εκδηλωθεί τεράστιο ενδιαφέρον προς την κατεύθυνση να σχεδιαστούν επιφάνειες που θα μιμούνται αυτή τη συμπεριφορά του λωτού. Μερικά παραδείγματα αποτελούν τα αυτοκαθαριζόμενα παράθυρα, τα εξωτερικά χρώματα για κτήρια, ηλιακοί συλλέκτες, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα (ρούχα, παπούτσια κ.α.). Τα δάκτυλα της σαύρας gecko αποτελούνται από τριχίδια 5-10μm σε διάμετρο, επονομαζόμενα ως setae. Το κάθε τριχίδιο καταλήγει σε ακόμα μικρότερες δομές, των οποίων το σχήμα μοιάζει με σπάτουλες διαμέτρου 100-200nm. Ο κύριος μηχανισμός της προσκόλλησης αποδίδεται στις ηλεκτρικές δυνάμεις van der Waals που ασκούνται μεταξύ της επιφάνειας του τοίχου και της επιφάνειας των δακτύλων της σαύρας. Επιστήμονες και μηχανικοί επιδιώκουν να αντιγράψουν τη δομή των δακτύλων της σαύρας για τη δημιουργία ισχυρών προσκολλητικών ταινιών, επιφανειών για στερέωση αντικειμένων, π.χ. κινητών τηλεφώνων (gecko pads) (Koch et al. 2010, Bhushan 2010).

Οι πολλαπλές τεχνολογικές εφαρμογές των δύο φαινομένων στην καθημερινή ζωή είναι ένας από τους λόγους που έστρεψαν την προσοχή των ερευνητών της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στο να εισάγουν τα φαινόμενα στις βαθμίδες εκπαίδευσης (π.χ. Τζιώλη & Σπύρτου, 2017 στο νηπιαγωγείο, Μανου et al. 2018 στο Δημοτικό σχολείο, Sockman et al. 2012 και Stavrou et al. 2018 στη Β/θμια εκπαίδευση, Poinern 2014 στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση).



Ωστόσο, η εισαγωγή των δύο φαινομένων στην εκπαίδευση είναι ένα πολυδιάστατο εγχείρημα, που περιλαμβάνει την εξέταση σημαντικών παραμέτρων. Μία από αυτές είναι η ανάδειξη των προϋπαρχουσών ιδεών. Ειδικότερα, έχουν δημοσιευτεί οι πρώτες έρευνες ανάδειξης των ιδεών των μαθητών προς την κατεύθυνση αυτή (Σακελλάρη & Μάνου 2017, Αλεξίου, Πέικος & Μάνου 2017, Sockman et al. 2012). Τα ευρήματα των ερευνών αυτών αναφορικά με το φαινόμενο του λωτού έδειξαν ότι οι μαθητές αποδίδουν την σφαιρικότητα της σταγόνας σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας του φύλλου που είναι αντιληπτά με τις αισθήσεις, όπως π.χ. τη σκληρή-λεία επιφάνειά του. Σύμφωνα με τα ίδια ευρήματα, το φαινόμενο της προσκόλλησης της σαύρας gecko αποδόθηκε σε μηχανισμούς στερέωσης της καθημερινότητας όπως βεντούζες, κόλλα, νύχια κτλ. Ωστόσο, διαπιστώνεται έλλειψη της βιβλιογραφίας ως προς την καταγραφή των αντίστοιχων ιδεών των εκπαιδευτικών για τα εν λόγω φαινόμενα. Οι αρχές της κονστрукτιβιστικής μάθησης τονίζουν την αναγκαιότητα να μελετηθούν οι ιδέες των εκπαιδευτικών για τα φαινόμενα, οι οποίες εκλαμβάνονται ως αφετηρία και όχι ως εμπόδιο προς την κατάκτηση της επιθυμητής γνώσης (Duit 2007). Επιπλέον, η ανάδειξη και μελέτη των αρχικών ιδεών είναι σημαντική για τους σχεδιαστές διδακτικών παρεμβάσεων, ώστε να αναγνωρίσουν τις ανάγκες των συμμετεχόντων στα πλαίσια προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης (Healy & Allen 2011).

Ως εκ τούτου η παρούσα εργασία στοχεύει να καλύψει αυτήν την αναγκαιότητα και το κενό της βιβλιογραφίας. Ειδικότερα, επικεντρωνόμαστε να μελετήσουμε τις ιδέες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το φαινόμενο του λωτού και της σαύρας gecko. Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- (α) Ποιες είναι οι ιδέες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το φαινόμενο του λωτού;
- (β) Ποιες είναι οι ιδέες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το φαινόμενο της σαύρας gecko;

2. Μεθοδολογία

Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 30 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και 111 φοιτητές Α΄ έτους σε ΠΤΔΕ (σύνολο 141 εκπαιδευτικοί). Όλοι συμπλήρωσαν ένα γραπτό ερωτηματολόγιο, οι μεν φοιτητές πριν την έναρξη εργαστηρίων, οι δε εκπαιδευτικοί πριν από την έναρξη επιμορφωτικών ημερίδων εργαστηριακού τύπου (workshops).

Εικόνα 1: Το έργο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάδειξη των αρχικών ιδεών για το φαινόμενο του λωτού

1. Έστω ότι ρίχνουμε ίδια ποσότητα νερού στην επιφάνεια ενός ξύλου (σχήμα Α) και στην επιφάνεια ενός φύλλου φυτού (σχήμα Β).

Α) Παρατήρησε και περιέγραψε το σχήμα της σταγόνας του νερού σε κάθε περίπτωση.
Β) Χρησιμοποιώντας λέξεις και σχήμα, δώσε μία πιθανή εξήγηση για τη διαφορά στο σχήμα της σταγόνας.



Εικόνα 2: Το έργο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάδειξη των αρχικών ιδεών για το φαινόμενο της σαύρας gecko

2. Στη διπλανή εικόνα φαίνεται μία σαύρα (σαμιαμίδι) σκαρφαλωμένη σε τοίχο. Πώς θα ερμήνευες την ικανότητα της σαύρας να «κολλάει» στον τοίχο; Περιέγραψε με λέξεις και σχήμα.





Στις εικόνες 1 και 2 παρουσιάζονται τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη των ιδεών των συμμετεχόντων για το φαινόμενο του λωτού και της σαύρας gecko αντίστοιχα. Το έργο που χρησιμοποιήθηκε για το φαινόμενο του λωτού είναι πρωτότυπο καθώς στη βιβλιογραφία δεν βρέθηκε αντίστοιχο έργο: εικονίζονταν δύο επιφάνειες, μία ξύλινη και μία επιφάνεια φύλλου κουνουπιδιού. Οι δύο επιφάνειες εμφάνιζαν διαφορετική συμπεριφορά κατά την επαφή τους με το νερό. Στην ξύλινη επιφάνεια το νερό έπαιρνε ημισφαιρικό σχήμα, χαρακτηριστικό των υδρόφοβων επιφανειών. Στο φύλλο η σταγόνα σχημάτιζε σφαίρα εξαιτίας της σουπερϋδρόφοβης συμπεριφοράς του φύλλου στη διαβροχή. Όσον αφορά το αντίστοιχο έργο για το φαινόμενο της σαύρας ήταν ανοιχτού τύπου, όπως και στην περίπτωση του φαινομένου του λωτού, ώστε οι συμμετέχοντες να γράψουν με λεπτομέρεια τις ιδέες τους για το φαινόμενο.

Πίνακας 1: Μέθοδος ανάλυσης των ιδεών των συμμετεχόντων για το φαινόμενο του λωτού (αριστερή στήλη) και της σαύρας gecko (δεξιά στήλη)

Ερμηνεία Εκπαιδευτικού για το φαινόμενο του λωτού	Ερμηνεία Εκπαιδευτικού για το φαινόμενο της σαύρας
<i>Στο φύλλο η επιφάνεια είναι πιο λεία (από το ξύλο) άρα η σταγόνα έχει πιο στρογγυλό σχήμα.</i>	<i>Η σαύρα έχει μάλλον μικρές βεντούζες στα πόδια της ή εκκρίνει κάποιο κολλώδες υλικό που τη βοηθάνε να κολλάει στον τοίχο και να σκαρφαλώνει.</i>
Αναγνώριση και Κωδικοποίηση των Μονάδων Νοήματος	
Στο φύλλο η επιφάνεια είναι πιο λεία (από το ξύλο) άρα η σταγόνα έχει πιο στρογγυλό σχήμα. [ΚΩΔ. Λεία επιφάνεια]	Η σαύρα έχει μάλλον μικρές βεντούζες στα πόδια της που τη βοηθάνε να κολλάει στον τοίχο και να σκαρφαλώνει. [ΚΩΔ. Βεντούζες] Η σαύρα εκκρίνει κάποιο κολλώδες υλικό που τη βοηθάει να κολλάει στον τοίχο και να σκαρφαλώνει. [ΚΩΔ. Κόλλα]
Δημιουργία αρχικών κατηγοριών	
Αρχική Κατηγορία: Λεία επιφάνεια	Αρχική Κατηγορία: Βεντούζα Αρχική Κατηγορία: Κόλλα
Επανακατηγοριοποίηση και μέτρηση των ΜΝ	
Κατηγορία: Χαρακτηριστικά του φύλλου που γίνονται αντιληπτά με τις αισθήσεις Αριθμός ΜΝ: 1	Κύρια Κατηγορία: Δομή του ποδιού της σαύρας Αριθμός ΜΝ: 2 1ΜΝ: Βεντούζα 1ΜΝ: Δομή που εκκρίνει κολλώδες υγρό

Οι γραπτές απαντήσεις των εκπαιδευτικών αναλύθηκαν με τη μέθοδο ανάλυσης του περιεχομένου. Ακολουθήθηκε η επαγωγική μέθοδος ανάλυσης, κατά την οποία μέσα από μια συστηματική διαδικασία κωδικοποίησης και κατηγοριοποίησης των δεδομένων, επιδιώκεται η ανάδειξη των νοηματοδοτήσεων συμμετεχόντων σχετικά με το υπό εξέταση φαινόμενο. Η επαγωγική μέθοδος ανάλυσης περιεχομένου εφαρμόζεται όταν τα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με το υπό εξέταση φαινόμενο είναι περιορισμένα και ως εκ τούτου δεν προϋπάρχει μία θεωρία σχετικά με ένα συγκεκριμένο πεδίο (στην περίπτωση της εργασίας αυτής για το πώς οι εκπαιδευτικοί α/θμιας εκπαίδευσης αντιλαμβάνονται τα δύο φαινόμενα). Στον πίνακα 1 περιγράφεται η μέθοδος ανάλυσης που ακολουθήθηκε. Συγκεκριμένα, σε κάθε γραπτή απάντηση των εκπαιδευτικών (πίνακας 1, πρώτη και δεύτερη γραμμή) αναζητήθηκαν Μονάδες Νοήματος (ΜΝ) δηλαδή ένα σύνολο λέξεων ή προτάσεων που σχετίζονταν με την εξήγηση κάθε εκπαιδευτικού για



το κάθε εν λόγω φαινόμενο (πίνακας 1, τρίτη και τέταρτη γραμμή). Σε αυτές τις MN αποδόθηκε ένας κωδικός, οι οποίοι μετά από μία συνεχής διαδικασία συγκρίσεων ανάλογα με το αν μοιράζονταν ίδιο ή διαφορετικό νόημα ομαδοποιήθηκαν και σχημάτισαν τις αρχικές κατηγορίες (πίνακας 1, πέμπτη και έκτη γραμμή). Μέσα από μία εξελικτική διαδικασία, οι αρχικές κατηγορίες κατόπιν συνεχών συγκρίσεων επανακατηγοριοποιήθηκαν σε νέες ευρύτερες κατηγορίες, οι οποίες επέτρεψαν τον σχηματισμό ενός ερμηνευτικού μοντέλου για το πώς οι συμμετέχοντες ερμηνεύουν τα δύο φαινόμενα (πίνακας 1 έβδομη και όγδοη γραμμή) (Ιωσηφίδης 2008, Elo & Kyngäs 2008, Τσιώλης 2014). Επιπλέον, η μέθοδος συμπεριλάβε μία διαδικασία μέτρησης – ποσοτικοποίησης των MN κατά την οποία μετρήθηκε ο αριθμός των MN που συγκρότησαν μία κατηγορία (πίνακας 1, έβδομη και όγδοη γραμμή). «Αυτός ο ποσοτικός προσδιορισμός βοηθά στον διαχωρισμό του σημαντικού από το ασήμαντο» (Ιωσηφίδης 2008, σ. 188).

Πίνακας 2: Κατηγορίες και παραδείγματα MN για το φαινόμενο του λωτού

Κατηγορίες	Παραδείγματα MN
K1. Εξήγηση που επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά του φύλλου που γίνονται αντιληπτά με τις αισθήσεις.	1. Στο φύλλο το σχήμα στην σταγόνα είναι κύκλος. Η σταγόνα νερού είναι σε κυκλική μορφή γιατί πέφτει πάνω σε μια μαλακή επιφάνεια. 2. Το σχήμα της σταγόνας του νερού πάνω στο φύλλο είναι στρογγυλό επειδή το φύλλο είναι λεπτό υλικό.
K2. Εξήγηση που επικεντρώνεται σε βιολογικά χαρακτηριστικά του φύλλου.	1. Τα στόματα του φύλλου δεν επιτρέπουν να απλωθεί η σταγόνα. 2. Στο φύλλο η σταγόνα έχει κυκλικό σχήμα. Ίσως έχει να κάνει με το ότι το φύλλο είναι ζωντανό.
K3. Εξηγήσεις που επικεντρώνονται σε αλληλεπιδράσεις μεταξύ σταγόνας-φύλλου.	1. Η σταγόνα στο φύλλο έχει σφαιρικό σχήμα, έχει να κάνει πιστεύω με τη δύναμη έλξης που ασκεί το φύλλο στη σταγόνα. 2. Στο φύλλο η σταγόνα είναι πιο στρογγυλή. Είναι αναλόγως στην επιφάνεια στο πώς συγκρατεί τα μόρια της σταγόνας.
K4. Καμία/χωρίς νόημα εξήγηση	1. Στο φύλλο παρατηρούμε πως η σταγόνα έχει αλλάξει μορφή.

Πίνακας 3: Κατηγορίες και παραδείγματα MN για το φαινόμενο της σαύρας gecko

Κατηγορίες	Παραδείγματα MN
K1. Οι εξηγήσεις αναφέρονται στη δομή του ποδιού της σαύρας.	1. Ίσως εκκρίνει κάποιο κολλώδες υγρό από τα πόδια που τη βοηθάει να σταθεροποιήσει το πόδι της για όσο χρειάζεται. 2. Έχει μάλλον μικρές βεντούζες στα πόδια της που τη βοηθάνε να κολλάει στον τοίχο και να σκαρφαλώνει.
K2. Οι εξηγήσεις εστιάζουν στα βιολογικά χαρακτηριστικά της σαύρας.	1. Η σαύρα "κολλάει" στον τοίχο ίσως επειδή είναι μικροσκοπική σε σύγκριση με άλλα ζώα. 2. Πιστεύω πως λόγω αμυντικού μηχανισμού, το σώμα της προσαρμόζεται στο εκάστοτε περιβάλλον.
K3. Οι εξηγήσεις επικεντρώνονται στον τοίχο.	1. Η επιφάνεια στην οποία σκαρφαλώνει η σαύρα βοηθά διότι δεν είναι λεία.
K4. Οι εξηγήσεις επικεντρώνονται στις αλληλεπιδράσεις τοίχου-σαύρας.	1. Τα μόρια της σαύρας αλληλεπιδρούν με τα μόρια του τοίχου και έτσι μπορεί να προσκολλάται και να περπατά στους τοίχους. 2. Υπάρχει και ηλεκτροστατική προσκόλληση δηλαδή δημιουργούν διαφορά ηλεκτρικών πεδίων (στατικών) που γίνεται έλξη (ετεροπολική) και συγκρατούνται σε κάθετες επιφάνειες ή ανάποδα.



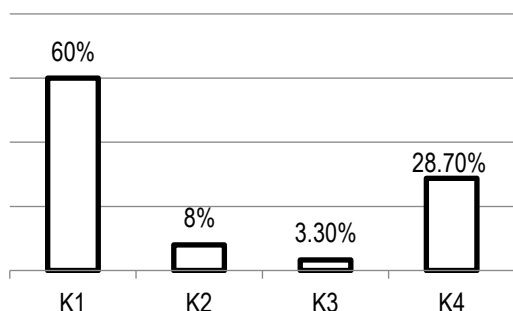
K5. Καμία/χωρίς νόημα εξήγηση	1. Η σαύρα έχει τους απαραίτητους μηχανισμούς οι οποίοι της δίνουν τη δυνατότητα να σκαρφαλώνει στον τοίχο.
-------------------------------	---

Στους πίνακες 2 και 3 παρουσιάζονται οι κατηγορίες που σχηματίστηκαν καθώς και μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα MN. Οι κατηγορίες είναι θεματικές και δεν εμπεριέχουν κλιμάκωση νοημάτων.

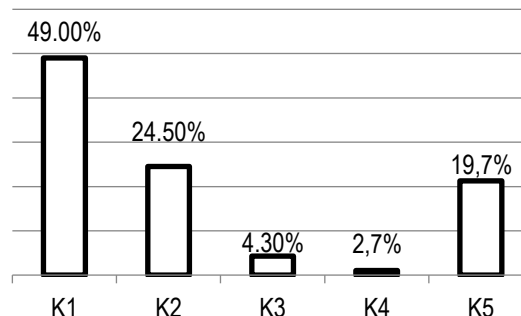
3. Αποτελέσματα

Στα διαγράμματα 1 και 2 φαίνεται το ποσοστό των MN ανά κατηγορία για το κάθε φαινόμενο. Συνολικά, αναγνωρίστηκαν 153 και 188 MN για το φαινόμενο του λωτού και της σαύρας gecko αντίστοιχα.

Διάγραμμα 1: Ποσοστό (%) MN για την εξήγηση του φαινομένου του λωτού.



Διάγραμμα 2: Ποσοστό (%) MN για την εξήγηση του φαινομένου της σαύρας gecko.

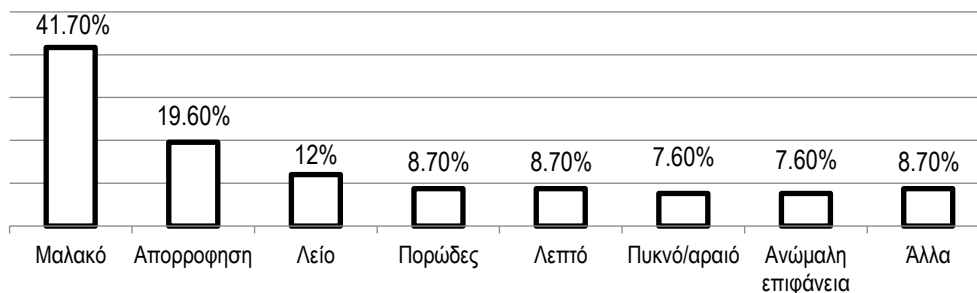


Αναφορικά με το φαινόμενο του λωτού, διαπιστώνουμε ότι η πλειοψηφία των MN ταξινομήθηκε στην K1 (Διάγραμμα 1). Αυτό σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες απέδωσαν τη σφαιρικότητα της σταγόνας σε χαρακτηριστικά του φύλλου που είναι αντιληπτά με τις αισθήσεις. Όσο αφορά το φαινόμενο της σαύρας gecko, το υψηλότερο ποσοστό των MN μετρήθηκε στην K1 (Διάγραμμα 2). Επιπλέον, ένα σημαντικό ποσοστό των MN αφορούσε ερμηνείες σχετικά με τα βιολογικά χαρακτηριστικά της σαύρας, που σχετίζονται με τη μορφολογία (σχήμα, βάρος) και ανατομία του σώματος της (όργανα, ιστοί) αλλά και την προσαρμογή της για επιβίωση (κατηγορία K2 Διάγραμμα 2). Τέλος, σημαντικό ποσοστό MN και για τα δύο φαινόμενα ταξινομήθηκε στις κατηγορίες όπου δεν αποδόθηκε κάποια σαφής εξήγηση για τα δύο φαινόμενα (K4 για το φαινόμενο του λωτού και K5 για το φαινόμενο της σαύρας gecko- διάγραμμα 1 και 2 αντίστοιχα).

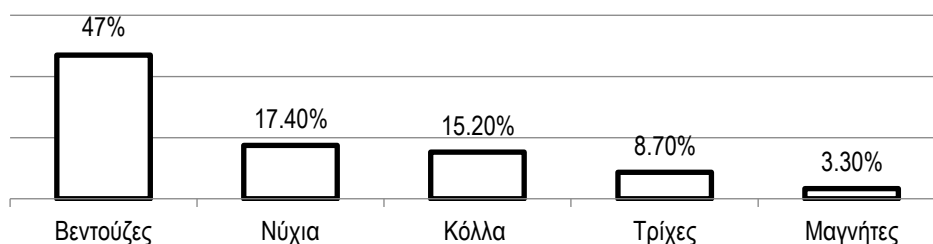
Ακολούθως έγινε μία πιο λεπτομερής εξέταση των MN της κυρίαρχης κατηγορίας για τα δύο φαινόμενα (κατηγορία K1). Στόχος ήταν να αναγνωριστούν ποια χαρακτηριστικά του φύλλου και ποιες δομές των δακτύλων της σαύρας θεώρησαν οι ΕΚ ως υπεύθυνα για τα δύο φαινόμενα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα διαγράμματα 3 και 4 (φαινόμενο του λωτού και της σαύρας gecko αντίστοιχα)



Διάγραμμα 3: Αντιληπτά με τις αισθήσεις χαρακτηριστικά του φύλλου που ανιχνεύτηκαν στην κατηγορία Κ1 των ιδεών των εκπαιδευτικών για το φαινόμενο του λωτού



Διάγραμμα 4: Δομές του πέλματος της σαύρας που ανιχνεύτηκαν στην κατηγορία Κ1 των ιδεών των εκπαιδευτικών για το φαινόμενο της σαύρας gecko.



Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3, στις ΜΝ της κατηγορίας Κ1 εντοπίστηκαν διάφορα χαρακτηριστικά του φύλλου, τα οποία έγραψαν οι συμμετέχοντες ώστε να ερμηνεύσουν το φαινόμενο της σφαιρικότητας της σταγόνας. Κυρίαρχο χαρακτηριστικό αναδείχτηκε το *μαλακό φύλλο*. Επιπλέον, σημαντικό ποσοστό των ΜΝ της κατηγορίας αυτής σχετίστηκε με το απορροφητικό υλικό φύλλου και τη λεία επιφάνειά του. Αναφορικά το φαινόμενο της σαύρας gecko, κυρίαρχος μηχανισμός στερέωσης αναδείχτηκαν οι δομές τύπου βεντούζας. Επιπρόσθετα, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν και άλλους μηχανισμούς όπως νύχια, κόλλα, τρίχες και μαγνήτες (Διάγραμμα 4).

4. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία κατηγοριοποιήθηκαν οι ιδέες εν-ενεργεία εκπαιδευτικών και φοιτητών για τα φαινόμενα του λωτού και της σαύρας gecko. Τα δύο φαινόμενα θεωρούνται από ερευνητές της Διδακτικής της Ν-ΕΤ ως σημαντικά ώστε να εκπαιδευτούν μαθητές, φοιτητές και εκπαιδευτικοί σε έννοιες και φαινόμενα της Ν-ΕΤ. Μέχρι σήμερα δεν έχουν βρεθεί ανάλογες έρευνες, ενώ όποιες έρευνες έχουν βρεθεί αφορούν μαθητές της υποχρεωτικής εκπαίδευσης.

Αναφορικά με το φαινόμενο του λωτού αναγνωρίστηκαν τέσσερις κατηγορίες ιδεών. Από τις κατηγορίες αυτές, η κατηγορία που σχετίζονταν με τα χαρακτηριστικά του φύλλου που γίνονται αντιληπτά με τις αισθήσεις βρέθηκε ότι είναι κυρίαρχη. Ωστόσο, δεν έγινε ξεκάθαρο το πώς οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τον μηχανισμό με τον οποίο το κάθε χαρακτηριστικό επιδρά στο σχήμα της σταγόνας



(π.χ. πώς η λεία επιφάνεια του φύλλου ευθύνεται στη σφαιρικότητα της σταγόνας. Το εύρημα αυτό, σε συνδυασμό με την αναφορά πληθώρας χαρακτηριστικών της επιφάνειας που εντοπίστηκαν καθώς και την εύρεση σημαντικού ποσοστού MN που δεν περιελάμβαναν κάποια ερμηνεία δείχνουν ότι η ερμηνεία της σουπερυδροφοβικότητας από τους συμμετέχοντες συνιστά πρόκληση.

Αναφορικά με το φαινόμενο της σαύρας, τα νύχια, οι βεντούζες και η κόλλα θεωρήθηκαν από την πλειοψηφία των συμμετεχόντων ως υπεύθυνες δομές για την ανάποδη στερέωση της σαύρας στις επιφάνειες. Μπορούμε να ερμηνεύσουμε αυτό το εύρημα αν λάβουμε υπόψη ότι όλοι αυτοί οι μηχανισμοί αποτελούν συνήθεις μηχανισμούς στερέωσης αντικειμένων της καθημερινότητας στις επιφάνειες. Φαίνεται λοιπόν, ότι οι εκπαιδευτικοί ανακάλεσαν αυτές τις εμπειρίες ώστε να ερμηνεύσουν το φαινόμενο. Επιπλέον, ένας αρκετά σημαντικός αριθμός εκπαιδευτικών ερμήνευσε το φαινόμενο με βάση χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με τη βιολογία της σαύρας, όπως ανατομία και μορφολογία του σώματος και την προσαρμογή της στο περιβάλλον. Συγκρίνοντας το εύρημα αυτό με το ανάλογο εύρημα για το φαινόμενο της σουπερυδροφοβικότητας, προκύπτει ότι η ερμηνεία με βάση τη βιολογία της σαύρας ήταν πιο έντονη σε σχέση με τη βιολογία του φύλλου. Μία υπόθεση για αυτήν τη διαφορά μπορεί να διατυπωθεί με βάση την τάση που έχει καταγραφεί στη βιβλιογραφία γνωστή ως «τυφλότητα στα φυτά», σύμφωνα με την οποία αναγνωρίζονται περισσότερο τα λειτουργικά μέρη και οι βιολογικές ιδιότητες των ζωικών οργανισμών παρά των φυτικών (Strgar, 2007).

Αναφορικά με την γενικότερη έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, η παρούσα έρευνα, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των εκπαιδευτικών με αυτά των μαθητών, επιβεβαιώνει αυτό που έχει καταγραφεί στη σχετική βιβλιογραφία, ότι οι ιδέες των εκπαιδευτικών πολλές φορές είναι όμοιες με αυτές των μαθητών. Οι ιδέες περί σκληρού-μαλακού-λείου φύλλου και οι μηχανισμοί τύπου βεντούζας, νυχιών έχουν εκφραστεί από μαθητές όλων των ηλικιών (Sockman et al. 2012, Αλεξίου κ.α. 2017, Σακελλάρη & Μάνου 2017). Επιπλέον, βρίσκεται στην κατεύθυνση της έρευνας σχετικά με το πώς τα υποκείμενα της μάθησης ερμηνεύουν φαινόμενα που βιώνουν στην καθημερινή τους ζωή τα οποία βασίζονται σε αόρατες κλίμακες. Για παράδειγμα, έχει προηγηθεί ένα μεγάλο μέρος της έρευνας σχετικά με το πώς μπορεί η εισαγωγή της ατομικής δομής της ύλης να βοηθήσει ώστε οι ερμηνείες των φαινομένων της καθημερινότητας να αποσυνδεθούν από εμπειρίες του μακρόκοσμου και να συνδεθούν με όψεις της δομής της ύλης (π.χ. Merritt & Krajcik 2013). Ομοίως, και λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα της έρευνας, αναδεικνύεται η αξία της εισαγωγής της N-ET στην εκπαίδευση, δηλαδή οι εκπαιδευόμενοι να μάθουν για την επίδραση της μικρο- και νάνο- κλίμακας στις συμπεριφορές των υλικών που αντιλαμβανόμαστε.

Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα μπορούν να συνεισφέρουν στο πώς να βοηθήσουμε τα υποκείμενα της μάθησης να αναπτύξουν κατανόηση για τα δύο φαινόμενα. Καταρχάς και αναφορικά με το φαινόμενο του λωτού, αναδεικνύεται η αναγκαιότητα να μετατοπιστούν οι ερμηνείες που περιλαμβάνουν τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά σε ερμηνείες σχετικές με τη σουπερυδροφοβικότητα. Αυτή αποτελεί μία ιδιότητα που οι εκπαιδευτικοί δεν διδάχτηκαν κατά τη διάρκεια των ακαδημαϊκών τους σπουδών και ως εκ τούτου χρειάζεται να εμπλουτίσουν τη γνώση τους. Επιπλέον, -και αυτό ισχύει και για τα δύο φαινόμενα- χρειάζεται να μετατοπιστούν οι ερμηνείες από βασισμένες σε εμπειρίες του μακρόκοσμου σε ερμηνείες βασισμένες σε ασύλληπτους με τις αισθήσεις κόσμους, οι οποίες να περιλαμβάνουν τις δομές στη μικρο- και στη νανοκλίμακα. Επίσης, μιας και η ανάπτυξη της μηχανιστικής σκέψης, δηλαδή το γιατί κάτι συμβαίνει, θεωρείται σημαντικός στόχος εκπαίδευσης της N-ET (Bryan et al. 2015), είναι σημαντικό να κατανοήσουν οι εκπαιδευτικοί τον ρόλο δομών που δεν είναι ορατές με το μάτι στη λειτουργία των δύο φαινομένων. Τέλος, η ανίχνευση των MN σχετικών με την βιολογία του φύλλου και της σαύρας, δείχνει ότι τα δύο φαινόμενα μπορούν να αποτελέσουν όχημα για την εισαγωγή της διεπιστημονικής φύσης της N-ET, εμπλέκοντας τη φυσική, τη χημεία και τη βιολογία.



5. Βιβλιογραφία

- Αλεξίου, Δ., Πέικος, Γ., & Μάνου, Λ. (2017). Οι ιδέες μαθητών Δημοτικού Σχολείου για φαινόμενα της φύσης στην κλίμακα του νάνο: το φαινόμενο του λωτού και της σαύρας gecko. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη, Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης (σ.σ. 868-873). Ρέθυμνο: ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης
- Ιωσηφίδης. (2008). *Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.
- Σακελλάρη, Κ., & Μάνου, Λ. (2017). Η εισαγωγή φαινομένων της κλίμακας του νάνο στο Δημοτικό σχολείο: Η περίπτωση της σαύρας gecko. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη, Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης (σ.σ. 856-861). Ρέθυμνο: ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Τζιώλη, Μ., Σπύρτου, Α. (2017). «Όταν η Χιονάτη βρέθηκε στο νανόκοσμο»: Πιλοτική εφαρμογή στοιχείων Νανοτεχνολογίας στο Νηπιαγωγείο. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη, Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης (σ.σ. 848-855). Ρέθυμνο: ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Bhushan, B. (2010). Gecko Feet: Natural Hairy Attachment Systems for Smart Adhesion. In *Springer Handbook of Nanotechnology* (pp. 1553-1597). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bryan, L. A., Magana, A. J., & Sederberg, D. (2015). Published research on pre-college students' and teachers' nanoscale science, engineering, and technology learning. *Nanotechnology Reviews*, 4, σσ. 7-32.
- Duit, R. (2007). Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3, 3-15.
- Graneheim, U. H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse education today*, 24, 105-112.
- Healy, N., & Allen, J. P. (2011). Designing and Implementing Teacher Professional Development in Nanoscale Science and Engineering: What makes for a successful program. In *American Society for Engineering Education. American Society for Engineering Education*. Retrieved from <https://www.researchgate.net> on September, 2nd, 2018
- Koch, K., Bhushan, B., & Barthlott, W. (2010). Multifunctional plant surfaces and smart materials. In *Springer handbook of nanotechnology* (pp. 1399-1436). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kumar, N., & Kumbhat, S. (2016). *Essentials in nanoscience and nanotechnology*. John Wiley & Sons.
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2018). Content transformation for experimental teaching nanoscale science and engineering to primary teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1076, σσ. 1-10.
- Poinern, G. E. J. (2014). *A laboratory course in nanoscience and nanotechnology*. CRC Press.
- Merritt, J., & Krajcik, J. (2013). Learning progression developed to support students in building a particle model of matter. In *Concepts of matter in science education* (pp. 11-45). Springer, Dordrecht.
- Sockman, B. R., Ristvey, J., & Jones, C. S. (2012). Student Understanding of Nanoscience through the Gecko's Surface to Surface Interactions. *International Journal of Engineering Education*, 28, 1068-1077.



Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*. 1065-1080.

Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42, σσ. 19-23.



Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του Δημοτικού Σχολείου ως μαθάνοντας οργανισμού προσανατολισμένου στο μάθημα της Φυσικής και της αντιλαμβανόμενης αυτοαποτελεσματικότητας των δασκάλων ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής

Ευστάθιος Ξαφάκος, Βασίλειος Σταυρόπουλος, Αλεξάνδρα Σταυριανουδάκη, Βασιλική Τζίκα
ΠΤΔΕ – Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις 132 δασκάλων αναφορικά με την πιθανή λειτουργία του σχολείου ως μαθάνοντας οργανισμού προσανατολισμένου στο μάθημα της Φυσικής και την πιθανή επίδρασή του στην αντιλαμβανόμενη αυτοαποτελεσματικότητά τους ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής. Τα αποτελέσματα της ποσοτικής έρευνας καταγράφουν τη θετική γνώμη τους ως προς την αυτοαποτελεσματικότητά τους, ουδέτερη προς ασθενώς θετική ως προς τη λειτουργία του σχολείου ως οργανισμού που μαθαίνει προσανατολισμένου στη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς επίσης δεν εντοπίστηκε συσχέτιση μεταξύ των δύο βασικών μεταβλητών. Ωστόσο, η ατομική ικανότητα ως διάσταση του μαθάνοντας οργανισμού, το ατομικό ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών για τη Φυσική, καθώς και η επιλογή των μεγάλων τάξεων, φαίνεται να διαφοροποιούν τα επίπεδα της αυτοαποτελεσματικότητάς τους.

Λέξεις-κλειδιά: το σχολείο ως οργανισμός που μαθαίνει, αντιλαμβανόμενη αυτοαποτελεσματικότητα, Φυσική

Investigating the relationship between school as learning organization within the teaching of physics and the perceived primary school teachers' self-efficacy in the teaching of Physics

Efstathios Xafakos, Vassilios Stavropoulos, Alexandra Stavrianoudaki, Vassiliki Tzika
Department of Primary Education – University of Thessaly

Abstract

We investigated the perceptions of 132 teachers regarding the possible function of the school as a learning organization oriented in the teaching of Physics and its possible impact on their perceived self-efficacy in teaching of Physics. The results of the quantitative survey show their positive opinion of their self-efficacy, neutral to weakly positive in terms of the functioning of the school as a learning organization orientated in the teaching of Physics, as well as no correlation was found between the two basic variables. However, individual competence as a dimension of the learning organization, individual interest in Physics, as well as the choice of large classes, seem to differentiate levels of self-efficacy in the teaching of Physics.

Keywords: school as learning organization, perceived self-efficacy, Physics



1. Εισαγωγή

Η αντιλαμβανόμενη αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής έχει απασχολήσει τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, κυρίως εξαιτίας του αντίκτυπου που έχει στην βελτίωση της διδασκαλίας. Ειδικότερα, οι Westerbach & Long (1990) υποστήριξαν ότι οι εκπαιδευτικοί με υψηλό αίσθημα αυτοαποτελεσματικότητας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στην προετοιμασία για τη διδασκαλία του μαθήματος, χρησιμοποιούν μαθητοκεντρικές διδακτικές στρατηγικές και στρατηγικές αξιολόγησης (Çakiroglu, et al., 2005), καθώς επίσης διδάσκουν με βάση τις αρχές της εποικοδομητικής προσέγγισης (Appleton, 2003). Επιπρόσθετα, αναπτύσσουν κατάλληλες στρατηγικές για την άρση οποιωνδήποτε εμποδίων προκύπτουν, καταβάλλουν μεγαλύτερη προσπάθεια για την επίτευξη των διδακτικών στόχων τους, επιμένουν περισσότερο στις αντιξοότητες και ανακάμπτουν πιο γρήγορα στις αποτυχίες απ' ό,τι οι εκπαιδευτικοί με χαμηλό αίσθημα αυτοαποτελεσματικότητας (Cantrell, et al., 2003). Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί με χαμηλή αυτοαποτελεσματικότητα τείνουν να χρησιμοποιούν διδακτικές μεθόδους που τους επιτρέπουν να έχουν τον απόλυτο έλεγχο της τάξης (Appleton, 2003) και δεν διακινδυνεύουν να πειραματιστούν με νέες δραστηριότητες που δεν έχουν δοκιμάσει ποτέ (Ramey – Gassert & Shroyer, 1992).

Στην ερευνητική προσπάθεια εντοπισμού παραγόντων που αυξάνουν και ενδυναμώνουν την αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών, μελετώνται οργανωσιακοί παράγοντες όπως η λειτουργία του σχολείου ως μανθάνοντος οργανισμού. Το σχολείο ως οργανισμός που μαθαίνει, ως ένα σύγχρονο μοντέλο σχολικής διοίκησης κι ένα εξελιγμένο σύστημα μάθησης, το οποίο αναγνωρίζει, εφαρμόζει και αξιολογεί καλές πρακτικές που έχουν τη δυναμική να βελτιώσουν ουσιαστικά το σχολείο, (Dibbon, 1999, p.56-58) έχει συνδεθεί με την εργασιακή ικανοποίηση των εκπαιδευτικών, τη συλλογική αποτελεσματικότητα αλλά και την αυτοαποτελεσματικότητά τους (Chong & Kong, 2012; Jaafari, et al., 2012; Tobin, et al., 2006). Ειδικότερα, το σχολείο ως οργανισμός που μαθαίνει χαρακτηρίζεται από τρεις ικανότητες, την ατομική, τη διαπροσωπική και την οργανωσιακή, οι οποίες αλληλοσυνδέονται και αποβλέπουν στη γενική βελτίωση του σχολείου και κατ' επέκταση στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών (Sleegers et al., 2013). Ωστόσο, το συγκεκριμένο μοντέλο δεν μπορεί να παράσχει περισσότερες πληροφορίες για το κάθε γνωστικό αντικείμενο ξεχωριστά. Υπό αυτή την οπτική, έχει ενδιαφέρον να εξεταστεί πώς ένα Δημοτικό σχολείο λειτουργεί για κάθε γνωστικό αντικείμενο, εφαρμόζοντας παράλληλα τις αρχές της θεωρίας του μανθάνοντος οργανισμού (Senge et al, 1990) και πώς το μοντέλο αυτό μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα των εκπαιδευτικών σε συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα. Παρόμοια μελέτη πραγματοποιήθηκε από τους Intanam & Wongwanich (2014) αναφορικά με τη βελτίωση του μαθήματος των Μαθηματικών και των επιδόσεων των μαθητών. Με βάση τον παραπάνω συλλογισμό, στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια προσαρμογής του μοντέλου προκειμένου να διερευνηθεί: α) η πιθανή λειτουργία του σχολείου ως μανθάνοντος οργανισμού προσανατολισμένου στη βελτίωση της διδασκαλίας της Φυσικής και να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή όχι των σχετικών ικανοτήτων του, β) και η πιθανή επίδρασή του στην αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής.

2. Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα είναι ποσοτική. Οι συμμετέχοντες είναι 132 δάσκαλοι, οι οποίοι συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς με πεντάβαθμη κλίμακα (Likert). Για την επιλογή τους ακολουθήθηκε η βολική δειγματοληψία (convenience sampling) (Robson, 2007).



Η πρώτη ενότητα αποτελείται από ερωτήσεις αναφορικά με δημογραφικούς και ατομικούς παράγοντες των εκπαιδευτικών, όπως ακόμη οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν πόσο συχνά μελετούν βιβλία Φυσικής στον ελεύθερο χρόνο τους, καθώς ακόμη σε ποια τάξη προτιμούν να διδάσκουν.

Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει δύο κλίμακες μέτρησης. Η πρώτη (Πίνακας 1) διερευνά την πιθανή λειτουργία του σχολείου ως μανθάνοντας οργανισμού προσαρμοσμένη στο μάθημα της Φυσικής (24 δηλώσεις) (Sleegers et al., 2013), καθώς και τις τρεις πιθανές ικανότητες-διαστάσεις του, ενώ η δεύτερη αφορά τις απόψεις των εκπαιδευτικών ως προς την αντιλαμβανόμενη αυτοαποτελεσματικότητά τους στη διδασκαλία της Φυσικής (7 δηλώσεις) (Ξαφάκος, κ.ά., 2017). Ο βαθμοί Cronbach's α και για τις δύο κλίμακες ήταν υψηλοί (βλ. Πίνακας 2).

Πίνακας 1. Κλίμακα μέτρησης του σχολείου ως οργανισμού που μαθαίνει, προσανατολισμένου στο μάθημα της Φυσικής

Ατομική ικανότητα (6 δηλώσεις)
1. Οι εκπαιδευτικοί αναζητούν καλύτερους τρόπους για να διδάξουν Φυσική
2. Οι εκπαιδευτικοί εξετάζουν τι λειτουργεί και τι όχι ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής
3. Οι εκπαιδευτικοί εξετάζουν πώς οι πρακτικές τους ως προς το μάθημα της Φυσικής επηρεάζουν τη μάθηση των μαθητών τους.
4. Οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν τα πρόσφατα ευρήματα της εκπαιδευτικής έρευνας αναφορικά με τη διδασκαλία της Φυσικής.
5. Οι εκπαιδευτικοί ενημερώνονται για τις καλές πρακτικές σχετικά με τη διδασκαλία της Φυσικής και από άλλα σχολεία.
6. Οι εκπαιδευτικοί ενημερώνονται για τις καλές πρακτικές σχετικά με τη διδασκαλία της Φυσικής και από άλλους συναδέλφους τους.
Διαπροσωπική ικανότητα (8 δηλώσεις)
7. Οι εκπαιδευτικοί αναλαμβάνουν συλλογική ευθύνη για τη μάθηση των μαθητών ως προς το μάθημα της Φυσικής.
8. Οι εκπαιδευτικοί μοιράζονται τις ίδιες ιδέες για το πώς θα διευκολύνουν τη μάθηση των μαθητών ως προς το μάθημα της Φυσικής.
9. Οι εκπαιδευτικοί συνεργάζονται για να αποκτήσουν και να εφαρμόσουν νέες γνώσεις, δεξιότητες και στρατηγικές αναφορικά με τη διδασκαλία της Φυσικής.
10. Οι εκπαιδευτικοί συνεργάζονται για να βοηθήσουν τους μαθητές στο μάθημα της Φυσικής.
11. Οι εκπαιδευτικοί συμμετέχουν σε έναν επαγγελματικό διάλογο στον οποίο εξετάζονται διαφορετικές ιδέες αναφορικά με την αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής.
12. Οι εκπαιδευτικοί ανταλλάσσουν ανεπίσημα ιδέες και προτάσεις για τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών ως προς το μάθημα της Φυσικής.
13. Οι εκπαιδευτικοί συζητούν για την επίδοση των μαθητών τους ως προς το μάθημα της Φυσικής για να βελτιώσουν τις πρακτικές τους στην τάξη.
14. Οι εκπαιδευτικοί συμμετέχουν σε διάφορες μορφές αλληλεπίδρασης (μέσα κοινωνικής δικτύωσης, κοινότητες μάθησης, ομάδες εργασίας) για την υποστήριξη της επαγγελματικής μάθησης αναφορικά με τη διδασκαλία της Φυσικής.
Οργανωσιακή ικανότητα (10 δηλώσεις)
15. Διατίθεται κατάλληλη τεχνολογική υποδομή για το μάθημα της Φυσικής.
16. Διατίθεται διδακτικό - εποπτικό υλικό για το μάθημα της Φυσικής (εκπαιδευτικά λογισμικά, υλικά για πειράματα κλπ.)
17. Οι εκπαιδευτικοί έχουν εύκολη πρόσβαση στην επαγγελματική βιβλιογραφία για την αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής.
18. Υπάρχουν επαρκείς δυνατότητες στο σχολείο που υπηρετώ για επαγγελματική ανάπτυξη (βελτίωση και ανάπτυξη των γνώσεων και δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών) αναφορικά με το μάθημα της Φυσικής.
19. Ο προγραμματισμός του σχολείου προβλέπει χρόνο για την προώθηση της συλλογικής μάθησης και την ανάπτυξη κοινών πρακτικών αναφορικά με τη διδασκαλία της Φυσικής.
20. Προωθείται η ροή πληροφοριών μεταξύ του εκπαιδευτικού προσωπικού αναφορικά με τη βελτίωση της διδασκαλίας της Φυσικής.
21. Προωθείται η ροή πληροφοριών μεταξύ του διευθυντή και του εκπαιδευτικού προσωπικού αναφορικά με τη βελτίωση της διδασκαλίας της Φυσικής.
22. Υπάρχει εμπιστοσύνη μεταξύ των εκπαιδευτικών.



23. Οι εκπαιδευτικοί τολμούν να μιλήν ο ένας στον άλλο για την επαγγελματική τους πρακτική αναφορικά με το μάθημα της Φυσικής.

24. Οι πρωτοβουλίες για τη βελτίωση της εκπαίδευσης αλλά και πιο συγκεκριμένα της διδασκαλίας της Φυσικής εκτιμώνται από τους συναδέλφους.

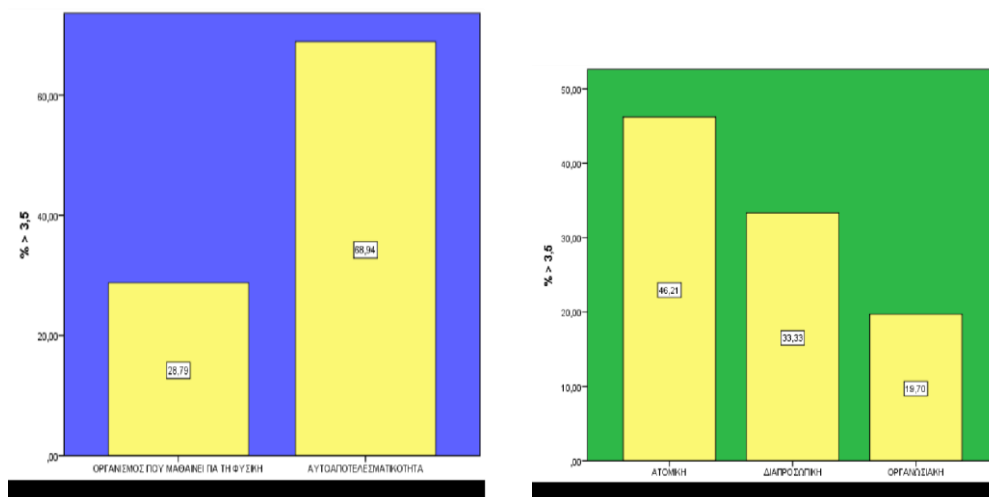
3. Αποτελέσματα

Οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν ουδέτερη προς ασθενώς θετική στάση ως προς τη λειτουργία του σχολείου ως μανθάνοντος οργανισμού προσανατολισμένου στη βελτίωση της διδασκαλίας της Φυσικής. Ως προς τις τρεις ικανότητες - διαστάσεις του, εντοπίστηκε θετική συμφωνία ως προς την ατομική ικανότητα των εκπαιδευτικών, ενώ ουδέτερη ως προς τη διαπροσωπική και την οργανωσιακή ικανότητα. Αναφορικά με την αυτοαποτελεσματικότητα, εκφράζεται σαφής θετική συμφωνία (βλ. Πίνακας 1).

Πίνακας 2: Μέσες τιμές

	M.O.	TA	Κλίμακα	N	Cronbach's α
Οργανισμός που μαθαίνει	3.14	.70	1-5	132	.932
Ατομική ικανότητα	3.46	.81	1-5	132	.872
Διαπροσωπική ικανότητα	3.16	.85	1-5	132	.895
Οργανωσιακή ικανότητα	2.94	.97	1-5	132	.855
Αυτοαποτελεσματικότητα	3.81	.63	1-5	132	.834

Ραβδόγραμμα 1: Συνολικά σκορ ανά μεταβλητή σε μορφή ποσοστού



Το 68,94% των εκπαιδευτικών εκφράζεται θετικά ως προς την αυτοαποτελεσματικότητά του, ενώ αντίθετα μόνο το 28,79% θεωρεί ότι το σχολείο, στο οποίο υπηρετούν, λειτουργεί ως οργανισμός που μαθαίνει προσανατολισμένου στη βελτίωση του μαθήματος της Φυσικής. Ως προς τις διαστάσεις του



μανθάνοντος οργανισμού, το 46,21% θεωρεί ότι υπάρχει ατομική ικανότητα των εκπαιδευτικών, το 33,33% ότι υπάρχει διαπροσωπική ικανότητα και μόλις το 19,70% ότι υπάρχει οργανωσιακή ικανότητα (βλ. Πίνακας 2).

Παράλληλα, εντοπίστηκε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ατομικής ικανότητας των εκπαιδευτικών και της αυτοαποτελεσματικότητάς τους, ενώ δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της αυτοαποτελεσματικότητας και των άλλων δύο διαστάσεων του μανθάνοντος οργανισμού, δηλαδή της διαπροσωπικής και της οργανωσιακής ικανότητας. Επίσης, στατιστικώς σημαντικά αλληλοσυσχετίζονται οι τρεις συνιστώσες-ικανότητες του σχολείου ως μανθάνοντος οργανισμού (ατομική, διαπροσωπική και οργανωσιακή) (βλ. Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Συσχετίσεις (Pearson's r) μεταξύ των σύνθετων μεταβλητών

Μεταβλητές	ΣΟΜ	Ατομική ικανότητα	Διαπροσωπική ικανότητα	Οργανωσιακή ικανότητα	ΑΑ
ΣΟΜ	-				
Ατομική ικανότητα	0.826**	-			
Διαπροσωπική ικανότητα	0.913**	0.760**	-		
Οργανωσιακή ικανότητα	0.857**	0.501**	0.632**	-	
ΑΑ	0.145	0.203*	0.082	0.115	-

ΣΟΜ = Το Σχολείο ως οργανισμός που μαθαίνει, ΑΑ=Αντιλαμβανόμενη Αυτοαποτελεσματικότητα

Ακόμη, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ως προς την αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών και το ενδιαφέρον τους για το μάθημα της Φυσικής (π.χ. «διαβάζω στον ελεύθερο χρόνο μου βιβλία σχετικά με τη Φυσική») [$F(2,123)=10,019$, $p<0,001$]. Οι εκπαιδευτικοί που ασχολούνται συχνά με τη Φυσική δηλώνουν μεγαλύτερα ποσοστά αυτοαποτελεσματικότητας (Μ.Ο.=4,45) σε σχέση με αυτούς που ασχολούνται κάποιες φορές (Μ.Ο.=3,81) ή δεν ασχολούνται καθόλου (Μ.Ο.=3,63).

Τέλος, εντοπίστηκε διαφοροποίηση ανάμεσα στην αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών και την επιλογή της τάξης [$t(124)=3,636$, $p<0,001$], καθώς οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι επιλέγουν μεγαλύτερες τάξεις (Ε' και ΣΤ') δηλώνουν μεγαλύτερα ποσοστά αυτοαποτελεσματικότητας ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής (Μ.Ο.=4,06 έναντι Μ.Ο.=3,64).

4. Συμπεράσματα

Το βασικό εύρημα της παρούσας έρευνας είναι ότι μία μερίδα εκπαιδευτικών, περίπου το 1/3 του δείγματος, εκφράζει συμφωνία ως προς τη λειτουργία του σχολείου τους ως οργανισμού που μαθαίνει προσανατολισμένου στη διδασκαλία της Φυσικής, ενώ η πλειονότητα φαίνεται να πιστεύει ότι δεν έχει αναπτυχθεί το συγκεκριμένο μοντέλο διοίκησης. Ωστόσο βρέθηκε ότι η ατομική ικανότητα, μία εκ των διαστάσεων του μανθάνοντος οργανισμού, υφίσταται σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τη διαπροσωπική και οργανωσιακή. Το δεύτερο εύρημα είναι ότι οι εκπαιδευτικοί δηλώνουν σε σημαντικό βαθμό αποτελεσματικοί στη διδασκαλία της Φυσικής, εύρημα το οποίο συγκλίνει με αντίστοιχο των Ξαφάκου κ.ά. (2017). Ακόμη, δεν βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα στο σχολείο ως οργανισμού που μαθαίνει και της αυτοαποτελεσματικότητας (τρίτο εύρημα), το οποίο όμως δεν συμφωνεί με τα ευρήματα των Tobin et al. (2006). Ωστόσο εντοπίστηκε συσχέτιση μεταξύ της ατομικής ικανότητας και της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών (τέταρτο εύρημα). Παράλληλα, βρέθηκαν



διαφοροποιήσεις ανάμεσα στην αυτοαποτελεσματικότητα και το ατομικό ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών για το μάθημα της Φυσικής (5^ο εύρημα). Με βάση τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, συνάγεται το συμπέρασμα ότι, αν και ένα μικρό ποσοστό απαντά θετικά ως προς την άτυπη λειτουργία του οργανισμού που μαθαίνει ως προς το μάθημα της Φυσικής, η βελτίωση της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία της Φυσικής φαίνεται να μην επηρεάζεται από αυτό το γεγονός και να αποτελεί «ατομική υπόθεση» (Σταυρόπουλος, 2007). Επιπρόσθετα, τα ανωτέρω ευρήματα επισημαίνουν την αναγκαιότητα ανάπτυξης κατάλληλων οργανωσιακών και συνεργατικών δομών προσανατολισμένων στη βελτίωση της διδασκαλίας της Φυσικής, αξιοποιώντας παράλληλα τις γνώσεις και ικανότητες του κάθε εκπαιδευτικού.

5. Βιβλιογραφία

Ξαφάκος, Ε., Παπαδήμας, Λ., Μπαντάνης, Χ., Μπέκα, Α., & Μαράτος, Α. (2017). Αντιλαμβανόμενη αυτοαποτελεσματικότητα και εσωτερικά κίνητρα εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως προς το μάθημα της Φυσικής (Σύνοψη). 10^ο Πανελλήνιο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-ΕΝΕΦΕΤ-Πανεπιστήμιο Κρήτης, 7-9 Απριλίου 2017, Ρέθυμνο. Διαθέσιμο στο: <http://events.enepnet.gr/index.php/enepnet/2017/paper/view/196>

Σταυρόπουλος, Β. (2007). *Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών Α/θμιας ειδικής και γενικής αγωγής σχετικά με την επαγγελματική τους ικανοποίηση: η συμβολή του αισθήματος αυτο-αποτελεσματικότητας και της ηγετικής συμπεριφοράς του διευθυντή του σχολείου*. Διπλωματική εργασία ΠΜΣ «Οργάνωση και Διοίκηση της Εκπαίδευσης». Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.

Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, 33, 1–25.

Cakiroglu, J., Cakiroglu, E., & Boone, W. J. (2005). Pre-service teacher self-efficacy beliefs regarding science teaching: A comparison of pre-service teachers in Turkey and the USA. *Science Educator*, 14, 31-40.

Cantrell, P., Young, S., & Moore, A. (2003). Factors affecting science teaching efficacy of pre service teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 14, 177-192.

Chong, W. H. & Kong, C.A. (2012). Teacher Collaborative Learning and Teacher Self-Efficacy: The Case of Lesson Study. *The Journal of Experimental Education*, 80(3), 263-283.

Dibbon, D.C. (1999). Stages of Growth in the Organizational Learning Capacity of Schools. Doctoral Dissertation. University of Toronto.

Intanam, N. & Wongwanich, S. (2014). An Application Of The Professional Learning Community Approach To Developing The Learning Process And Enhancing Academic Achievement In The Mathematics And Science Teaching Of The Primary School Student. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 131, 476 – 483.

Jaafari, P., Karami, S., & Soleimani, N. (2012). The relationship among organizational climate, organizational learning and teachers' self-efficacy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2212-2218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.974>.

Ramey-Gassert, L. & Shroyer, M.G. (1992). Enhancing science teaching self-efficacy in preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 4, 26–34.

Robson, C. (2007). *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου. Ένα μέσον για κοινωνικούς επιστήμονες και επαγγελματίες ερευνητές*, Καίτη Μιχαλοπούλου (επιστ. Επιμ.), Αθήνα: Gutenberg.



Senge, P., N. Cambron-McCabe, T. Lucas, B. Smith, J. Dutton, & A. Kleiner (2000). *Schools that learn: A fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education*. New York: Doubleday.

Sleegers, P., P. den Brok, Verbiest, E., Moolenaar, N. M. & A. J. Daly. (2013). "Toward Conceptual Clarity: A Multidimensional, Multilevel Model for Professional Learning Communities in Dutch Elementary Schools." *The Elementary School Journal* 114 (1): 118-137. doi:10.1086/671063.

Tobin, T. J., Muller, R. O. & Turner, L. M. (2006). Organizational learning and climate as predictors of self-efficacy. *Social Psychology of Education*, 9, 301–319.

Westerback, M.E., & Long, M. E. (1990). "Science knowledge and the reduction of anxiety about teaching earth science in exemplary teachers as measured by the Science Teaching State-Trait Anxiety Inventory". *School Science and Mathematics*, 90(5), 361-374.



Αντιλήψεις για τις προστατευόμενες περιοχές: μια μελέτη με μελλοντικούς εκπαιδευτικούς

Πηνελόπη Παπαδοπούλου¹, António José Correia de Almeida², Beatriz García Fernández³

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Instituto Politécnico de Lisboa, ³Facultad de Educación de Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha

Περίληψη

Η μελέτη, τμήμα μιας διεθνούς συγκριτικής έρευνας, πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 196 φοιτητών/τριών Παιδαγωγικής Σχολής και αποσκοπούσε στο να καταγράψει τις αντιλήψεις τους για τις προστατευόμενες περιοχές με την χρήση ενός ερωτηματολόγιο κοινού και για τις τρεις χώρες. Το ερευνητικό εργαλείο εγκυροποιήθηκε και για τις τρεις χώρες ενώ η αξιοπιστία του για την ελληνική μελέτη ήταν πολύ ικανοποιητική. Δεν καταγράφηκαν ισχυρές συμφωνίες ή διαφωνίες, δείγμα σχετικής αβεβαιότητας, ενώ διαφαίνονται ορισμένες παρανοήσεις για τον χαρακτήρα και τον ρόλο των προστατευόμενων περιοχών. Τα ευρήματα αναδεικνύουν την αναγκαιότητα της διδασκαλίας αντίστοιχης θεματικής στα μαθήματα περιβαλλοντικού προσανατολισμού στα Τμήματα της Παιδαγωγικής Σχολής.

Λέξεις-κλειδιά: Προστατευόμενες περιοχές, μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, απόψεις, αντιλήψεις

Perceptions about the protected areas: a study with preservice teachers

Penelope Papadopoulou¹, António José Correia de Almeida², Beatriz García Fernández³

¹University of Western Macedonia, ²Instituto Politécnico de Lisboa, ³Facultad de Educación de Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha

Abstract

The study, part of an international comparative survey, was carried out with the participation of 196 students of a Faculty of Education and aimed at recording their perceptions of protected areas. A questionnaire common to all three countries was used, validated for all three countries, while its reliability for the Greek study was very satisfactory. There were no strong agreements or disagreements, a sign of relative uncertainty, and some misunderstandings about the nature and role of protected areas were recorded. The findings highlight the necessity of teaching relevant thematic subjects in the environmental orientation courses.

Keywords: Protected Areas, Students-future teachers, Future preschool teachers, views, perceptions



1. Εισαγωγή

Ως προστατευόμενη περιοχή (ΠΠ) θεωρείται ένας αναγνωρισμένος και σαφώς καθορισμένος γεωγραφικά χώρος (χερσαίος ή θαλάσσιος) αφιερωμένος στην προστασία και διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας και των σχετικών φυσικών και πολιτιστικών πόρων, που διέπεται από ένα αποτελεσματικό νομοθετικό πλαίσιο. (Day et al. 2012). Στους κύριους στόχους ίδρυσης των προστατευόμενων περιοχών περιλαμβάνονται: η διατήρηση και προστασία σημαντικών ειδών πανίδας και χλωρίδας και των ενδιαιτημάτων τους, η διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας, η προώθηση της επιστημονικής έρευνας, η διατήρηση των φυσικών, παραδοσιακών και πολιτισμικών χαρακτηριστικών, η εκπαίδευση, η αναψυχή και η ανάπτυξη του βιώσιμου τουρισμού, η αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων, η διατήρηση μια σειράς λειτουργιών που επιτελούνται στο φυσικό περιβάλλον και είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της ζωής (Σκούλλος, 2008). Οι προστατευόμενες περιοχές εντάσσονται σε κατηγορίες με βάση τις προτεραιότητες διαχείρισης (Dudley & Stolton, 2008), ενώ ένα διεθνές δίκτυο προστατευόμενων περιοχών προκύπτει από διεθνείς συμβάσεις (Natura 2000 κλπ).

Οι ΠΠ είναι ταυτόχρονα και περιοχές κοινωνικών συγκρούσεων, οι οποίες κατά κύριο λόγο ανάγονται στον συμβατικό τρόπο ίδρυσης των ΠΠ με διαδικασίες κορυφής με τις οποίες οι τοπικές κοινότητες ελάχιστα συνεισφέρουν τόσο στην ίδρυση όσο και στην διαχείρισή τους (Solikua & Schramlc 2018). Η διερεύνηση των απόψεων των τοπικών κοινωνιών αποτελεί και μια από τις κύριες γραμμές της έρευνας που σχετίζεται με τις προστατευόμενες περιοχές (Mifsud & Verret 2015, Solikua & Schramlc 2018).

Σε έρευνα των Kleftoyanni, Abakoumkin., Vokou, (2011), που διερεύνησε απόψεις και εμπειρίες κατοίκων της προστατευόμενης περιοχής στο Δέλτα των ποταμών Γαλλικού - Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα, σε μια από τις ομάδες των κατοίκων – τους φοιτητές - καταγράφεται υπερέβαιναν τις άλλες ομάδες κατοίκων ως προς το ότι είχαν επισκεφτεί το τοπικό κέντρα ενημέρωσης και επίσης είχαν παρακολουθήσει εκδήλωση ενημέρωσης/ευαισθητοποίησης για την προστατευόμενη περιοχή. Όμως ταυτόχρονα παρουσίαζαν τα υψηλότερα ποσοστά απαντήσεων «δεν γνωρίζω» στο ερωτηματολόγιο. Οι ερευνήτριες συμπεραίνουν ότι η τοπική κοινωνία είναι μάλλον ομοιογενείς καθώς οι ομάδες κατοίκων δεν παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις η μία με την άλλη.

Με δεδομένη την σημασία της εκπαίδευσης για την διαμόρφωση των αντιλήψεων, των στάσεων και των συμπεριφορών των πολιτών, την κρισιμότητα του ρόλου των εκπαιδευτικών στην εκπαιδευτική διαδικασία, η διερεύνηση των αντιλήψεων για τις ΠΠ αυτές καθ' αυτές, μελλοντικών εκπαιδευτικών είναι βαρύνουσας σημασίας, χωρίς όμως αντίστοιχο αντίκρισμα στην διεθνή εκπαιδευτική δραστηριότητα.

Η παρούσα εργασία αποτελεί την ελληνική μελέτη μιας διεθνούς συγκριτικής έρευνας που διεξάγεται επίσης στην Ισπανία και στην Πορτογαλία και συγκεκριμένα σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές/τριες. Σκοπός της εργασίας είναι καταγραφή των αντιλήψεων φοιτητών -μελλοντικών εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας και της προσχολικής εκπαίδευσης- για τις προστατευόμενες περιοχές. Ο σκοπός εξειδικεύεται στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Πώς διαμορφώνονται οι απόψεις των φοιτητών/τριών της Παιδαγωγικής Σχολής σε σχέση με τις επικρατούσες αντιλήψεις για τις προστατευόμενες περιοχές;
- Πώς επιδρούν στις αντιλήψεις
 - Οι σπουδές
 - Το φύλο



2. Μεθοδολογία

2.1. Συμμετέχοντες/ουσες

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 196 φοιτητές και φοιτήτριες (32 άντρες) της Παιδαγωγικής Σχολής του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) φοιτούσαν οι 92 (72 γυναίκες) και οι υπόλοιποι/ες στο Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών (ΠΤΝ) (88 γυναίκες). Μέση ηλικία των συμμετεχόντων/ουσών 21,45 έτη.

2.2. Το ερευνητικό εργαλείο

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ένα ερωτηματολόγιο στο οποίο καταγραφόταν ατομικές πληροφορίες για τον/την φοιτητή/τρια και αποτελούνταν από τρία άλλα μέρη: Γνώσεις και εμπειρίες για τις προστατευόμενες περιοχές (17 ερωτήσεις), Αντιλήψεις για τις προστατευόμενες περιοχές (25 προτάσεις), 5 ερωτήσεις για την εκπαιδευτική αξία των προστατευόμενων περιοχών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το 2^ο μέρος του ερωτηματολογίου, το οποίο αποτελείται από 25 προτάσεις που καταγράφουν τις απόψεις των φοιτητών/τριών για τις ΠΠ. Με 5βάθμια κλίμακα (1: Διαφωνώ απόλυτα, έως και 5: Συμφωνώ απόλυτα) καταγράφεται η άποψη των φοιτητών/τριών για προτάσεις που αφορούν την σχέση των ΠΠ με: όμορφα τοπία, την πολιτιστική κληρονομιά, την άγρια ζωή και τη βιοποικιλότητα, την οικονομική ανάπτυξη και τις παραδοσιακές οικονομικές δραστηριότητες, την ανθρώπινη παρουσία και την ύπαρξη τουρισμού και τα περιβαλλοντικά προβλήματα (πίνακας 1, 1^η στήλη).

Για την εγκυροποίηση του ερευνητικού εργαλείου το αρχικό ημερολόγιο το οποίο συντάχθηκε στα αγγλικά, στη συνέχεια μεταφράστηκε στις 3 γλώσσες και δόθηκε σε έξι εμπειρογνώμονες, δύο από κάθε χώρα. Τους ζητήθηκε να αξιολογηθεί η σχετικότητα κάθε ερώτησης σε 4βάθμια κλίμακα (Τελείως άσχετη, έως και Πολύ Σχετική), ενώ ταυτόχρονα υπήρχε και η δυνατότητα σχολιασμού. Για την Ελλάδα οι εμπειρογνώμονες ανήκαν στο επιστημονικό προσωπικό του τομέα εκπαίδευσης και ενημέρωσης του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων-Υγροτόπων). Οι ερωτήσεις αξιολογήθηκαν κυρίως ως Πολύ Σχετικές ή Σχετικές. Τελικά, αφού αποσύρθηκαν ορισμένες προτάσεις και άλλες αναδιατυπώθηκαν στην αγγλική εκδοχή του ερωτηματολογίου η οποία και μεταφράστηκε και πάλι στις τρεις γλώσσες.

Η εσωτερική συνάφεια του 3^{ου} μέρους του ερωτηματολογίου στην τελική του εκδοχή ήταν πολύ ικανοποιητική (Cronbach's alpha = 0,938)

2.3 Ανάλυση δεδομένων

Για την εργασία αυτή υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις, ανά πρόταση για το συνολικό δείγμα, ανά φύλο και ανά Τμήμα φοίτησης και η εκτίμηση της διαφοροποίησης ανά Τμήμα και ανά φύλλο έγινε με t-test.

3. Αποτελέσματα

Όπως φαίνεται στον πίνακα 1, οι φοιτητές/τριες μελλοντικοί εκπαιδευτικοί στο σύνολό τους έχουν σχετική αβεβαιότητα για τις απόψεις τους (Πίνακας 1), καθώς στις απαντήσεις τους καταγράφεται περιορισμένη συμφωνία με το σύνολο των προτάσεων (min=3,28, max=3,53). Η σχετικά υψηλότερη συμφωνία (M.O.=3,53) καταγράφεται σε προτάσεις όπως: Οι ΠΠ βελτιώνουν την δημόσια κατανόηση



για την φύση, θα πρέπει να είναι ελεύθερες από την ανθρώπινη παρουσία, είναι περιοχές χωρίς περιβαλλοντικά προβλήματα, θα πρέπει να περιλαμβάνουν ωραία τοπία. Οι τρεις τελευταίες προτάσεις καταγράφουν πιθανές παρανοήσεις για τον ρόλο των περιοχών αυτών. Αντίστοιχα οι προτάσεις με την χαμηλότερη σχετική συμφωνία σχετίζονται με την απαγόρευση της ανθρώπινης παρουσίας στις ΠΠ (Μ.Ο.=3,28) και την προστασία των τοπίων (Μ.Ο.=3,32).

Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των φοιτητών/τριών των δύο Τμημάτων στο σύνολο των ερωτήσεων, ενώ οι στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις κατά φύλο καταγράφηκαν σε 12 προτάσεις (Πίνακας 1). Οι προτάσεις που παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη διαφοροποίηση μεταξύ των δυο Τμημάτων, είναι προτάσεις που αφορούν την προστασία των ειδών υπό εξαφάνιση και την προστασία της βιοποικιλότητας. Η διαφοροποίηση αυτή αποκαλύπτει ότι ένα σημαντικό ποσοστό φοιτητών/τριών του ΠΤΔΕ αποσυνδέει τις ΠΠ από την προστασία των απειλούμενων ειδών (91,2%) και της βιοποικιλότητας (89,1%), προτάσεις που συνιστούν την κεντρική επιχειρηματολογία για την δημιουργία των ΠΠ.

Πίνακας 1: Οι αντιλήψεις φοιτητών/τριων Παιδαγωγικών Τμημάτων για τις Προστατευόμενες Περιοχές – Συνολικά και διαφοροποιήσεις ανά Τμήμα και φύλο

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ		Τμήματα				Φύλο			
	N=192		ΠΤΝ (N=100)		ΠΤΔΕ (N=92)		Γυναίκες (N=160)		Ανδρες (N=32)	
	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.
Οι Προστατευόμενες Περιοχές (ΠΠ) είναι περιοχές όπου προστατεύεται η άγρια ζωή	3,41	1,33	4,28**	1,055	2,46	,857	3,52*	1,303	2,84	1,322
Οι ΠΠ είναι περιοχές εθνικής σημασίας	3,39	1,13	3,91**	1,006	2,83	,979	3,49*	1,070	2,88	1,289
Οι ΠΠ είναι περιοχές που προστατεύεται η βιοποικιλότητα	3,52	1,42	4,50**	1,087	2,46	,857	3,66**	1,378	2,84	1,439
Οι ΠΠ είναι ειρηνικές περιοχές	3,41	1,32	4,12**	1,131	2,64	1,054	3,51*	1,279	2,94	1,435
Οι ΠΠ είναι περιοχές που προστατεύονται τοπία	3,32	1,35	4,06**	1,270	2,52	,908	3,43*	1,339	2,81	1,306
Οι ΠΠ είναι περιοχές με όμορφα τοπία	3,42	1,24	3,95**	1,140	2,84	1,072	3,49	1,192	3,03	1,402
Οι ΠΠ είναι περιοχές που διατηρούν την πολιτισμική κληρονομιά	3,40	1,29	4,11**	1,109	2,62	,993	3,50*	1,264	2,88	1,314
Οι ΠΠ είναι περιοχές που υποστηρίζουν τη δημόσια αναψυχή	3,51	1,14	3,87**	1,107	3,12	1,057	3,56	1,137	3,28	1,170
Οι ΠΠ είναι περιοχές που βελτιώνουν την δημόσια κατανόηση για την φύση.	3,53	1,23	4,24**	1,016	2,75	,945	3,60	1,219	3,16	1,247
Οι ΠΠ είναι περιοχές άγριας ζωής	3,43	1,28	3,94**	1,244	2,89	1,094	3,49	1,289	3,13	1,231
Οι ΠΠ είναι περιοχές που περιορίζουν αρνητικά την οικονομική ανάπτυξη.	3,48	1,40	2,70**	1,267	4,34	,975	3,39*	1,388	3,94	1,390
Οι ΠΠ είναι περιοχές όπου η ανθρώπινη παρουσία πρέπει να απαγορεύεται	3,28	1,37	2,68**	1,286	3,95	1,149	3,21	1,366	3,63	1,385
Οι ΠΠ είναι περιοχές που διατηρούνται πόροι για μελλοντική χρήση.	3,39	1,25	3,84**	1,277	2,89	1,005	3,39	1,232	3,38	1,338
Οι ΠΠ είναι περιοχές όπου θα πρέπει να αναπτύσσεται τουρισμός	3,39	1,12	3,57*	1,057	3,19	1,163	3,35	1,109	3,56	1,190
Οι ΠΠ είναι περιοχές που συμβάλλει στην οικολογική ισορροπία του πλανήτη.	3,41	1,39	4,30**	1,168	2,43	,858	3,52*	1,363	2,84	1,417
Οι ΠΠ είναι περιοχές όπου προστατεύονται είδη από την εξαφάνιση	3,43	1,47	4,46**	1,114	2,30	,837	3,55*	1,435	2,81	1,491
Οι ΠΠ είναι περιοχές που συνεισφέρουν στην ευζωία των ζώων	3,40	1,23	4,13**	1,022	2,60	,890	3,49*	1,213	2,91	1,201
Οι ΠΠ είναι περιοχές όπου θα πρέπει να επιτρέπεται μόνον ο οικουρισμός	3,44	0,98	3,28*	,975	3,61	,956	3,44	,987	3,44	,948
Οι ΠΠ είναι περιοχές χωρίς περιβαλλοντικά προβλήματα	3,53	1,33	4,05**	1,266	2,96	1,144	3,61	1,292	3,13	1,431
Οι ΠΠ είναι περιοχές όπου οι φυσικές διαδικασίες είναι δυνατόν να ολοκληρωθούν.	3,45	1,09	3,91**	1,045	2,93	,892	3,50	1,061	3,19	1,203
Οι ΠΠ είναι περιοχές όπου διατηρείται η φυσική κληρονομιά	3,51	1,35	4,36**	1,115	2,58	,895	3,64**	1,313	2,88	1,362
Οι ΠΠ είναι περιοχές όπου αναπτύσσονται παραδοσιακές οικονομικές δραστηριότητες	3,51	1,13	3,80**	1,110	3,19	1,074	3,55	1,089	3,31	1,330
Οι ΠΠ είναι περιοχές είναι σημαντικές για τις φυσικές επιστήμες	3,48	1,09	3,78**	1,088	3,14	1,006	3,52	1,048	3,25	1,295
Οι ΠΠ είναι περιοχές που θα πρέπει να είναι ελεύθερες από την ανθρώπινη παρουσία	3,53	1,18	3,89**	1,205	3,13	1,019	3,62*	1,154	3,06	1,216
Οι ΠΠ είναι περιοχές που θα πρέπει να περιλαμβάνουν ωραία τοπία.	3,53	1,14	3,85**	1,095	3,18	1,091	3,57	1,139	3,34	1,153

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

Επίσης καταγράφεται μια τάση εξιδανίκευσης των ΠΠ, ισχυρότερη στους/ις φοιτητές φοιτήτριες του ΠΤΝ, με υψηλότερα επίπεδα συμφωνίας στις προτάσεις: οι ΠΠ είναι περιοχές με όμορφα τοπία, οι ΠΠ είναι περιοχές χωρίς περιβαλλοντικά προβλήματα, οι ΠΠ είναι περιοχές όπου οι φυσικές διαδικασίες είναι δυνατόν να ολοκληρωθούν, οι ΠΠ είναι ειρηνικές περιοχές, οι ΠΠ είναι περιοχές που θα πρέπει να περιλαμβάνουν ωραία τοπία (πίνακας 1, ΠΤΝ συμφωνία: 3,85-4,12, ΠΤΔΕ συμφωνία: 2,64-3,18).



Επίσης οι φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς την εκτίμησή τους για την σχέση των προστατευόμενων περιοχών με την οικονομική ανάπτυξη, καταγράφοντας ισχυρή συμφωνία (ΜΟ: 4,34) με την πρόταση “Οι ΠΠ είναι περιοχές που περιορίζουν αρνητικά την οικονομική ανάπτυξη” (πίνακας 1). Αυτή η αντίληψη ίσως να αποτελεί τον πυρήνα της αντίδρασης των τοπικών κοινωνιών στην ύπαρξη των ΠΠ.

4. Συμπεράσματα

Η σχετική αβεβαιότητα που καταγράφεται στις απόψεις των φοιτητών, όσο και οι επιμέρους παρανοήσεις οδηγούν στην αναγκαιότητα της διδασκαλίας αντίστοιχης θεματικής στα μαθήματα περιβαλλοντικού προσανατολισμού και των δυο τμημάτων.

Επιπλέον, από ότι αποκαλύπτεται από τις επιλογές τους στις προτάσεις που σχετίζονται με την προστασία των ειδών και της βιοποικιλότητας γενικότερα, οι φοιτητές/τριες δεν φαίνεται να κατανοούν τον κύριο λόγο θεσμοθέτησης των ΠΠ. Επιπλέον η κυρίαρχη αναπαράσταση που αποκαλύπτεται για αυτές τις περιοχές, είναι ότι θεωρούνται περιοχές μεγάλης φυσικής ομορφιάς, αλλά κυρίως περιοχές που θα πρέπει να είναι ανέγγιχτες από την ανθρώπινη επιρροή και παρουσία. Όμως, η απαγόρευση της παρουσίας ανθρώπινων εγκαταστάσεων και δραστηριοτήτων στις ΠΠ, συνδυασμένη με την έλλειψη ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των τοπικών πληθυσμών καθώς και αντισταθμιστικών πολιτικών για τυχόν απώλειες από την εγκατάλειψη επιβλαβών δραστηριοτήτων οδήγησαν σε αντιθέσεις και συγκρούσεις για την ύπαρξη των ΠΠ και των κανόνων που ισχύουν για αυτές (Naughton-Treves, Buck Holland & Brandon 2005, West, Igoe, & Brockington 2008). Είναι εμφανής λοιπόν η σημασία της εκπαίδευσης στην σύνθεση των αντιτιθέμενων απόψεων και στην άμβλυση των κοινωνικών συγκρούσεων που σχετίζονται με τις ΠΠ πράγμα που επιτείνει την αναγκαιότητα βασικής εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών στα σχετικά θέματα.

5. Βιβλιογραφία

Σκούλλος, Μ. (2008). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη σε Προστατευόμενες Περιοχές: Επιμορφωτικό υλικό*. Αθήνα: ΜΙΟ-ECSDE. Στο διαδίκτυο <http://mio-ecsde.org/epeaek09/book/perivallontiki εκπαιδεις.pdf> (Ανακτήθηκε Οκτώβριος 2018)

Day J., Dudley N., Hockings M., Holmes G., Laffoley D., Stolton S. & Wells, S. (2012). *Guidelines for applying the IUCN Protected Area Management Categories to Marine Protected Areas*. Gland, Switzerland: IUCN.

Dudley, N. & Stolton, S. (eds) (2008). *Defining protected areas: an international conference in Almeria, Spain*. Gland, Switzerland: IUCN.

Kleftoyanni, V., Abakoumkin, G., Vokou, D. (2011). Environmental perceptions of students, farmers, and other economically active members of the local population near the protected area of Axios, Loudias and Aliakmonas estuaries, in Greece. *Global NEST Journal*, 13(3), 288-299, https://journal.gnest.org/sites/default/files/Journal%20Papers/288-299_654_Kleftogianni_13-3.pdf

Mifsud, M. & Verret, M. (2015). Perceptions of the Maltese Public towards Local Marine Protected Areas. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 17, 48-57.



Naughton-Treves, L., Buck Holland, M. & Brandon K. (2005). The Role of Protected Areas in Conserving Biodiversity and Sustaining Local Livelihoods. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 219-252. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.164507>

Solikua, O. & Schramlc, U. (2018). Making sense of protected area conflicts and management approaches: A review of causes, contexts and conflict management strategies. *Biological Conservation*, 222, 136-145.

West, P., Igoe, J. & Brockington D. (2008). Parks and Peoples: The Social Impact of Protected Areas. *Annual Review of Anthropology*, 35, 251-277, <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.35.081705.123308>



Πώς νοηματοδοτούν οι μαθητές του Δημοτικού σχολείου τον όρο νανοτεχνολογία και το φαινόμενο του λωτού;

Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου και Λεωνίδας Μάνου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στόχος της εργασίας είναι να καταγράψουμε πώς νοηματοδοτούν οι μαθητές του Δημοτικού σχολείου τον όρο νανοτεχνολογία και το φαινόμενο του λωτού. Συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 204 μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης. Ερευνητικό εργαλείο αποτέλεσε το γραπτό ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Η ανάλυση των δεδομένων ήταν επαγωγική. Αναδείχθηκαν έξι κατηγορίες για τη νοηματοδότηση της νανοτεχνολογίας και πέντε για το φαινόμενο του λωτού. Οι μαθητές συνέδεσαν τη νανοτεχνολογία με αντικείμενα του μικρού μεγέθους καθώς και με ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά. Εξήγησαν την υδροφοβικότητα του λωτού βασισμένοι σε χαρακτηριστικά του φυτού που γίνονται αντιληπτά με τις αισθήσεις, π.χ. ότι έχει σκληρό φύλλο.

Λέξεις-κλειδιά: ιδέες μαθητών Δημοτικού σχολείου, νανοτεχνολογία, φαινόμενο του λωτού

How primary school students conceptualize the term nanotechnology and the lotus effect?

George Peikos, Anna Spyrtou and Leonidas Manou

University of Western Macedonia, Greece

Abstract

The aim of this paper is to identify how primary school students conceptualize the term nanotechnology and the lotus effect. The participants were 204 primary school students (5th and 6th grade). A written questionnaire with open ended questions was used as a research tool. The data analysis was inductive. Six categories were formed concerning the meaning of nanotechnology and five categories were formed regarding the explanation of the lotus effect. Primary students seem to correlate nanotechnology with small sized objects as well as with anthropomorphic features. They also attribute lotus hydrophobicity to perceptual based leaf's characteristics, such as its hard surface.

Λέξεις-κλειδιά: primary students' ideas, nanotechnology, lotus effect



1. Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET) αποτελεί έναν σύγχρονο διεπιστημονικό ερευνητικό κλάδο. Υποστηρίζεται ότι οι αλλαγές που θα φέρει στην καθημερινότητα θα είναι εφάμιλλες με αυτές της βιομηχανικής επανάστασης (Jones et al. 2013, Murty et al. 2013). Ενδιαφέρεται για τον χειρισμό της ύλης στη νανοκλίμακα, δηλαδή σε ένα εύρος διαστάσεων περίπου από 1 έως 100 nm. Για τη μελέτη και τον χειρισμό της ύλης σε αυτές τις διαστάσεις χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα εργαλεία όπως το Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο. Στη νανοκλίμακα οι ιδιότητες των υλικών διαφέρουν σημαντικά από τις μεγαλύτερες κλίμακες. Για παράδειγμα, τα νανοσωματίδια αργύρου εμφανίζουν αντιμικροβιακές ιδιότητες. Οι μοναδικές ιδιότητες των υλικών της νανοκλίμακας ενσωματώνονται σε προϊόντα που είναι ήδη διαθέσιμα στα ράφια των καταστημάτων και υπόσχονται τη βελτίωση της καθημερινής ζωής π.χ. αυτοκαθαριζόμενα και αντιμικροβιακά υφάσματα (Murty et al. 2013).

Η αναγκαιότητα εκπαίδευσης στη N-ET υπογραμμίζεται διεθνώς. Οι πολίτες χρειάζεται να αναπτύξουν τον νανογραμματισμό τους ώστε να είναι ικανοί να χειρίζονται θέματα της καθημερινότητας που βασίζονται στη N-ET (Laherto 2010, Winkelmann & Bhushan 2017). Επιπλέον, υπό την οπτική της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών εντοπίζεται ένα κενό στα αναλυτικά προγράμματα όσον αφορά τη διδασκαλία των κλιμάκων (scale literacy). Οι μαθητές διδάσκονται για τη μακροκλίμακα, τη μικροκλίμακα και την ατομική κλίμακα, όχι όμως για τη νανοκλίμακα η οποία βρίσκεται ανάμεσα στη μικροκλίμακα και στην ατομική κλίμακα. Το κενό αυτό στερεί από τους μαθητές την ανάπτυξη ενός επεξηγηματικού πλαισίου κατάλληλου για την κατανόηση εννοιών και φαινομένων της N-ET που διέπουν τα προϊόντα της (Meijer & Pilot 2013).

Εκπαιδευτικά προγράμματα και υλικά για το περιεχόμενο της N-ET έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται σε όλα τα επίπεδα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (Lin et al. 2015, Winkelmann & Bhushan 2017). Βασικές έννοιες που προτείνονται στη βιβλιογραφία για την υποχρεωτική εκπαίδευση αποτελούν μεταξύ άλλων, το Μέγεθος και Κλίμακα, οι Ιδιότητες Εξαρτώμενες από το Μέγεθος, οι Εφαρμογές της N-ET κ.α. (Blonder & Sakhnini 2016, Stevens et al. 2009). Ένα χαρακτηριστικό φαινόμενο, το οποίο θεωρείται κατάλληλο για διδασκαλία στο δημοτικό σχολείο, είναι το φαινόμενο του λωτού (Blonder & Sakhnini 2016).

Με τον όρο φαινόμενο του λωτού νοείται η υπερυδροφοβικότητα ορισμένων φυτών όπως του μπρόκολου, του λάχανου κ.α. Μόλις οι σταγόνες νερού έρθουν σε επαφή με τις επιφάνειες των φύλλων αυτών, το νερό παίρνει σφαιρικό σχήμα και κυλάει παρασέρνοντας σωματίδια βρωμιάς που βρίσκονται πάνω στα φύλλα. Με τον τρόπο αυτό, τα φύλλα αυτοκαθαρίζονται. Η υπερυδροφοβική ιδιότητα των φυτών οφείλεται στην ιεραρχική δομή της επιφάνειάς τους, δηλαδή στη δομή διπλής ζώνης μικρο/νανο. Η πρώτη ζώνη του φύλλου καλύπτεται από προεξοχές, οι οποίες έχουν μέγεθος μικροκλίμακας (ύψος $\approx 15\mu\text{m}$ και διάμετρος $\approx 5\text{-}10\mu\text{m}$). Κάθε προεξοχή καλύπτεται από εξογκώματα κηρωδών σωληνοειδών δομών που έχουν ύψος περίπου 100-500nm και διάμετρο 100-300nm (Kim et al. 2018). Όταν σταγόνες νερού πέσουν στην επιφάνεια, επικάθονται στις κορυφές των νανοπροεξοχών με αποτέλεσμα, μόνο ένα μικρό ποσοστό της επιφάνειας της σταγόνας να έρχεται σε επαφή με το φύλλο. Παράλληλα, επειδή τα σωματίδια σκόνης δεν έχουν μεγάλη επιφάνεια επαφής με το φύλλο, προσκολλώνται πάνω στην σταγόνα και παρασύρονται από αυτή (Bhushan 2010).

Παρόλο που έχουν ήδη αναπτυχθεί εκπαιδευτικά προγράμματα και υλικά για τη N-ET, η μελέτη των αρχικών ιδεών των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενά της είναι περιορισμένη. Όσον αφορά τις ιδέες για τον όρο νανοτεχνολογία, από τη μέχρι τώρα βιβλιογραφική επισκόπηση εντοπίζονται δύο άρθρα, τα οποία αφορούν τη δημόσια κατανόηση της νανοτεχνολογίας, περιλαμβάνοντας στους συμμετέχοντες και μαθητές Δημοτικού (n=495 και n=1500) (Castellini et al. 2007, Waldron, Spencer &



Batt 2006). Στα αποτελέσματα καταγράφεται ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δε μπορούσαν να ορίσουν τη νανοτεχνολογία ενώ ένα μικρό ποσοστό ανέφερε ότι σχετίζεται με κάτι μικρό.


Σχετικά με τις ιδέες για το φαινόμενο του λωτού στην περιορισμένη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η κυρίαρχη εξήγηση που εκφράζεται σχετίζεται με τη λεία επιφάνεια. Οι ερευνητές θεωρούν ότι οι εναλλακτικές ιδέες για το φαινόμενο του λωτού διαμορφώνονται από την εμπειρία με καθημερινές εφαρμογές όπως τις υδρόφοβες καμπίνες ντουζ, τα αδιάβροχα μπουφάν ή τα αντικολλητικά τηγάνια (Kubisch & Heyne 2015).

Σε προγενέστερες έρευνες, στις οποίες συμμετείχαν συγγραφείς αυτής της εργασίας, και είχαν ως συμμετέχοντες έναν μικρό αριθμό μαθητών Δημοτικού σχολείου, είχαμε κατατάξει τις ιδέες τους για τον όρο νανοτεχνολογία και για την εξήγηση του φαινομένου του λωτού σε τέσσερα ιεραρχικά επίπεδα (E): E1: δηλώσεις άγνοιας – ασαφείς απαντήσεις, E1: απαντήσεις μακριά από την επιστημονική άποψη, E2: απαντήσεις κοντά στην επιστημονική άποψη και E3 απαντήσεις σύμφωνες με την επιστημονική άποψη (Πέικος κ.α. 2017, Αλεξίου κ.ά. 2017). Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να εξετάσει με λεπτομέρεια τις ιδέες ενός μεγάλου δείγματος μαθητών για τον όρο νανοτεχνολογία και την εξήγηση του φαινομένου του λωτού. Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής: EE1. Πώς νοηματοδοτούν οι μαθητές Δημοτικού σχολείου τον όρο νανοτεχνολογία; EE2. Πώς εξηγούν οι μαθητές Δημοτικού σχολείου το φαινόμενο του λωτού;

2. Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 204 μαθητές Ε΄ και Στ΄ τάξης Δημοτικών σχολείων της Δυτικής Μακεδονίας. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου θεωρούνται κατάλληλες για την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών ειδικά σε περιπτώσεις όπου η έρευνα είναι διερευνητική [exploratory] και πραγματεύεται σύνθετα ζητήματα. Οι συμμετέχοντες έχουν την δυνατότητα να καταγράψουν ελεύθερα τις ιδέες τους αποδίδοντας στις απαντήσεις τους προσωπικό νόημα (Cohen et al. 2007). Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε δυο έργα του γραπτού ερωτηματολογίου (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Τα έργα του γραπτού ερωτηματολογίου

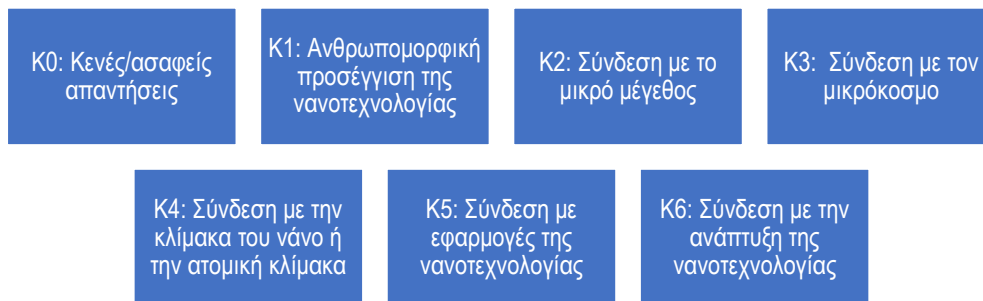
E1. Ένας μαθητής διάβασε στο διαδίκτυο την λέξη νανοτεχνολογία και αναρωτήθηκε τι άραγε να σημαίνει. Προσπάθησε να του εξηγήσεις τι νομίζεις εσύ ότι είναι η νανοτεχνολογία.
E2. Δυο αδέρφια, αφού έπλυναν ένα κομμάτι λάχανο παρατήρησαν το εξής: «οι σταγόνες μόλις έπεφταν πάνω στο λάχανο γίνονταν στρόγγυλες σαν μπίλιες». Για ποιο λόγο νομίζεις ότι μπορεί να συμβαίνει αυτό;


Η ανάλυση των δεδομένων είναι ποιοτική και βασίζεται στην επαγωγική μέθοδο. Αρχικά, μελετήθηκαν σειρά-σειρά τα δεδομένα που προέκυψαν από τη μεταγραφή των ερωτηματολογίων και αναγνωρίστηκαν



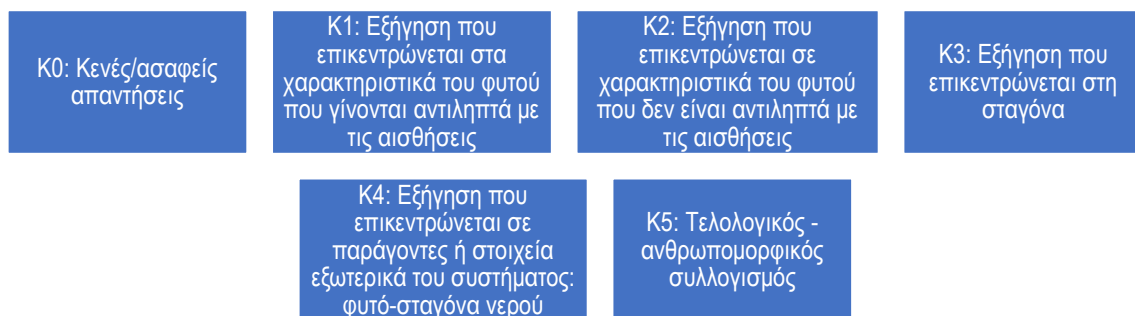
Μονάδες Νοήματος (MN). Ως MN νοήματος ορίστηκαν τα τμήματα λόγου (λέξεις ή φράσεις) που περιλαμβάνονται στις γραπτές απαντήσεις των μαθητών και έχουν νόημα για καθένα από τα ερευνητικά ερωτήματα (Graneheim & Lundman 2003). Οι MN ονοματίστηκαν και αποτέλεσαν τους πρώτους προσωρινούς κωδικούς. Οι κωδικοί αυτοί ομαδοποιήθηκαν με βάση το κοινό εννοιολογικό τους περιεχόμενο και δημιουργήσαμε νέους πιο συνεκτικούς κωδικούς. Έπειτα αναζητήθηκαν κοινά νοήματα μεταξύ των συνεκτικών κωδικών και αναδείχθηκαν οι κεντρικές κατηγορίες (Mayring 2014). Επισημαίνουμε ότι οι κατηγορίες που διαμορφώθηκαν είναι θεματικές και δεν ενέχουν κλιμάκωση νοημάτων σε επίπεδα. Στο Σχήμα 1 και στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται οι κατηγορίες που διαμορφώθηκαν για τα καθένα από τα ερευνητικά ερωτήματα.

Σχήμα 1: Κατηγορίες για τη νοηματοδότηση της ναυτεχνολογίας.



Σημειώνουμε ότι η διαφορά της K3 από την K2 (Σχήμα 1) είναι ότι η πρώτη περιλαμβάνει όρους του μικρόκοσμου π.χ. κύτταρα, μικρόβια, ενώ στη K2 η ναυτεχνολογία συνδέεται απλώς με κάτι μικρό.

Σχήμα 2: Κατηγορίες για την εξήγηση της υδροφοβικότητας του λάχανου.



3. Αποτελέσματα

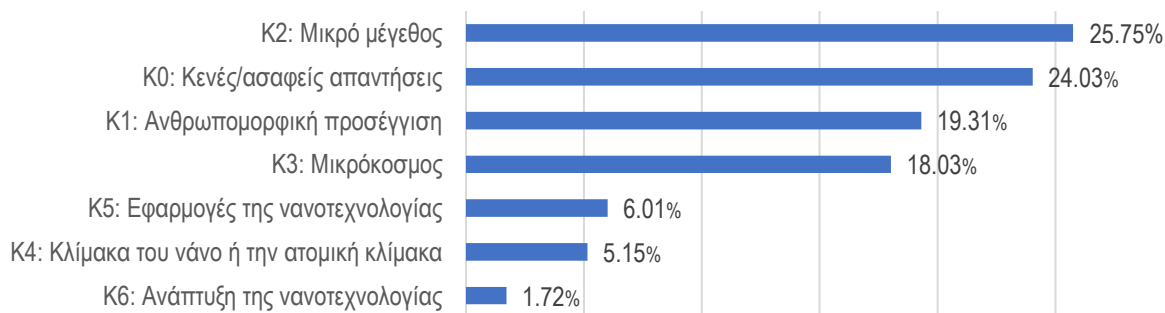
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας. Παρατίθενται γραφήματα με το ποσοστό των MN που ταξινομήθηκε σε κάθε κατηγορία καθώς και παραδείγματα από τις απαντήσεις των μαθητών (ΜΑΘ).



Για το ΕΕ1 εντοπίστηκαν 223 ΜΝ. Από το Γράφημα 1 φαίνεται ότι η κατηγορία με το υψηλότερο ποσοστό ΜΝ (25,75%) ήταν η Κ2 «Σύνδεση με το μικρό μέγεθος». Χαρακτηριστικές ΜΝ ήταν οι εξής «*Νομίζω είναι η τεχνολογία των μικρών σωμάτων*» (ΜΑΘ101) και «*Η λέξη νανοτεχνολογία είναι σύνθετη από τις λέξεις νάνος και τεχνολογία. Άρα πρέπει να σημαίνει μικρή τεχνολογία*» (ΜΑΘ64). Η Κ0 «*Κενές απαντήσεις, ασαφείς απαντήσεις, ταυτολογίες*» περιλάμβανε το 24,03% των ΜΝ. Επόμενες κατηγορίες με μικρή διαφορά σε ποσοστό ΜΝ ήταν η Κ1 «*Ανθρωπομορφική προσέγγιση της νανοτεχνολογίας*» και η Κ3 «*Σύνδεση με τον μικρόκοσμο*». Χαρακτηριστική ΜΝ για την Κ1 είναι η δήλωση του ΜΑΘ66 «*Η λέξη νανοτεχνολογία σημαίνει ότι είναι μία τεχνολογία που την έχουν φτιάξει νάνοι*» και για την Κ3 η απάντηση του ΜΑΘ78 «*Είναι κάποια μικροσκοπικά μέρη του σώματος μας όπως τα κύτταρα...*». Στην κατηγορία Κ5 η οποία αφορά τις εφαρμογές της νανοτεχνολογίας ταξινομήθηκε το 6,01% των ΜΝ. Για παράδειγμα ο ΜΑΘ237 ανέφερε «*Η Νανοτεχνολογία είναι πολύ μικρά ρομπότ που τα χρησιμοποιούμε για την ιατρική*» και ο ΜΑΘ161 «*Νανοτεχνολογία είναι τα πράγματα που χρησιμοποιούνται για τη καθημερινή μας ζωή π.χ. ένας καναπές που έχει νανοτεχνολογικά στοιχεία και δεν απορροφά λεκέδες*». Η κατηγορία Κ4 η οποία συνδέεται με την κλίμακα του νάνο ή την ατομική κλίμακα περιλάμβανε το 5,15% των ΜΝ. Ενδεικτικά παραδείγματα ΜΝ ήταν «*Είναι η πολύ μικρή τεχνολογία όπως τα κουαρκ, τα μόρια κτλ.*» (ΜΑΘ148) και «*Δεν είμαι σίγουρη...αλλά νομίζω πως είναι η τεχνολογία που βασίζεται στα μόρια και στην παρατήρηση μικρών αντικειμένων*» (ΜΑΘ242). Τέλος η κατηγορία Κ6 η οποία σχετίζεται με την ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας περιλάμβανε τις λιγότερες ΜΝ (1,75%). Ο ΜΑΘ99 δήλωσε «*[Η νανοτεχνολογία αφορά] τη λειτουργία των μικροσυσκευών και πώς έχουν αλλάξει κατά τον χρόνο*».

Για το ΕΕ2 εντοπίστηκαν 209 ΜΝ. Στο Γράφημα 2 παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ΜΝ (44,98%) ταξινομήθηκε στην Κ1 «*Εξήγηση που επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά του φυτού που γίνονται αντιληπτά με τις αισθήσεις*». Χαρακτηριστικές ΜΝ ήταν οι ακόλουθες: «*Γιατί τα φύλλα από το λάχανο είναι σκληρά*» (ΜΑΘ21), «*Γιατί το φύλλο του λάχανου είναι αδιάβροχο*» (ΜΑΘ106), «*Η επιφάνεια του λάχανου δεν είναι εντελώς επίπεδη. Με αποτέλεσμα τα βουναλάκια του λάχανου να συγκρατούν τις σταγόνες να μην πέσουν*» (ΜΑΘ100) και «*Επειδή το λάχανο είναι στρογγυλό και οι σταγόνες κάνουν κυκλική κίνηση. Έτσι γίνονται στρογγυλές οι σταγόνες*» (ΜΑΘ36).

Γράφημα 1. Ποσοστό (%) ΜΝ για τη νοηματοδότηση της νανοτεχνολογίας.

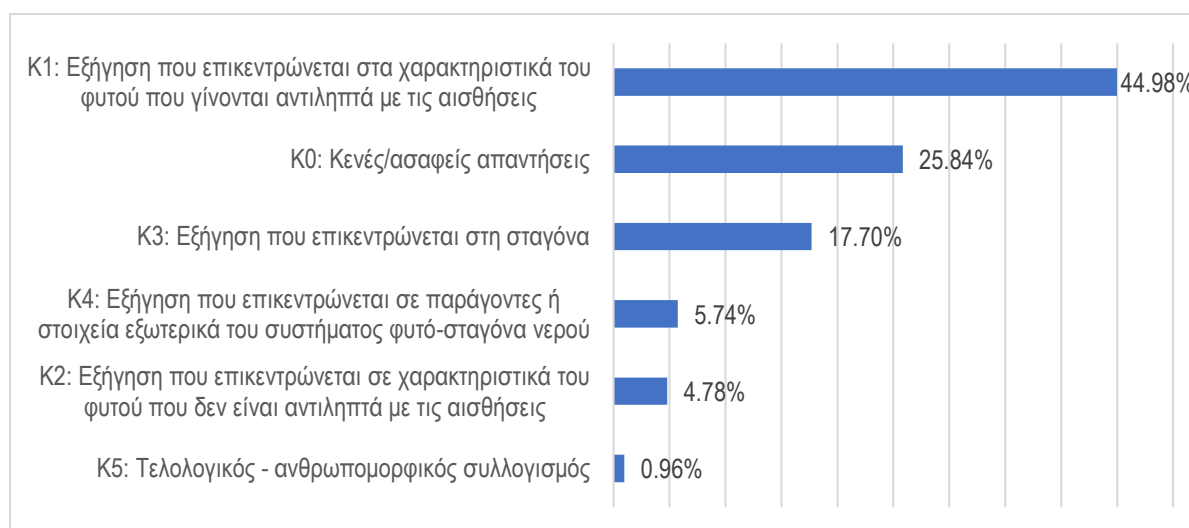


Στις παραπάνω απαντήσεις των μαθητών παρατηρούμε ότι γίνεται μια διαισθητική προσπάθεια να αναζητήσουν την αιτία του φαινομένου βασισμένοι στην μακροσκοπική τους εμπειρία. Επόμενη κατηγορία σε ποσοστό ΜΝ ήταν η Κ0 «*Κενές απαντήσεις, ασαφείς απαντήσεις, ταυτολογίες*» (25,84%). Για παράδειγμα η απάντηση «*Νομίζω ότι όταν έπεφτε νερό στο λάχανο γινόταν στρογγυλές μπίλιες*» (ΜΑΘ27) ταξινομήθηκε στην Κ0 ως ταυτολογία. Η κατηγορία Κ3 «*Εξήγηση που επικεντρώνεται στη*



σταγόνα» περιλάμβανε το 17,70% των ΜΝ. Χαρακτηριστική ΜΝ που κατατάχθηκε σε αυτήν την κατηγορία ήταν «Οι σταγόνες ήταν στρογγυλές επειδή το νερό μπορεί να έπεφε σταγόνα σταγόνα» (ΜΑΘ66). Ένα μικρό ποσοστό ΜΝ (4,78%) κατατάχθηκε στην Κ2 «Εξήγηση που επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά του φυτού που δεν είναι αντιληπτά με τις αισθήσεις». Για παράδειγμα ο ΜΑΘ83 ανέφερε «...μια σταγόνα γίνεται μπίλια χάρις τα κύτταρα» (ΜΑΘ83). Τέλος οι λιγότερες ΜΝ (0,96%) εντοπίστηκαν στην Κ5 «Τελολογικός - ανθρωπομορφικός συλλογισμός». Για παράδειγμα ο ΜΑΘ9 ανέφερε «Γιατί ζεσταίνονται τα λάχανα και ιδρώνουν».

Γράφημα 2. Ποσοστό (%) ΜΝ για την εξήγηση του φαινομένου του λωτού.



4. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή κατηγοριοποιήθηκαν οι ιδέες μαθητών Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης για τον όρο νανοτεχνολογία και για την εξήγηση του φαινομένου του λωτού. Ειδικότερα αναγνωρίστηκαν απαντήσεις οι οποίες συνδέουν το «μικρό» με τη νανοτεχνολογία σε τρεις κατηγορίες (Κ2, Κ3, Κ4) με συνολικό ποσοστό 48,93% των ΜΝ. Αυτό το εύρημα θεωρούμε ότι έχει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον γιατί διαφοροποιείται από αντίστοιχα της βιβλιογραφίας, όπου ένα μικρό μόνο ποσοστό των συμμετεχόντων συνέδεσε τη νανοτεχνολογία με κάτι μικρό (Castellini et al. 2007). Μια πιθανή ερμηνεία είναι ότι το πρώτο συνθετικό της λέξης νανοτεχνολογία (νάνο) έχει νόημα στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής των Ελλήνων μαθητών γιατί είναι ελληνικό και έχει τη σημασία του μικρού, μικροσκοπικού (Μπαμπινιώτης 2002). Σε συνέχεια του παραπάνω συλλογισμού υποθέτουμε ότι οι μαθητές τείνουν να συνδέουν το «νανο» με τη γνώση τους για μη ορατά με γυμνό μάτι αντικείμενα, όπως τα κύτταρα ή τα μόρια. Η γνώση των αντικειμένων αυτών εικάζουμε ότι προέρχεται από τα σχολικά εγχειρίδια των ΦΕ της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης. Ειδικότερα στα σχολικά εγχειρίδια προσεγγίζονται οι μη ορατοί με γυμνό μάτι κόσμοι και τα αντικείμενα αναφοράς τους (π.χ. κύτταρα, μόρια, ηλεκτρόνια) ενιαία υπό τον όρο «μικρόκοσμος». Όσον αφορά το φαινόμενο του λωτού, αναδείχθηκαν οι διαισθητικές ιδέες των μαθητών, στην προσπάθειά τους να διαμορφώσουν μια εξήγηση επιτόπου και πιθανόν για πρώτη φορά, για το εν λόγω φαινόμενο. Συγκεκριμένα βασίστηκαν σε χαρακτηριστικά του φυτού που είναι άμεσα αντιληπτά με τις αισθήσεις, όπως η σκληρότητα του φύλλου. Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με έρευνες οι οποίες εστιάζουν στην προσέγγιση της ατομικής-μοριακής θεωρίας, όπου καταγράφεται ότι οι μαθητές εκφράζουν ιδέες



με βάση τη μακροσκοπική εμπειρία. Για παράδειγμα θεωρούν ότι τα μόρια του νερού έχουν μπλε χρώμα ή τα μόρια μιας γόμας είναι ελαστικά (Meijer 2011).

«Το έργο συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση του ανθρώπινου ερευνητικού δυναμικού μέσω της υλοποίησης διδακτορικής έρευνας» (MIS-5000432), που υλοποιεί το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ)»

5. Βιβλιογραφία

- Μπαμπινιώτης, Γ. (2002). *Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας (2^η έκδοση)*. Αθήνα: Κέντρο Λεξικολογίας Ε.Π.Ε.
- Αλεξίου, Δ., Πέικος, Γ. & Μάνου, Λ. (2017). Οι ιδέες μαθητών δημοτικού σχολείου για φαινόμενα της φύσης στην κλίμακα του Νάνο: το Φαινόμενο του Λωτού και της σαύρας Gecko. *Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου συνεδρίου των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. 868-873) Κρήτη: Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Πέικος, Γ., Μάνου, Λ. & Σπύρτου, Α. (2017). Εφαρμογή και Αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία περιεχομένου της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό Σχολείο. *Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου συνεδρίου των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. 802-810) Κρήτη: Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Bhushan, B. (Ed.). (2010). *Handbook of nanotechnology*. Berlin: Springer.
- Blonder, R., & Sakhnini, S. (2016). What Are the Basic Concepts of Nanoscale Science and Technology (NST) that Should Be Included in NST Educational Programs? In K. Winkelmann, B. Bhushan (eds.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 117-127). Switzerland: Springer.
- Castellini, O., M., Walejko, G., K., Holladay, C., E., Theim, T., J., Zenner, G., M., & Crone, W., C. (2007). Nanotechnology and the public: Effectively communicating nanoscale science and engineering concepts. *Journal of Nanoparticle Research*, 9, 183-189.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. New York: Routledge
- Graneheim, U. H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse education today*, 24, 105-112.
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35, 1490-1512.
- Kim, W., Kim, D., Park, S., Lee, D., Hyun, H., & Kim, J. (2018). Engineering lotus leaf-inspired micro-and nanostructures for the manipulation of functional engineering platforms. *Journal of industrial and engineering chemistry*, 61, 39-52.
- Kubisch, F., & Heyne, T. (2016). Students' Alternative Conceptions about the Lotus Effect: To Confront or to Ignore? *Journal of Biological Education*, 50, 86-100.
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21, 160-175.



Lin, S. Y., Wu, M. T., Cho, Y. I., & Chen, H. H. (2015). The effectiveness of a popular science promotion program on nanotechnology for elementary school students in I-Lan City. *Research in Science & Technological Education*, 33, 22-37.

Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution. Klagenfurt*. Retrieved from <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173>.

Meijer, M., Bulte, A & Pilot, A. (2013). Macro–Micro Thinking with Structure–Property Relations: Integrating ‘Meso-levels’ in Secondary Education. In G. Tsaparlis & H. Sevian (Eds.), *Concepts of matter in science education* (pp.419-436). Dordrecht: Springer.

Meijer, M. (2011). *Macro-meso-micro thinking with structure-property relations for chemistry education* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/205840>.

Murty, B., Shankar, P., Raj, B., Rath, B. B, Murday, J. (2013). *Textbook of Nanoscience and Nanotechnology*. Bangalore: Springer.

Stevens, S., Sutherland, L., & Krajcik, J. (2009). *Big ideas of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers*. Arlington, VA: NSTA Press.

Waldron, A. M., Sheppard, K., Spencer, D., & Batt, C. A. (2005). Too small to see: Educating the next generation in nanoscale science and engineering. In C. Kumar, J. Hormes, & C. Leushner (Eds.), *Nanofabrication towards biomedical applications* (pp. 375-389). New York: Wiley.

Winkelmann, K. & Bhushan B. (2017). Global Perspectives of Nanotechnology Education. In B. Bhushan (Ed.), *Springer handbook of nanotechnology*. Berlin: Springer.



Αναδομώντας τις ιδέες παιδιών δημοτικού σχολείου για τη δημιουργία των εποχών αξιοποιώντας τον αιτιακό συλλογισμό τους

Θεόδωρος Πιερράτος, Παναγιώτης Κουμαράς

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα παράδειγμα αξιοποίησης του αιτιακού συλλογισμού παιδιών του Δημοτικού Σχολείου προκειμένου να αναδομηθούν εναλλακτικές τους ιδέες για την έκβαση και την περιγραφή φυσικών φαινομένων. Μέσα από δραστηριότητες καθοδηγούμενης διερεύνησης, τα παιδιά συμπεραίνουν ότι η τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι σχεδόν κυκλική και επομένως η μικρή ετήσια μεταβολή (αιτία) της απόστασής της από τον Ήλιο δεν μοιάζει ικανή να προκαλεί τον σχηματισμό των εποχών (αποτέλεσμα). Το αρχικό τους μοντέλο αντικαθίσταται από το επίσης αιτιακό, όσο πιο κάθετα πέφτουν οι ακτίνες του Ήλιου ή όσο μεγαλύτερη η διάρκεια της ημέρας, τόσο πιο υψηλή η θερμοκρασία σε έναν τόπο. Η συγκεκριμένη στρατηγική φαίνεται να οδηγεί σε θετικά διδακτικά αποτελέσματα που απομένει να επιβεβαιωθούν από εκτενέστερες έρευνες.

Λέξεις-κλειδιά: αιτιακός συλλογισμός, δημιουργία των εποχών

Reconstructing elementary school students' ideas on the formation of seasons taking into account their causal reasoning

Theodoros Pierratos, Panagiotis Koumaras

School of Primary Education, Faculty of Education, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

An example of primary students' alternative ideas reconstruction is presented in this paper, which takes into account students' causal reasoning. Through inquiry-based activities the students come to the conclusion that the Earth's orbit around the Sun is very close to a circle making weak the idea that the formation of seasons depends on the distance between the Earth and the Sun. A new causal model is proposed in order to replace their primary one, a strategy that seems to promise a more effective physics concepts' instruction.

Keywords: causal reasoning, formation of seasons



1. Εισαγωγή

Πολλές από τις ιδέες των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) μπορούν να ερμηνευτούν αν θεωρηθεί ότι αυτές είναι προϊόν του αιτιακού συλλογισμού τους (Andersson, 1986; Gutierrez & Ogborn, 1992; Stavy & Tirosh, 1996; Viennot, 2014; Tsakmaki & Koumaras, 2016; Τσακμάκη, 2017). Όταν, δηλαδή, ζητείται από τους μαθητές και τις μαθήτριες να προβλέψουν την έκβαση ενός φαινομένου ή να περιγράψουν πώς και γιατί συμβαίνει κάτι, προσπαθούν να προσδιορίσουν μία αιτιακή σχέση. Σε αυτή τη σχέση υπάρχει κάποιος ή κάτι που δρα, ο δράστης, ακόμη και αν δεν είναι φανερός, υπάρχει πιθανόν ένας ενδιάμεσος που μεταφέρει τη δράση, και υπάρχει ένα υποκείμενο που υφίσταται τη δράση. Μία αιτία είναι μία δραστηριότητα ή μία ιδιότητα που αποδίδεται στον δράστη ενώ ένα αποτέλεσμα είναι οτιδήποτε συμβαίνει στο υποκείμενο ή κάποια ιδιότητα που αυτό αποκτά. Ως συνέπεια της υιοθέτησης του αιτιακού συλλογισμού, τα παιδιά θεωρούν ότι όταν υπάρχει κάποιο αποτέλεσμα τότε αυτό οφείλεται σε κάποια αιτία, ενώ αν δεν υπάρχει κάποια αιτία δεν πρόκειται να υπάρξει, επίσης, κάποιο αποτέλεσμα. Όσο ισχυρότερη είναι η ένταση της αιτίας, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του αποτελέσματος (Πιερράτος κ.ά., 2019).

Στην εργασία αυτή έχει υποτεθεί ότι εντός του πλαισίου του αιτιακού συλλογισμού μπορεί να ερμηνευθεί η διαδεδομένη ιδέα των παιδιών, αλλά και πολλών ενηλίκων, ότι η δημιουργία των εποχών οφείλεται στην μεταβολή της απόστασης Γης-Ηλίου: όσο μεγαλώνει η απόσταση (αιτία) τόσο μειώνεται η θερμοκρασία στη Γη και έχουμε χειμώνα (αποτέλεσμα), ενώ όσο μειώνεται η απόσταση τόσο αυξάνεται η θερμοκρασία και έχουμε καλοκαίρι (Baxter, 1989; Frede, 2008; Starakis & Chalkia, 2013).

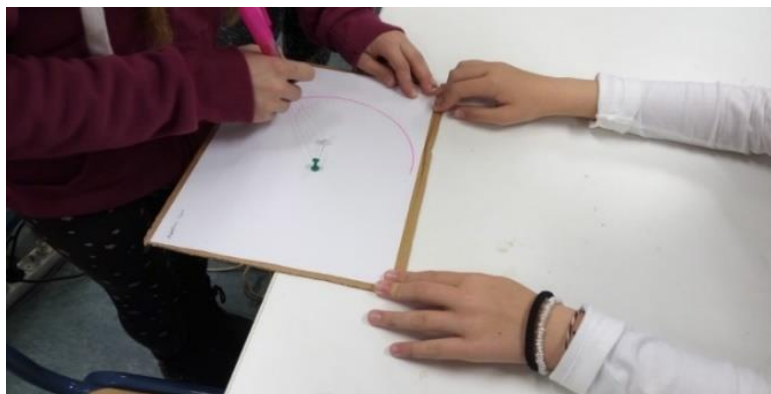
Μολονότι αρκετές διδακτικές προτάσεις αναδόμησης του λανθασμένου αυτού μοντέλου σχηματισμού των εποχών καταγράφονται στη βιβλιογραφία (Hsy, 2008), η πρωτοτυπία της παρέμβασης που επιχειρήσαμε, και περιγράφεται σε αυτή την εργασία, έγκειται στην αξιοποίηση του αιτιακού τρόπου συλλογισμού των μαθητών (Hung & Jonassen, 2006). Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι η παραπάνω ιδέα των παιδιών μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι προϊόν εφαρμογής του κανόνα “η ένταση του αποτελέσματος είναι ανάλογη με το «μέγεθος» ενός ενεργητικού ενδιάμεσου και αντιστρόφως ανάλογη με το «μέγεθος» ενός παθητικού ενδιάμεσου” (Tsakmaki & Koumaras, 2016; Πιερράτος κ.ά., 2019) και προκειμένου να αναθεωρηθεί πρέπει να αντικατασταθεί από μία νέα ερμηνεία που εντάσσεται ομαλά στον αιτιακό συλλογισμό των παιδιών.

2. Μεθοδολογία

Σε δύο τμήματα μαθητών της Ε΄ τάξης (σύνολο 46 παιδιά) επιχειρήθηκε εκπαιδευτική παρέμβαση, διάρκειας τριών (3) διδακτικών ωρών ανά τμήμα. Διδακτικός στόχος της παρέμβασης ήταν η αξιοποίηση της συνιστώσας του αιτιακού συλλογισμού των παιδιών, σύμφωνα με την οποία, αν δεν υπάρχει αιτία τότε δεν θα υπάρξει και αποτέλεσμα, ώστε α. να αναδειχθεί, αρχικά, η ανεπάρκεια του ισχυρισμού ότι η δημιουργία των εποχών μπορεί να οφείλεται στη μεταβολή της απόστασης Γης-Ηλίου, β. να εισαχθεί το σωστό επιστημονικά μοντέλο, με την αξιοποίηση της συνιστώσας του αιτιακού συλλογισμού, σύμφωνα με την οποία, μεγαλύτερη αιτία οδηγεί σε μεγαλύτερο αποτέλεσμα. Η παρέμβαση εκτυλίχθηκε σε τέσσερις φάσεις.



Εικόνα 1: Σχεδιασμός ελλειπτικής τροχιάς από ομάδα παιδιών



Στην Α΄ φάση έγινε ανασκόπηση και καταγραφή των ιδεών των παιδιών για το πώς οι πλανήτες κινούνται γύρω από τον Ήλιο και πότε έχουμε καλοκαίρι και πότε χειμώνα. Για τον λόγο αυτό οι μαθητές σχεδίασαν την τροχιά της Γης, και των υπόλοιπων πλανητών, γύρω από τον Ήλιο. Αφού ο ερευνητής παρατήρησε, περνώντας από τις ομάδες, τα σχήματά τους, τους ζήτησε να ζωγραφίσουν μόνο την τροχιά της Γης και να αποτυπώσουν τις θέσεις της Γης το καλοκαίρι και τον χειμώνα.

Στη Β΄ φάση, επιχειρήθηκε, αρχικά, τα παιδιά να εξοικειωθούν με την έννοια της έλλειψης. Στη συνέχεια, δόθηκαν στις ομάδες κατάλληλα υλικά και οδηγίες και ζητήθηκε να σχεδιάσουν (Εικόνα 1), με βάση τις πραγματικές εκκεντρότητες, τις τροχίες του Ερμή, της Αφροδίτης, της Γης και του Άρη (Εικόνα 3).

Στην Γ΄ φάση επιχειρήθηκε η εξαγωγή συμπερασμάτων από τα παιδιά, αποτιμώντας τα σχέδιά τους, από τα οποία προκύπτει ότι η απόσταση Γης-Ήλιου μεταβάλλεται μεν αλλά πολύ λίγο κατά τη διάρκεια του έτους (η τροχιά είναι σχεδόν κυκλική), υποδεικνύοντας την ανεπάρκεια αυτού του παράγοντα να προκαλεί τις εποχές (αν δεν υπάρχει αιτία, δεν υπάρχει αποτέλεσμα).

Πίνακας 1: Η διάρκεια των εποχών το 2017

Εποχή	Ξεκινά	Διάρκεια (σε ημέρες)
Άνοιξη	20/3/2017	92
Καλοκαίρι	20/6/2017	94
Φθινόπωρο	22/9/2017	90
Χειμώνας	21/12/2017	89

Στην Δ΄ φάση, προκειμένου να οδηγηθούν τελικά στην αντιδραστική ιδέα ότι η Γη απέχει λιγότερο από τον Ήλιο όταν στην Ελλάδα είναι χειμώνας, δόθηκε στα παιδιά η εξής πληροφορία, η οποία εντάσσεται αβίαστα στο πλαίσιο του αιτιακού τους συλλογισμού: (Σύμφωνα με τον 2ο νόμο του Κέπλερ), η Γη κινείται λίγο πιο γρήγορα (αποτέλεσμα) όταν είναι λίγο πιο κοντά (αιτία) στον Ήλιο. Σε εκτενή συζήτηση που επιχειρήθηκε στην ολομέλεια κάθε τάξης, τέθηκαν οι εξής ερωτήσεις: Πότε συμβαίνει αυτό με βάση τον Πίνακα 1; Πότε βρίσκεται, επομένως, η Γη πιο κοντά στον Ήλιο; Στη συνέχεια ζητήθηκε από τα παιδιά να σχεδιάσουν, ξανά, πώς νομίζουν ότι κινείται η Γη γύρω από τον Ήλιο. Πότε έχουμε καλοκαίρι



στην Ελλάδα; Πότε χειμώνα; Τους ζητήθηκε να σημειώσουν στο σχήμα τους τις αντίστοιχες θέσεις. Όταν στην Ελλάδα έχουμε χειμώνα τι έχουν στην Αυστραλία;

Τέλος, παρουσιάστηκε το μοντέλο της κεκλιμένης Γης και επιχειρήθηκε, μέσω επίδειξης, η εισαγωγή του επιστημονικού μοντέλου μέσα από τον αιτιακό συσχετισμό: όσο πιο κάθετα πέφτουν οι ακτίνες του Ήλιου, τόσο πιο υψηλή η θερμοκρασία σε έναν τόπο και όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της ημέρας, τόσο πιο υψηλή είναι, επίσης, η θερμοκρασία.

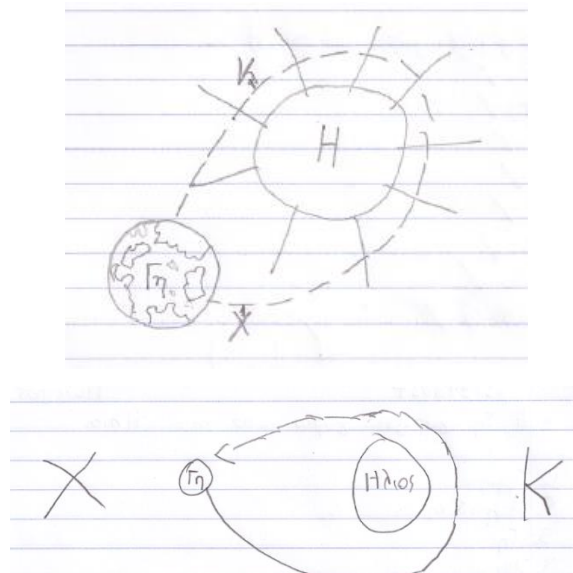
3. Αποτελέσματα

Κατά τη συζήτηση στην ολομέλεια της κάθε τάξης της ερώτησης “γιατί το καλοκαίρι κάνει ζέστη ενώ τον χειμώνα κάνει κρύο;” προέκυψαν ως απαντήσεις οι εξής:

- «Η Γη είναι πιο κοντά στον Ήλιο ή λόγω της τροχιάς της Γης» (36/46)
- «Η Γη γέρνει, άρα το μέρος της που είναι πιο κοντά στον Ήλιο έχει καλοκαίρι» (3/46)
- «Δε γνωρίζω – δεν απαντώ» (7/46)

Στην Εικόνα 2 δίνονται δύο χαρακτηριστικά σχήματα των αρχικών ιδεών των μαθητών. Σε αυτά τα παιδιά αποτυπώνουν την τροχιά της Γης να είναι σαφώς ελλειπτική ενώ τοποθετούν τη Γη στο κοντινότερο σημείο στον Ήλιο το καλοκαίρι και στο πιο μακρινό τον χειμώνα. 29 από τους 46 μαθητές (63%) έδωσαν αντίστοιχης λογικής σχήματα.

Εικόνα 2: Ενδεικτικά σχέδια μαθητών όπου αποτυπώνονται η τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο καθώς και οι θέσεις όπου έχουμε καλοκαίρι (Κ) ή χειμώνα (Χ)

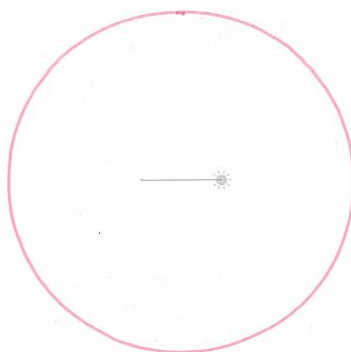


Στην Εικόνα 3 δίνεται η τροχιά της Γης όπως αποτυπώθηκε, υπό κλίμακα, κατά τη Β' φάση, και με τη σωστή εκκεντρότητα. Το συμπέρασμα που βγήκε από την αποτίμηση των σχεδίων όλων των ομάδων ήταν ότι η απόσταση Γης-Ήλιου μεταβάλλεται μεν αλλά πολύ λίγο_κατά τη διάρκεια του έτους: η τροχιά



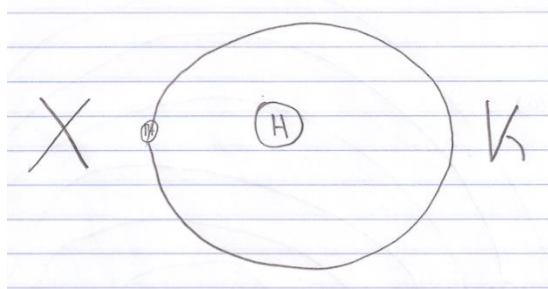
είναι σχεδόν κυκλική. Συνεπώς, η πολύ μικρή μεταβολή της απόστασης Γης-Ήλιου δεν είναι πιθανό να ευθύνεται για τη σημαντική μεταβολή της θερμοκρασίας μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού (αιτιατός κανόνας: αν δεν υπάρχει αιτία τότε δεν θα υπάρξει και αποτέλεσμα). Άρα, αλλιώς θα πρέπει να αναζητηθεί η αιτία σχηματισμού των εποχών.

Εικόνα 3: Η, υπό κλίμακα, τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο.



Αντίστοιχα, στην Εικόνα 4 δίνεται ένα χαρακτηριστικό σχέδιο παιδιού, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, που απαντά στο ερώτημα “πότε, πιστεύεις ότι, είναι η Γη λίγο πιο κοντά στον Ήλιο;” Μολονότι η τροχιά της Γης παραμένει ελαφρώς ελλειπτική αποτυπώνονται σωστά οι θέσεις της Γης όταν έχουμε καλοκαίρι και χειμώνα στην Ελλάδα.

Εικόνα 4: Η τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο σχεδιασμένη μετά την παρέμβαση.



Αξίζει να αναφερθεί ότι όταν παρουσιάστηκε και συζητήθηκε το μοντέλο της κεκλιμένης Γης μερικοί μαθητές υποστήριξαν ότι όποιο ημισφαίριο γέρνει προς τον Ήλιο είναι πιο κοντά σε αυτόν και ίσως για αυτό να έχει καλοκαίρι. Η άποψη αυτή, η οποία φαίνεται να εμμένει στο μοντέλο «μικρότερη απόσταση, μεγαλύτερη θερμοκρασία», τέθηκε στην ολομέλεια για να αποτιμηθεί. Υποστηρίχθηκε τελικά, από αρκετούς μαθητές, ότι έτσι κι αλλιώς η τροχιά της Γης δεν είναι απόλυτα κυκλική, άρα όντως κάποιες στιγμές είναι πιο κοντά στον Ήλιο. Αυτή όμως η προσέγγιση είναι τελικά πολύ μικρή σε σχέση με την απόσταση Γης – Ήλιου για να έχει τόσο μεγάλο αποτέλεσμα (αιτιατός κανόνας: η ένταση του αποτελέσματος είναι ανάλογη με την ένταση της αιτίας). Αντίστοιχα, το ημισφαίριο που γέρνει προς τον



Ήλιο είναι, ίσως, πιο κοντά σε αυτόν αλλά η μεταβολή της απόστασης είναι, αντίστοιχα, εξαιρετικά μικρή για να μπορεί να έχει κάποιο αποτέλεσμα στη δημιουργία των εποχών.

4. Συμπεράσματα

Όπως καταγράφηκε από τις συζητήσεις μέσα στη σχολική τάξη, πολλά παιδιά χρησιμοποιούν, με αξιοσημείωτη συνέπεια, αιτιακό συλλογισμό για να περιγράψουν και να προβλέψουν την έκβαση φυσικών φαινομένων. Φαίνεται πιθανό ότι πολλές εναλλακτικές τους ιδέες μπορεί να αποδοθούν ακριβώς σε αυτόν τον τρόπο σκέψης τους. Μοιάζει επίσης πιθανό, η καταγεγραμμένη αντίσταση στην αλλαγή των ιδεών τους να οφείλεται στον ισχυρό χαρακτήρα των ιδεών που επιβάλλει η δομή του αιτιακού τρόπου σκέψης.

Για τον λόγο αυτό επιχειρήθηκε στην παρούσα παρέμβαση όχι μόνο η ανάδειξη της ανεπάρκειας του αρχικού αιτιακού μοντέλου των παιδιών απόστασης-θερμοκρασίας αλλά και η αντικατάστασή του με την εγκαθίδρυση μίας νέας αιτιακής σχέσης (όσο πιο κάθετες οι ακτίνες του Ήλιου ή όσο μεγαλύτερη η διάρκεια της ημέρας, τόσο πιο ζεστός ο καιρός) που ενσωματώνεται ομαλά στον αιτιακό τρόπο συλλογισμού τους.

Από τα αποτελέσματα της παρέμβασης φάνηκε ότι η συγκεκριμένη διδακτική στρατηγική μπορεί να λειτουργήσει θετικά, γεγονός που απομένει να αποδειχθεί και από περαιτέρω έρευνες που αφορούν είτε την αναδόμηση του μοντέλου σχηματισμού των εποχών είτε άλλες εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για διάφορα φυσικά φαινόμενα.

5. Βιβλιογραφία

Πιερράτος, Θ., Τσακμάκη, Π. & Κουμαράς, Π. (2019). Ένα μοντέλο ερμηνείας ανάδυσης εναλλακτικών ιδεών των μαθητών για έννοιες της Φυσικής. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, (70-71): 9-27. Ανακτήθηκε από <http://www.lib.uoi.gr/serp/>

Τσακμάκη, Π. (2017). Αναζήτηση “νόμων”, στο πλαίσιο της αιτιότητας, στις απόψεις των μαθητών/τριών για την πρόβλεψη και ερμηνεία φαινομένων και διδακτική αξιοποίησή τους στη διδασκαλία της Φυσικής. Αδημοσίευτη Διδακτορική διατριβή, Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ.

Andersson, B. (1986). The experiential Gestalt of Causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8(3), 155-171.

Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.

Frede, V. (2008). The seasons explained by refutational modelling activities. *Astronomy Education Review*, vol. 7, issue 1, p.44-56

Gutierrez, R. & Ogborn, J. (1992). A causal framework for analysing alternative conceptions. *International Journal of Science Education*, 14 (2), 201-220.



Hsy, Y. S. (2008). Learning about seasons in a technologically enhanced environment: the impact of teacher-guided and student-centered instructional approaches on the process of students' conceptual change. *Science Education*, 92, 320–344.

Hung, W. & Jonassen, D. H (2006). Conceptual Understanding of Causal Reasoning in Physics. *International Journal of Science Education*, 28:13, 1601-1621.

Starakis, I. & Halkia, K. (2013). Addressing k-5 students' and pre-service elementary teachers' conceptions of seasonal change. *Physics Education* 49, 231-239.

Stavy, R. & Tirosh, D. (1996). Intuitive rules in mathematics and science: The case of 'The more of A – the more of B'. *International Journal of Science Education* 18(6), 653–667.

Tsakmaki, P. & Koumaras, P. (2016). When more of A doesn't result in more of B: physics experiments with a surprising outcome. *School Science Review* 98(363), 94-100.

Viennot, L. (2014). Thinking on physics. The pleasure of reasoning and understanding. Dordrecht: Springer.



Βιωματικές εμπειρίες και απόψεις φοιτητών ΠΤΔΕ από την πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο

Γεώργιος Στύλος, Φανή Μπούσδα, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από ποιοτική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις τους για τη πειραματική διδασκαλία του μαθήματος των Φ.Ε. όταν οι ίδιοι ήταν μαθητές στο Δημοτικό Σχολείο και φοιτητές στο πλαίσιο των πρακτικών τους ασκήσεων. Η ποιοτική ανάλυση αναδεικνύει ότι η διδασκαλία της Φυσικής με πειράματα πραγματοποιείται από ελάχιστους εκπαιδευτικούς με συστηματικό τρόπο, επιβεβαιώνει τη βιβλιογραφία για τους λόγους για τους οποίους δεν γίνονται πειράματα και τονίζει την αξία και τη σημασία της ενσωμάτωσης του πειράματος στη διδακτική πρακτική.

Λέξεις-κλειδιά: Αντιλήψεις, εμπειρίες, επιμόρφωση, Φυσικές Επιστήμες, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Pedagogical University students' experiences and views from the use of experiments in teaching Science at Primary School

Georgios Stylos, Fani Bousda, Konstantinos Th. Kotsis

School of Primary Education, University of Ioannina

Abstract

This paper presents the results of qualitative research carried out by pre-service elementary students of the University of Ioannina on their experiences and perceptions of the experimental teaching sciences, during their studies in Primary School and in their practical exercises. The qualitative analysis highlights that teaching physics with experiments is carried out by very few teachers in a systematic way, confirms the literature on the reasons why experiments are not conducted, and emphasizes the value and importance of integrating the experiment into teaching practice.

Keywords: Perceptions, experiences, training, Science, Primary Education



1. Εισαγωγή

Τα πειράματα κατέχουν κεντρικό ρόλο στην εκπαίδευση των Φ.Ε. και όλα σχεδόν τα βιβλία αναφέρονται στο γεγονός ότι η Φυσική είναι μια πειραματική επιστήμη και ότι η γνώση στη φυσική βασίζεται στα πειράματα (Koronen & Mäntylä 2006).

Οι βασικότεροι λόγοι εξαιτίας των οποίων δεν πραγματοποιούνται πειράματα στην υποχρεωτική εκπαίδευση είναι οι εξής (Κώτσης 2005, Κώτσης & Μπασιάκος 2009, Παρασκευάς & Τσίρος 2011, Στύλος 2014, Χαλκιά 1999):

- η έλλειψη στα σχολεία των ειδικών υλικών, οργάνων και συσκευών που απαιτούνται
- η έλλειψη στα σχολεία των ειδικών χώρων που απαιτούνται
- ο φόβος της αποτυχίας κατά την εκτέλεση του πειράματος
- ο φόβος μήπως συμβεί κάποιο ατύχημα κατά την εκτέλεση του πειράματος
- η έλλειψη χρόνου που απαιτείται για την οργάνωση και πραγματοποίηση των πειραμάτων

Στη χώρα μας, γνωστικοί στόχοι, δηλαδή στόχοι που σχετίζονται με τη μάθηση του περιεχομένου, επιδιώκονται κυρίως από τους εκπαιδευτικούς, όταν πραγματοποιούν ή όταν σκέπτονται να κάνουν πειράματα. Πέραν, όμως, των γνωστικών στόχων υπάρχουν και άλλοι στόχοι της πειραματικής διδασκαλίας, όπως λόγου χάρη γνωστικής ανάπτυξης, συναισθηματικοί, κοινωνικοί, και ψυχοκινητικοί. Οι παραπάνω στόχοι αλληλοπλέκονται μεταξύ τους, δηλαδή ούτε μπορεί να απομονωθεί ούτε να εξυπηρετηθεί ο καθένας ξεχωριστά (Κουμαράς 2002).

Η επιλογή των πειραμάτων στα σχολικά εγχειρίδια έγινε με την παραδοχή ότι δεν υπάρχουν ειδικά όργανα και ειδικές αίθουσες στα Δημοτικά σχολεία. Η επιλογή αυτή εξασφαλίζει τη δυνατότητα εφαρμογής των προτεινόμενων βιβλίων σε όλα τα σχολεία της χώρας. Τα όργανα και τα υλικά που απαιτούνται για τα πειράματα μπορούν εύκολα να συγκεντρωθούν. Τα περισσότερα από αυτά αποτελούν υλικά και όργανα καθημερινής χρήσης. Η απλότητα των υλικών των πειραμάτων πέρα από το ότι εξασφαλίζει τη δυνατότητα της άμεσης εφαρμογής στο σύνολο των σχολείων της χώρας, ταυτόχρονα, προσφέρει δύο επιπρόσθετα σημαντικά πλεονεκτήματα:

- εξασφαλίζει σε κάθε μαθητή τη δυνατότητα της αυτόνομης άσκησης στο σπίτι. Κάθε μαθητής μπορεί να επαναλάβει τα πειράματα στο σπίτι του και να διευρύνει αυτόνομα το πεδίο των πειραματικών του εμπειριών. Χωρίς την πίεση των στενών χρονικών ορίων της σχολικής ώρας κάθε μαθητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει την έκταση του χρόνου που θα αφιερώσει στον πειραματισμό. Αν, για παράδειγμα, ένα πείραμα προκαλέσει την έκπληξή του, έχει τη δυνατότητα να το επαναλάβει περισσότερες από μία φορές.
- βοηθά στη σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινή ζωή. Η χρήση πολύπλοκων πειραματικών διατάξεων, που τις περισσότερες φορές δε μοιάζουν με τα όργανα καθημερινής χρήσης, οδηγεί τους μαθητές πολλές φορές στην παρεξήγηση, ότι τα φαινόμενα που μελετώνται στο σχολείο και, συνεπώς, και οι νόμοι που τα διέπουν, δε σχετίζονται με τα φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Αντίθετα, ο πειραματισμός με οικεία όργανα και υλικά βοηθά στην εδραίωση της αντίληψης ότι το μάθημα στο σχολείο δεν αποτελεί παρά μία νέα μεθοδολογικά προσέγγιση της μελέτης των φυσικών φαινομένων της καθημερινής ζωής.

Σύμφωνα και με τις οδηγίες του αναλυτικού προγράμματος προτιμητέα είναι η πειραματική άσκηση των μαθητών ανά ομάδες ώστε με αυτόν τον τρόπο να γίνεται η μαθησιακή διαδικασία συμμετοχική και βιωματική (Αποστολάκης κ.α. 2006).



Η ανασκόπηση της ελληνικής βιβλιογραφίας τουλάχιστον την τελευταία δεκαετία δεν ανέδειξε ποιοτικές έρευνες οι οποίες να αναδεικνύουν την χρήση και την αξιοποίηση του πειράματος από τους εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Επίσης, στην παρούσα εργασία δεν συμμετέχουν εκπαιδευτικοί, αλλά φοιτητές/τριες οι οποίοι μετέφεραν τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες τους τόσο από τα χρόνια που οι ίδιοι ήταν μαθητές/τριες όσο και από τη δυνατότητα παρακολούθησης διδασκαλιών από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς μέσω των πρακτικών τους ασκήσεων. Οπότε υπάρχει σε μεγάλο βαθμό μια πιο ρεαλιστική και αντικειμενική εικόνα της σημερινής κατάστασης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση:

- των αντιλήψεων των φοιτητών για τη σημασία του πειράματος στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση,
- των εμπειριών τους ως προς βαθμό για τον οποίο πραγματοποιούνται πειράματα στις σχολικές αίθουσες και τέλος
- τις αντιλήψεις τους για τους λόγους κατά τους οποίους οι εκπαιδευτικοί δεν πραγματοποιούν πειράματα.

2. Μεθοδολογία

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 200 φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία σύμφωνα με την οποία το δείγμα επιλέγεται με τυχαίο τρόπο (Ίσαρη & Πουρκός 2015). Το εργαλείο της έρευνας αποτέλεσε ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου κατά το οποίο τέθηκαν στους φοιτητές 3 ερωτήσεις οι οποίες ήταν οι εξής:

Εδώ και πολλές δεκαετίες υπάρχει μια γενικότερη τάση για αύξηση της πρακτικής εργασίας και συγκεκριμένα των πειραμάτων στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

- *Γιατί, κατά τη γνώμη σας, πρέπει να κάνουμε πειράματα, όταν διδάσκουμε Φυσική;*
- *Από την εμπειρία σας ως μαθητές στο Δημοτικό αλλά και της δυνατότητας που είχατε να παρακολουθήσετε διδασκαλίες κατά τη διάρκεια της πρακτικής σας άσκηση, πιστεύετε ότι οι Έλληνες εκπαιδευτικοί κάνουν πειράματα στα πλαίσια της διδασκαλίας της Φυσικής;*
- *Για ποιους λόγους πιστεύετε ότι κάνουν ή δεν κάνουν πειράματα;*

Για την επεξεργασία του υλικού χρησιμοποιήθηκε η θεματική ανάλυση περιεχομένου. Ως μονάδα καταγραφής επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το «θέμα» που αναπτύσσεται στην πρόταση, στην παράγραφο ή σε όλο το κείμενο. Σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα διατυπώθηκαν οι «παραγωγικές» κατηγορίες της ανάλυσης και στη συνέχεια αποδελτιώθηκαν βάσει των μονάδων ανάλυσης οι αναφορές που εμπίπτουν στο σύστημα κατηγοριών, ταξινομήθηκαν κατά κατηγορία και ελέγχθηκε η λειτουργικότητα του συστήματος κατηγοριών. Αυτή η διαδικασία οδήγησε στη διατύπωση του «επαγωγικού συστήματος κατηγοριών» των κατηγοριών δηλαδή που υποδεικνύει το περιεχόμενο των υπό ανάλυση συνεντεύξεων (Εμβλωτής και Ζευγίτης 2015, Μπονίδης 2004,). Κάθε κείμενο για την ανάλυση του εισαγόταν στο λογισμικό σύστημα Atlas.ti το οποίο επιτρέπει την επεξεργασία, ανάλυση, οργάνωση και ταξινόμηση μεγάλου όγκου δεδομένων σε μια διεπιφάνεια (Τσιώλης 2014).

Ένα πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί σχετικά με την αξιοπιστία της έρευνας οφείλεται στην επιλογή να πραγματοποιηθεί η κωδικοποίηση του υλικού με μονάδα ανάλυσης το «θέμα». Το «θέμα» έχει χαμηλότερη αξιοπιστία σε σύγκριση με άλλες μονάδες (λέξη, πρόταση) καθώς η οριοθέτηση του



γίνεται με υποκειμενικά κριτήρια, η κάλυψη του δεν προσδιορίζεται με σαφήνεια και δεν είναι πάντα ξεκάθαρο από πού ξεκινάει και πού ολοκληρώνεται (Κυριαζή, 2005). Για το λόγο αυτό, ως δείκτης αξιοπιστίας χρησιμοποιείται ο βαθμός συμφωνίας στην κωδικοποίηση από διαφορετικούς κωδικογράφους (Κυριαζή, 2005). Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της μέτρησης χρησιμοποιήθηκαν δύο κωδικογράφοι, οι οποίοι ενημερώθηκαν από τον ερευνητή για το σκοπό της έρευνας, τη μέθοδο, το σύστημα κατηγοριών και στην κατανόηση της διαδικασίας κωδικογράφησης, ώστε στο πέρας αυτής της «εκπαίδευσης» να καταστεί εφικτός ο μέγιστος βαθμός συμφωνίας μεταξύ ερευνητή και κωδικογράφων (Μπονίδης, 2004).

Επιπλέον, η χρήση ειδικού λογισμικού στον υπολογιστή συνέβαλε στην ενίσχυση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της έρευνας (Cohen et al., 2008). Το λογισμικό που επιλέχθηκε για την διαδικασία της ταξινόμησης και ανάλυσης των δεδομένων ήταν το Atlas. ti έκδοση 6, το οποίο είναι σχεδιασμένο ειδικά για ποιοτική έρευνα και βοηθά στη τμηματοποίηση του ποιοτικού υλικού, στην κωδικοποίηση του και στην ανάκτηση των κωδικών μαζί με τα τμήματα των δεδομένων στα οποία αυτοί, αντιστοιχούν (Friese, 2012).

Πίνακας 1. Σύστημα κατηγοριών των απαντήσεων των φοιτητών

1	Κοινωνικο-βιογραφικά	3.3	Υποδομή - Υποστήριξη
1.1	Φύλο	3.3.1	Υλικοτεχνικές υποδομές
1.2	Κατεύθυνση σπουδών	3.3.2	Οικονομικοί πόροι
2	Το πείραμα στη διδακτική πρακτική	3.4	Μαθητές
2.1	Εκτέλεση πειραμάτων	3.4.1	Συμπεριφορά
2.2	Μη Εκτέλεση πειραμάτων	3.4.2	Φόβος ατυχήματος
2.3	Εκτέλεση μερικών πειραμάτων	4	Σημασία Πειράματος στη διδακτική πρακτική
3	Αίτια για τη μη πραγματοποίηση πειραμάτων	4.1	Πρόκληση ενδιαφέροντος- Ενεργοποίηση
3.1	Εκπαιδευτικοί	4.2	Κατανόηση
3.1.1	Επιστημονική κατάρτιση εκπαιδευτικών	4.3	Ανάπτυξη επιστημονικού τρόπου σκέψης
3.1.2	Συναισθήματα (φόβος, ανασφάλεια)	4.4	Ανάπτυξη δεξιοτήτων και κλίσεων
3.1.3	Μέθοδος διδασκαλίας	4.5	Ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων
3.1.4	Αδιαφορία		
3.2	Αναλυτικό Πρόγραμμα – Ωρολόγιο πρόγραμμα		
3.2.1	Χρόνος		
3.2.2	Διδακτέα ύλη		

3. Αποτελέσματα

Το πείραμα στη διδακτική πρακτική

Στην ερώτηση που τέθηκε στους φοιτητές για το αν οι εκπαιδευτικοί πραγματοποιούν πειράματα, το 34,20% των φοιτητών δηλώνει πως οι εκπαιδευτικοί αποφεύγουν να κάνουν πειράματα και οι μισοί περίπου πως η διδασκαλία της φυσικής μέσω των πειραμάτων είναι αποσπασματική. Δηλαδή,



περισσότεροι από 8 στους 10 εκπαιδευτικούς αξιοποιεί αποσπασματικά ή καθόλου το πείραμα στις διδακτικές τους προσεγγίσεις. Μόλις το 15,03% των φοιτητών δήλωσε πως οι εκπαιδευτικοί πραγματοποιούν πειράματα στη σχολική τάξη.

Αίτια για τη μη πραγματοποίηση πειραμάτων

Σύμφωνα με την κωδικοποίηση του Πίνακα 1, η ελλιπής επιστημονική κατάρτιση (ελλιπείς γνώσεις περιεχομένου και διδακτικής μεθοδολογίας) (37,5%), τα συναισθήματα φόβου και ανασφάλειας σε περίπτωση αποτυχίας του πειράματος (32,87%) καθώς και η αδιαφορία τους (16,20%) εμφανίζονται ως οι κύριοι λόγοι για τους οποίους οι εκπαιδευτικοί δεν πραγματοποιούν πειράματα στο Δημοτικό Σχολείο.

Ενδεικτικές απαντήσεις σχετικά την ελλιπή επιστημονική κατάρτιση:

E1: «Ένας επιπλέον λόγος, για την έλλειψη διεξαγωγής πειραμάτων στο σχολείο, είναι οι ανεπαρκείς γνώσεις των εκπαιδευτικών. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί, ιδιαίτερα στο δημοτικό σχολείο, προέρχονται από τη Θεωρητική Κατεύθυνση και γι' αυτό είναι περισσότερο ανασφαλές σχετικά με τις γνώσεις του πάνω στη Φυσική. Αποφεύγουν να πραγματοποιήσουν πειράματα, φοβούμενοι πως με αυτόν τον τρόπο θα εκτεθούν».

E148: «Πιστεύω ότι οι εκπαιδευτικοί δεν πραγματοποιούν πειράματα γιατί θεωρούν ότι δεν έχουν λάβει την κατάλληλη εκπαίδευση καθώς και ότι δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτά».

E178: «Πιστεύω ότι κάποιοι από τους λόγους για τους οποίους οι Έλληνες εκπαιδευτικοί δεν κάνουν πειράματα είναι ο φόβος ή μη εξοικείωση των διδασκόντων με τη διαδικασία των πειραμάτων αλλά και με τα εξειδικευμένα όργανα που χρησιμοποιούνται γι' αυτή τη διαδικασία».

Ενδεικτικές απαντήσεις σχετικά συναισθήματα φόβου και αποτυχίας:

E121: «Φοβούνται ότι θα αποτύχουν, δεν θα προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών τους και δεν θα οδηγηθούν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Έτσι αφήνουν στην άκρη την ιδέα του πειράματος και περιορίζονται στο βιβλίο και τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας».

E27: «Από τη μια μεριά, οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας δεν κατέχουν τις απαραίτητες γνώσεις και, συχνά, έχουν και οι ίδιοι παρανοήσεις για τις φυσικές επιστήμες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη αυτοπεποίθησης για την ικανότητά τους να διδάσκουν το μάθημα της φυσικής, γεγονός που οδηγεί στο φόβο για τη διδασκαλία και στην αποφυγή των πειραμάτων».

E116: «Επιπλέον μπορεί αυτό να τους φόβιζε να πραγματοποιήσουν ένα πείραμα μήπως και κάτι γίνει λάθος και χαθεί η «αυθεντία» τους στα μάτια των μαθητών τους».

Ενδεικτικές απαντήσεις για τη μέθοδος διδασκαλίας:

E30: «Κατά την γνώμη μου, αυτό συμβαίνει εξαιτίας της προσήλωσης των εκπαιδευτικών στο διδακτικό εγχειρίδιο μιας και το μάθημα γίνεται κυρίως από το βιβλίο, ενώ οι μαθητές δεν συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της μάθησης-οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν το μάθημα με τη μορφή διάλεξης ή εκτελούν τα πειράματα και τα παιδιά απλώς ακούν ή παρατηρούν».



E100: «Όσο αναφορά τη μέθοδο διδασκαλίας της φυσικής η οποία ακολουθούνταν ως τώρα ήταν δασκαλοκεντρική. Τα παιδιά δεν συμμετείχαν στη διαδικασία της μάθησης με τρόπο ενεργό και συμμετοχικό, αλλά ως ακροατές άκουγαν το μάθημα και ίσως κάποιες φορές παρακολουθούσαν κάποια επίδειξη πειράματος από το δάσκαλο, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ιδέες τους για τα φυσικά φαινόμενα».

E50: «Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί κουβαλάν χρονιά υπηρεσίας και οι αντιλήψεις τους ίσως είναι λίγο απαρχαιωμένες. Έχουν στο μυαλό τους την διδασκαλία σαν ένα κομμάτι δομημένο με θεωρία και με κύριο ομιλητή τον ίδιο τον δάσκαλο και το ίδιο μοντέλο ακολουθούν και στα μαθήματα των φυσικών επιστημών».

Ενδεικτικές απαντήσεις για την αδιαφορία των εκπαιδευτικών:

E81: «Επίσης, πολλοί εκπαιδευτικοί βαριούνται και δεν έχουν τη διάθεση να προετοιμάσουν και να υλοποιήσουν πειράματα».

E169: «Επιπρόσθετα, από αδιαφορία των μαθητών για το συγκεκριμένο μάθημα που ως απόρροια έχει και την αδιαφορία των δασκάλων/καθηγητών».

E170: «Οι εκπαιδευτικοί δεν έδειχναν ιδιαίτερο ζήλο και ενδιαφέρον για την πρακτική εφαρμογή των πειραμάτων και προτιμούσαν να αγοράζουν μόνο την θεωρία».

Από την ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών και στην κατηγορία που αφορά το αναλυτικό ή ωρολόγιο πρόγραμμα, οι φοιτητές αποδίδουν την μη αξιοποίηση των πειραμάτων στον ελλιπή διδακτικό χρόνο που έχει ο εκπαιδευτικός στη διάθεσή του (53,52%) και στον μεγάλο όγκο της διδακτέας ύλης (31,30%).

Ενδεικτικές απαντήσεις σχετικά τον διδακτικό χρόνο είναι οι εξής:

E21: «υπάρχει και μια μερίδα εκπαιδευτικών και στην πρωτοβάθμια και στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση οι οποίοι ακολουθώντας πιστά το πρόγραμμα σπουδών, θεωρούν ότι κάνοντας τα πειράματα που υπάρχουν στην κάθε ενότητα χάνουν ένα μέρος της διδακτικής ώρας και θεωρούν ότι δεν θα προλάβουν να ολοκληρώσουν την ύλη που πρέπει να διδαχθεί μέχρι το τέλος της σχολικής χρονιάς».

E73: «Αρχικά πιστεύω ότι θεωρούν το πείραμα μια διαδικασία χρονοβόρα αλλά και απαιτητική».

E133: «Αν ένας λόγος που δεν κάνουν πιο πολλά από όσα κάνουν αυτή τη στιγμή τότε αυτός είναι η σχετική έλλειψη χρόνου καθώς έχουν να καλύψουν πολλές ενότητες και δραστηριότητες από το βιβλίο και επειδή ίσως οι διδακτικές ώρες Φυσικής δεν είναι αρκετές».

Ενδεικτικές απαντήσεις σχετικά τη διδακτέα ύλη είναι οι εξής:

E3: «Η χρήση των πειραμάτων ήταν μια καθαρά τυπική διαδικασία και συνέβαινε μόνο όταν ο εκπαιδευτικός θεωρούσε ότι μας το επέτρεπε ο όγκος της διδακτέας ύλης».

E38: «Το Αναλυτικό Πρόγραμμα ασκεί μεγάλη πίεση στους εκπαιδευτικούς γεγονός που τους κάνει να παραλείπουν ορισμένες φορές χρονοβόρα πειράματα λόγω του άγχους να καλύψουν όσο το δυνατό μεγαλύτερη έκταση της ύλης».



E197: «Σε ό,τι αφορά τη διδακτέα ύλη υπήρχε πληθώρα αντικειμένων με αποτέλεσμα την αποσπασματική διδασκαλία από την πίεση του χρόνου».

Στην κατηγορία της υποδομής, οι μισοί περίπου εκπαιδευτικοί, σύμφωνα πάντα με τις απαντήσεις που έδωσαν οι φοιτητές, αναδεικνύουν τις φτωχές υλικοτεχνικές υποδομές που παρέχουν τα σχολεία (45,37%) και τους οικονομικούς πόρους, οι οποίοι δεν επαρκούν για αγορά υλικών και εργαστηριακών οργάνων ώστε να προσεγγίσουν τις έννοιες της φυσικής πειραματικά (9%).

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών για τις υλικοτεχνικές υποδομές είναι οι εξής:

E26: «Θεωρώ πως δεν κάνουν πολλά πειράματα γιατί τις περισσότερες φορές δεν υπάρχουν τα κατάλληλα εποπτικά μέσα που να μπορεί να ολοκληρωθεί ένα πείραμα σωστά, για διάφορους λόγους που όπως να είναι το οικονομικό ή και ακόμη τα υλικά να είναι πολλά και να χρειάζεται πολύ ώρα ο εκπαιδευτικός να το κάνει».

E140: «Είναι πολύ πιθανό αυτό να συμβαίνει λόγω της έλλειψης εργαστηρίων και του υλικού που χρειάζεται για την πραγματοποίησή τους».

E3: «Συχνά βέβαια υπήρχαν και αντικειμενικές δυσκολίες όπως το ότι το σχολείο δεν είχε εργαστήριο αλλά ούτε όργανα μέτρησης κάτι που ιδιαίτερα σε μεγαλύτερες τάξεις (γυμνασίου- λυκείου) είναι απαραίτητο».

Ενδεικτικές απαντήσεις για τους Οικονομικούς πόρους:

E2: «Το κράτος δεν παρέχει οικονομικά κονδύλια για δημιουργία εργαστηρίων κατάλληλα «προετοιμασμένων» για την διεξαγωγή πειραμάτων».

E44: «Επίσης, οι μικρές οικονομικές παροχές, που προσφέρονται για τη δημιουργία εργαστηρίων φυσικής κατάλληλα εξοπλισμένων, δεν διευκολύνουν την επαφή των παιδιών με το πείραμα».

E160: «Επιπλέον στις δύσκολες μέρες που ζούμε και με τα ελάχιστα χρήματα που λαμβάνουν τα σχολεία για εξοπλισμό που αφορά πειράματα στο μάθημα της Φυσικής, οι εκπαιδευτικοί ενδέχεται να μην έχουν τα απαραίτητα όργανα και υλικά για να εκτελέσουν ένα πείραμα».

Τέλος, ο φόβος του ατυχήματος και η συμπεριφορά των μαθητών κατά τη διάρκεια ενός πειράματος σε ποσοστά 12,5% και 6% αντίστοιχα αποτελούν λόγους για τους οποίους κάποιοι εκπαιδευτικοί δεν πραγματοποιούν πειράματα.

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών σχετικά για τον φόβο πρόκλησης ατυχήματος:

E29: «Ο φόβος πως μπορεί να κάνουν λάθος ή ο φόβος για την ασφάλεια της τάξης και των μαθητών λειτουργεί ως αποτρεπτικό στοιχείο».

E81: «Τέλος, κάποιοι δεν θέλουν να πάρουν αυτή την ευθύνη και να ρισκάρουν την ασφάλεια των μαθητών τους».

E178: «Συνήθως υπάρχει φόβος και ανασφάλεια από την πλευρά των εκπαιδευτικών μήπως αποτύχουν κατά την εφαρμογή του πειράματος αλλά και φόβος μήπως συμβεί κάποιο ατύχημα κατά την εκτέλεση του πειράματος».

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών για συμπεριφορά των μαθητών:



E153: «Τέλος διστάζουν γιατί φοβούνται ενδεχομένως αρνητικές συμπεριφορές και αντιδράσεις των παιδιών».

E186: «Πολλοί μαθητές κατά την εκτέλεση του πειράματος δημιουργούν φασαρία και αυτό ενοχλεί τους εκπαιδευτικούς».

E169: «Και όλο αυτό θεωρώ ότι γίνεται για να μην χάνεται χρόνος από την παράδοση του μαθήματος, για να μην επικρατεί οχλαγωγία κατά την διάρκεια του πειράματος αλλά και να υπάρχει σχετικά μια συντομία στο μάθημα χωρίς καμία πιθανή καθυστέρηση».

Η σημασία του πειράματος στη διδακτική πρακτική

Η πλειοψηφία των φοιτητών επικεντρώνεται στο γεγονός πως το πείραμα ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα της Φυσικής καθώς πως αποτελεί ένα τρόπο μέσω του οποίου οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν ευκολότερα τις έννοιες και τα φαινόμενα της Φυσικής. Ένας στους τέσσερις περίπου, αναδεικνύει την επίδραση του πειράματος ανάπτυξη του επιστημονικού τρόπου σκέψης. Τέλος, το 20% περίπου τονίζει πως οι μαθητές αναπτύσσουν τόσο νοητικές όσο και πρακτικές δεξιότητες, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην ανάδειξη κλίσεων.

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών για την πρόκληση του ενδιαφέροντος:

E26: «Κατά την άποψη μου πρέπει να κάνουμε πειράματα στη Φυσική γιατί τα παιδιά τους προκαλεί ενδιαφέρον στο να δουν ένα πείραμα και να το παρατηρήσουν παρά μόνο να το ακούσουν».

E152: «Αρχικά, το πείραμα μπορεί να θεωρηθεί ως η πηγή βιωματικής γνώσης. Η μελέτη της φυσικής αποτελούσε και αποτελεί μια εμπειρία όχι μόνο ενδιαφέρουσα, αλλά και συναρπαστική. Όταν μάλιστα αυτή η εμπειρία κατακτάται από τους μαθητές με την ενεργό συμμετοχή τους, προκαλεί το θαυμασμό, αλλά ταυτόχρονα και το ενδιαφέρον για αναζήτηση και δημιουργία».

E106: «Τα πειράματα, θεωρούνται απαραίτητα όταν ο εκπαιδευτικός θέλει να επικοινωνήσει με το μαθητή, διότι προσφέρουν, αμεσότητα, κεντρίζουν το ενδιαφέρον, ξεφεύγουν από τη μετάδοση στείρας γνώσης μέσω του βιβλίου και της προφορικής παράδοσης του αντικειμένου καθώς ακόμη ενεργοποιούν και άλλες αισθήσεις όπως η όραση, η αφή, η όσφρηση ενός φαινομένου ή ενός αποτελέσματος μίας ενέργειας».

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών για την κατανόηση:

E11: «Εκτός όμως από αυτό, η πειραματική διδασκαλία ενισχύει την πρακτική φύση του μαθήματος. Χωρίς αυτό, οι μαθητές μαθαίνουν τη νέα γνώση μηχανικά, μόνο για τις εξετάσεις και βραχυπρόθεσμα χωρίς να πιστεύουν ότι θα τους χρησιμεύει κάπου. Έτσι, η πρακτικότητα του μαθήματος εκμηδενίζεται και γίνεται μια ανούσια θεωρία...».

E126: «Με τα πειράματα οι μαθητές μαθαίνουν ευκολότερα, γρηγορότερα και με τρόπο απλό».

E114: «Οι μαθητές είναι σε θέση να συμμετέχουν πρακτικά και αυτό είναι ένα θετικό στοιχείο για τη διδασκαλία του μαθήματος αλλά και για την κατανόησή του».

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών για την ανάπτυξη επιστημονικού τρόπου σκέψης:



E98: «Επίσης, εισάγει τους μαθητές στον κόσμο της νόησης και της ανάλυσης όλων των φυσικών πραγμάτων, οι οποίοι μπαίνουν στη θέση του επιστήμονα, ενώ ο εκπαιδευτικός καθίσταται αρωγός και επίκουρος της όλης προσπάθειας που παρατηρεί, συμβουλεύει, παρεμβαίνει και ανακαλύπτει».

E43: «...προωθεί το συστηματικό τρόπο εργασίας, καλλιεργεί το ερευνητικό πνεύμα των μαθητών...».

E197: «Απαραίτητο συστατικό και αυτής της μεθόδου είναι το πείραμα. Ο μαθητής, με αφορμή παρατηρήσεις ή απορίες του, ενδιαφέρεται να μάθει, συζητά και υποθέτει, κάνει πειράματα, συμπεραίνει και, τέλος, εφαρμόζει τα συμπεράσματά του. Ακολουθεί, δηλαδή, παρόμοια βήματα με αυτά της επιστημονικής μεθόδου».

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών για την ανάπτυξη δεξιοτήτων και κλίσεων:

E67: «Ακόμη, με το πείραμα ο μαθητής αναπτύσσει τεχνικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες στο σύγχρονο άνθρωπο, όπως είναι η σωστή χρησιμοποίηση συσκευών, η κατανόηση και εκτέλεση οδηγιών, ειδικές δεξιότητες των χεριών κλπ».

E56: «έρχονται σε επαφή με εργαλεία, υλικά και μέσα που πριν ίσως να μην γνώριζαν καν πως χρησιμοποιούνται (π.χ. χάρακα, ψαλίδι, διαβήτη, μέτρηση επιφανειών- βάρους- χρόνου, κτλ)...».

E58: «Η ενεργή αυτή δράση στην διδασκαλία της φυσικής, με την σειρά της, συμβάλει και στην ανάδειξη ταλέντων και κλίσεων των μαθητών».

Ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών για την ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων:

E66: «Μέσα από το πείραμα επομένως οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στο μάθημα και δεν είναι μόνο παθητικοί δέκτες, περνούν δηλαδή από την απλή θέαση στη συστηματική παρατήρηση ενώ τους προκαλεί προβληματισμό και προάγει τη γνώση».

E100: «Σύμφωνα με τις θεωρίες για τη διδασκαλία και τη μάθηση το πείραμα βοηθάει τους μαθητές διότι τους προκαλεί το ενδιαφέρον, ώστε να περάσουν από την απλή θέαση στη συστηματική παρατήρηση, προκαλεί προβληματισμό και προάγει τη μάθηση».

E81: «Είναι σημαντικά τα πειράματα, διότι συμβάλουν στην ανάπτυξη κάποιων δεξιοτήτων και ικανοτήτων των μαθητών. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές εξασκούν την κριτική τους σκέψη, διότι παρατηρούν τα πειράματα, σκέφτονται, προβληματίζονται, συγκρίνουν και οδηγούνται σε συμπεράσματα, καθώς επίσης μαθαίνουν να επιχειρηματολογούν».

4. Συμπεράσματα

Σε όλες τις τάσεις που καταγράφηκαν στην εξέλιξη της Διδακτικής των Φ.Ε., το πείραμα στην σχολική αίθουσα κατείχε πάντα κάποιο ρόλο. Στο εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας αλλά και στο προτεινόμενο από το αναλυτικό πρόγραμμα διδακτικό μοντέλο διδασκαλίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, το πείραμα αποτελεί σημαντικό μέσο για τη μάθηση των γνωστικών αντικειμένων των Φ.Ε. (Κώτσης 2005). Η πραγματοποίηση της παρούσης έρευνας με ερωτήσεις ανοικτού τύπου έδωσε τη δυνατότητα βαθύτερης διερεύνησης των ερωτημάτων σε σχέση με τις ποσοτικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν τις προηγούμενες δύο δεκαετίες. Η έρευνα επιβεβαιώνει μέσα από τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις των φοιτητών πως το πείραμα δεν συνιστά βασική πρακτική των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία της Φυσικής παρά μόνο από ελάχιστους. Τα ευρήματα της έρευνας αναδεικνύουν πολλούς



λόγους για τους οποίους οι Έλληνες εκπαιδευτικοί δεν κάνουν πειράματα και τα οποία είναι σύμφωνα και με άλλες έρευνες. Η ελλιπής επιστημονική κατάρτιση των εκπαιδευτικών, η ανασφάλεια και ο φόβος της μη επιτυχούς πειραματικής διαδικασίας ή του ατυχήματος, ο ελλιπής διδακτικός χρόνος και η πληθώρα της ύλης και τέλος οι υποδομές είναι κάποιοι από αυτούς. Επιπλέον, οι φοιτητές αναδεικνύουν όλα εκείνα τα στοιχεία που καθιστούν απαραίτητη την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής όπως η ενεργοποίηση του μαθητή, η καλύτερη κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων, η ανάπτυξη του επιστημονικού τρόπου σκέψης και δεξιοτήτων. Η μη αξιοποίηση του πειράματος στη διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο αποτελεί μια κατάσταση η οποία διαιωνίζεται με αποτέλεσμα το μάθημα των Φυσικών Επιστημών να κατατάσσεται πλέον στα δευτερεύοντα μαθήματα των εκπαιδευτικών (Στύλος, 2014).

5. Βιβλιογραφία

- Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α., Καλκάνης Γ. (2006). *Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω*. Βιβλίο Μαθητή και Τετράδιο Εργασιών Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων. Αθήνα
- Εμβαλωτής, Α., & Ζευγίτης, Θ. (2015). Ευρωπαϊκά Προγράμματα Κινητικότητας και η Συμβολή τους στη Διαμόρφωση 'Ευρωπαϊκής Ταυτότητας' στους Συμμετέχοντες Εκπαιδευτικούς: Η Περίπτωση των Σχολικών Συμπράξεων του Προγράμματος Comenius. *Επιστήμες Αγωγής, 1*, 36-65.
- Ισάρη, Φ., & Πούρκος, Μ. (2015). *Ποιοτική Μεθοδολογία Έρευνας: Εφαρμογές στην Ψυχολογία και την Εκπαίδευση*. ΣΕΑΒ, Αθήνα.
- Κουμαράς, Π. (2002). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη. Θεσσαλονίκη
- Κυριαζή, Ν. (2005). *Η κοινωνιολογική έρευνα. Κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Κώτσης, Κ. (2005). *Διδασκαλία της Φυσικής και Πείραμα*. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα
- Κώτσης Κ. & Μπασιάκος Γ. (2009). Οι στάσεις των εκπαιδευτικών της Α/θμιας Εκπ/σης στη χρήση πειραμάτων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, *Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φ.Ε. και Ν.Τ. στην Εκπαίδευση*, Παιδαγωγική Σχολή Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας Φλώρινα.
- Μπονίδης, Κ. (2004). *Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας, Διαχρονική εξέταση της σχετικής έρευνας και μεθοδολογικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Παρασκευάς, Π., & Τσίρος, Χ., (2011). Αντιλήψεις, στάσεις και απόψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το πείραμα στη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών. Μελέτη περίπτωσης, *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*, σελ. 571 - 579.
- Στύλος, Γ. (2014). *Στάσεις και πρακτικές των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Αθήνα: Κριτική.
- Χαλκιά, Κ. (1999). Το πείραμα στην καθημερινή σχολική πρακτική: Διερεύνηση των αντιλήψεων των στάσεων και των απόψεων των ελλήνων εκπαιδευτικών για τη διδακτική αξιοποίηση των πειραμάτων στο μάθημα της φυσικής. *Σύγχρονη εκπαίδευση, 107*, 81 – 90.



- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). *Research Methods in Education*. 6th edn. London: Routledge.
- Friese, S. (2012). *Qualitative data analysis with ATLAS.ti*. UK: SAGE Publications Limited.
- Koponen, I.T., & Mäntylä, T., (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. *Science & Education*, 15(1), 31-54, DOI: 10.1007/s11191-005-3199-6.



Η αγροβιοποικιλότητα στην ελληνική επαγγελματική εκπαίδευση: αντιλήψεις μαθητών του τομέα Γεωπονίας.

Μάρθα Ταμπάκη¹, Πηνελόπη Παπαδοπούλου²

¹Γεωπόνος – Εκπαιδευτικός, ΜΕδ, ²Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών σχετικά με την έννοια της αγροβιοποικιλότητας. Η διερεύνηση έγινε σε 89 μαθητές/τριες Β΄ και Γ΄ Λυκείου γεωπονικού τομέα σε τρία ΕΠΑ.Λ. Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο ανοιχτών και κλειστών ερωτήσεων. Τα ευρήματα δείχνουν ότι το ποσοστό των μαθητών/τριών που αντιλαμβάνονται την έννοια της αγροβιοποικιλότητας είναι πολύ μικρό. Έτσι, οι διαστάσεις της λίγες φορές γίνονται αντιληπτές από αυτούς. Επίσης, θεωρούν ότι στο σχολείο γίνεται αναφορά σχετικά με την αγροβιοποικιλότητα, αλλά παρόλα αυτά το ενδιαφέρον τους είναι μέτριο.

Λέξεις-κλειδιά: Αγροβιοποικιλότητα, μαθητές/τριες ΕΠΑ.Λ, σχολικά εγχειρίδια, βιοποικιλότητα.

Agrobiodiversity in Greek technological education: pupils' perceptions of Agriculture sector.

Martha Tampaki¹, Penelope Papadopoulou²

¹ *Agriculturist - Teacher, Med*, ² *University of Western Macedonia*

Abstract

This study investigates the perceptions of the pupils of the EPA.L on the meaning of agrobiodiversity. The research was made in 89 pupils of the 2nd and 3rd grade of agronomic field in three EPALs. A questionnaire of open and closed questions was used to collect the data. The findings show that the percentage of pupils who perceive the meaning of agrobiodiversity is small. Thus, its dimensions are often perceived by them. They also think that school is referring to agrobiodiversity, but their interest in it is mediocre.

Keywords: Agrobiodiversity, EPAL students, school textbooks, biodiversity.



1. Εισαγωγή

Βιοποικιλότητα είναι ο αριθμός και η ποικιλομορφία των γενών, των ειδών και των βιοκοινωνιών μέσα στο χώρο και στο χρόνο (Sepkoski 1997). Οι υπηρεσίες που παρέχονται στον άνθρωπο από τα οικοσυστήματα λόγω κυρίως της ύπαρξης της βιοποικιλότητας, διακρίνονται: α) σε υπηρεσίες παροχής βασικών στοιχείων επιβίωσης όπως είναι η τροφή, το καθαρό πόσιμο νερό, κ.α. β) Σε υπηρεσίες ρύθμισης, με στόχο την ισορροπία στα επίπεδα θερμοκρασίας, υγρασίας και εδαφικής δομής της περιοχής. γ) Σε υπηρεσίες υποστήριξης, που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού και των θρεπτικών συστατικών στα οικοσυστήματα και δ) σε υπηρεσίες πολιτισμού, που εμπεριέχουν κυρίως μη υλικά αγαθά σχετικά με το ανθρώπινο πνεύμα και τη ψυχική ανάταση (UNESCO 2010). Η αγροβιοποικιλότητα αποτελεί υποσύνολο της βιοποικιλότητας, ενώ παράλληλα, αντιπροσωπεύει τους γενετικούς πόρους για τη διατροφή και τη γεωργία και περιγράφεται με τις ακόλουθες τρεις κατηγορίες. (FAO 2005). Αρχικά, περιλαμβάνει ποικιλίες συγκομιζόμενων καλλιεργειών και φυλές ζώων μέσα στις καλλιεργούμενες εκτάσεις, στα δάση και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Επίσης περιλαμβάνει μη συγκομιζόμενα είδη στα οικοσυστήματα παραγωγής που υποστηρίζουν την παροχή τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των εδαφιαίων οργανισμών, όπως γαιοσκώληκες, επικονιαστών όπως οι μέλισσες κ.α. Και τέλος, χαρακτηρίζεται από μη συγκομιζόμενα είδη στο ευρύτερο περιβάλλον που υποστηρίζουν τα οικοσυστήματα παραγωγής τροφίμων (γεωργικά, ποιμενικά, δασικά και υδάτινα οικοσυστήματα) (FAO 2005). Στα πλαίσια της ενίσχυσης της αγροβιοποικιλότητας, το ίδρυμα Προστασίας Παγκόσμιας Ποικιλίας Καλλιεργειών οργανώνει συλλογή και διατήρηση σπόρων. Το συγκεκριμένο ίδρυμα δημιουργήθηκε από τον FAO και έχει αναλάβει την ευθύνη για τη διασφάλιση «της συντήρησης της βιοποικιλότητας των καλλιεργειών» (Μαρδύρης κ.ά. x.x). Ο συνολικός αριθμός βοτανικών φυτικών ειδών που καλλιεργούνται ως γεωργικά ή καλλιεργειών οπωροκηπευτικών υπολογίζεται σε περίπου 7.000. Ωστόσο, μόνο 30 μεγάλα είδη καλλιεργειών τροφοδοτούν τον κόσμο (Hammer et al. 2003). Για να καταλάβουμε καλύτερα το εύρος της αγροβιοποικιλότητας, ίσως αξίζει να την ορίσουμε ως τη βιοποικιλότητα που υπάρχει στα αγροτικά τοπία. Και να αναλογιστούμε ότι από το σύνολο της στεριάς του πλανήτη, το 27% καλλιεργείται και το 40% αποτελεί βοσκοτόπους. Δηλαδή, πάνω από το 65% της στεριάς είναι αγροτικά τοπία, που δέχονται κάποια διαχείριση σχετική με τη γεωργία (Αναστασιάδης 2010). Η γεφύρωση μεταξύ των φυσικών και κοινωνικών επιστημών στη μελέτη της αγροτικής βιοποικιλότητας θεωρείται ότι θα βελτιώσει την συμμετοχή των αγροτών στην εξεύρεση λύσεων με βάση τη βιοποικιλότητα για την αύξηση της γεωργικής παραγωγής με βιώσιμο τρόπο (Pretty & Smith 2004) και γι αυτό θεωρείται απαραίτητο αντικείμενο στην εκπαίδευση των νέων αγροτών. Έπειτα από λεπτομερή αναζήτηση σε ηλεκτρονικές βάσεις και μηχανές στο διαδίκτυο δεν εντοπίστηκαν έρευνες σχετικές με αντιλήψεις μαθητών σε σχέση με την αγροβιοποικιλότητα στην ελληνική και στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία. Παρόλα αυτά η ευρύτερη έννοια της βιοποικιλότητας εντοπίζεται σε έρευνα των (Yorek et al. 2008), όπου εξετάστηκαν οι αντιλήψεις 191 μαθητών Α΄ γυμνασίου για ορισμένες έννοιες που σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα, όπως είναι η ταξινόμηση έμβιων όντων, η ποικιλότητα έμβιων όντων και των στοιχείων του οικοσυστήματος και η έννοια της ζωής. Τα αποτελέσματα της μελέτης φανερώνουν ότι αν και οι απόψεις των μαθητών ως προς τα έμβια όντα και τη φύση περιείχαν μια ολιστική αντίληψη, οι αντιλήψεις τους για τα θέματα της διατροφής και της ροής της ενέργειας ήταν ανεπαρκής, και η ανθρωποκεντρική άποψη στην οποία τα ανθρώπινα όντα είναι το κέντρο της ζωής φαίνεται να είναι ευρέως διαδεδομένη μεταξύ τους. Το 2010 οι Nates, Campos, & Lindemann-Matthies μελέτησαν πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται τα ιθαγενή και τα εξωτικά είδη. Με τη χρήση ενός ερωτηματολογίου, 865 μαθητές κλήθηκαν να ονομάσουν το φυτό και το ζώο που τους αρέσει περισσότερο, που δεν τους αρέσει, ποια από αυτά θεωρούνται πιο χρήσιμα, να αναφέρουν τοπικά είδη και να περιγράψουν τις χρήσεις τους στην περιοχή. Κατά τη διάρκεια της μελέτης, οι μαθητές ονόμασαν μια σημαντική ποικιλία ζώων και φυτών. Τέλος, σε μια άλλη μελέτη (Hodges 2016) ζητήθηκε από τους



εκπαιδευόμενους να αναγνωρίσουν τη βιοποικιλότητα, με την προβολή κάποιων διαφανειών. Αυτή η πολύ απλή εργασία βοήθησε τους μαθητές να εκτιμήσουν καλύτερα τη βιοποικιλότητα, να ασχοληθούν βαθύτερα με το υλικό των μαθημάτων, και να αφοσιωθούν περισσότερο σε δραστηριότητες διατήρησης.

2. Μεθοδολογία

2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η καταγραφή της παρουσίας της έννοιας της αγροβιοποικιλότητας και των σχετικών με αυτήν διαστάσεων και θεμάτων στην επαγγελματική εκπαίδευση. Και ειδικότερα στον τομέα της Γεωπονίας των ΕΠΑ.Λ.

2.2 Ερευνητικά ερωτήματα

1. Οι μαθητές/τριες των ΕΠΑ.Λ γνωρίζουν την έννοια «Αγροβιοποικιλότητα»;
2. Οι μαθητές/τριες των ΕΠΑ.Λ είναι εξοικειωμένοι με τοπικές φυλές ζώων και ποικιλίες φυτών;
3. Ενδιαφέρει τους μαθητές/τριες των ΕΠΑ.Λ η ενασχόληση με την τοπική αγροβιοποικιλότητα;
4. Οι μαθητές/τριες των ΕΠΑ.Λ αντιλαμβάνονται την σημασία της αγροβιοποικιλότητας για τη βιώσιμη ανάπτυξη (περιβαλλοντική, οικονομική, κοινωνικοπολιτική διάσταση);

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής θα παρουσιαστούν δεδομένα και αποτελέσματα για τα πρώτα 3 ερευνητικά ερωτήματα.

2.3 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 89 μαθητές εκ των οποίων 67 είναι αγόρια και 22 είναι κορίτσια των Β και Γ τάξεων από τον τομέα της Γεωπονίας τριών Επαγγελματικών Λυκείων (ΕΠΑ.Λ).

2.4 Ερευνητικά εργαλεία

Το ερευνητικό εργαλείο της εργασίας είναι ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο αποτελείται από 21 ερωτήσεις κλειστού τύπου, 11 από τις οποίες περιέχουν επεξηγηματική συνέχεια της ερώτησης όπου ο μαθητής/τρια καλείται να εξηγήσει την απάντησή του/της. Αρχικά, το πλήθος των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ήταν 20. Η διατύπωση των ερωτήσεων ήταν αρκετά απλή χωρίς χρήση πολλών επιστημονικών όρων, ώστε οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να τις κατανοήσουν πλήρως. Η επιλογή των συγκεκριμένων ερωτήσεων έγινε στο πλαίσιο των θεματικών αξόνων που οριοθετήθηκαν ώστε να δημιουργηθεί το εργαλείο. Στη συνέχεια, επιλέχθηκε ένας μικρός αριθμός μαθητών ΕΠΑΛ, 5 μαθητές, ώστε να διεξαχθεί πιλοτική μελέτη, προκειμένου να εντοπιστούν τυχόν παραλείψεις, λάθη ή δυσκολίες στην κατανόηση στην αρχική μορφή του ερωτηματολογίου. Μετά την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων το ερωτηματολόγιο αναθεωρήθηκε κυρίως σε θέματα όπως η διατύπωση του όρου της αγροβιοποικιλότητας στα ερωτήματα. Κάποιοι από τους μαθητές δεν γνώριζαν καθόλου τον όρο. Έτσι, δόθηκε μεγαλύτερη σημασία σε αυτά τα ερωτήματα που θεωρήθηκε ότι προκάλεσαν σύγχυση στους μαθητές/μαθήτριες και δεν δόθηκαν απαντήσεις. Τα συμπεράσματα από την πιλοτική εφαρμογή συνέβαλαν στην αναδιαμόρφωση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου και στην μετέπειτα τελική μορφή του. Έτσι, οι επιμέρους ερωτήσεις σχηματίστηκαν με νέα διατύπωση ώστε οι μαθητές/τριες να έχουν την ευκαιρία να απαντήσουν ακόμη κι αν δεν είχαν ξανακούσει τον όρο αγροβιοποικιλότητα. Ως προς την



εγκυρότητα του εργαλείου, η τελική επεξεργασία του και η διατύπωση των ερωτήσεων σε όλα τα στάδια των πιλοτικών εφαρμογών έγινε με την βοήθεια δυο εκπαιδευτικών/ερευνητών, ενός γεωπόνου και μιας βιολόγου με εμπειρία σε θέματα βιοποικιλότητας ή αγροβιοποικιλότητας. Ως προς την αξιοπιστία του, το εργαλείο καθώς είχε πολλές ανοιχτές ερωτήσεις δεν έγινε κάποιο τεστ αξιοπιστίας π.χ. Cronbach α, όμως οι επεξεργασίες των ανοιχτών ερωτήσεων έγινε με συζήτηση μέχρι τελικής συμφωνίας 2 ερευνητών.

2.5 Συλλογή δεδομένων

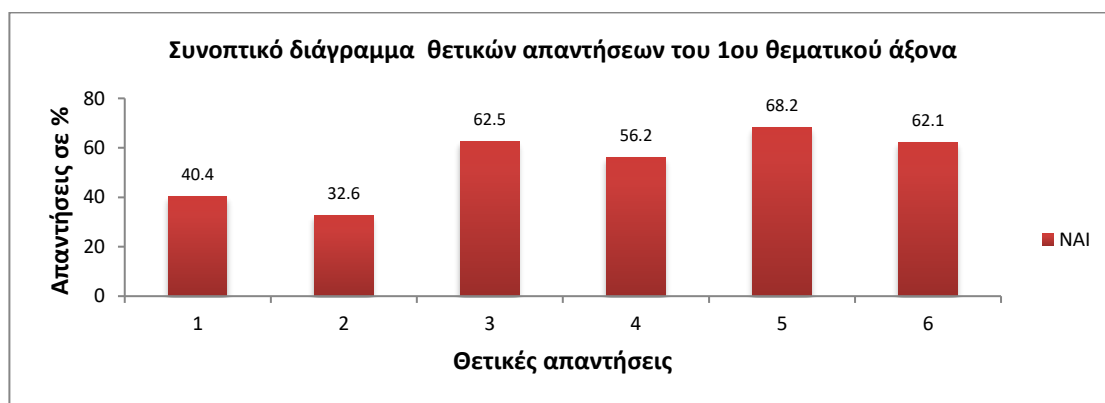
Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε αφού λήφθηκε η απαραίτητη άδεια από τον υπεύθυνο καθηγητή. Έτσι, δόθηκαν τα ερωτηματολόγια στους μαθητές/τριες κατά τη διάρκεια μιας διδακτέας ώρας και η διάρκεια συμπλήρωσης τους ορίστηκε γύρω στα 20 λεπτά.

2.6 Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα από τα ερωτηματολόγια που δόθηκαν στους μαθητές είναι ποσοτικά, που αφορούν τις απαντήσεις στις ερωτήσεις κλειστού τύπου και ποιοτικά, που αφορούν τις απαντήσεις σε επί μέρους επεξηγηματικές ερωτήσεις. Για την ανάλυση και την παρουσίαση των ποσοτικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα IBM SPSS Version 22 και το Microsoft excel 2010. Για την ανάλυση των ποιοτικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε μέθοδος διαρκούς σύγκρισης (constant comparison method) έτσι όπως χρησιμοποιείται στην μέθοδο της θεμελιωμένης θεωρίας (grounded theory).

3. Αποτελέσματα

Διάγραμμα 1: Θετικές απαντήσεις του 1^{ου} θεματικού άξονα «Η έννοια της αγροβιοποικιλότητας»

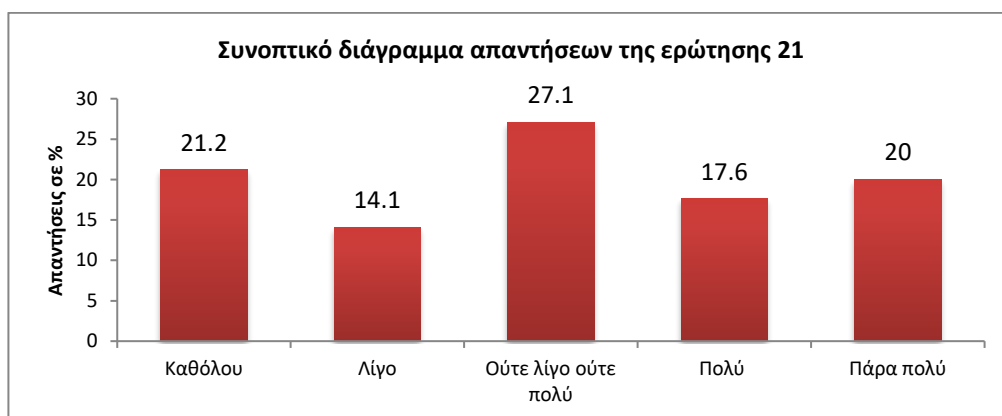


Όσο αφορά το 1^ο ερευνητικό ερώτημα, από το Διάγραμμα 1 προκύπτουν τα εξής. Στην ερώτηση 1 που αφορά την βιοποικιλότητα μόνο το 40% των μαθητών δηλώνει ότι γνωρίζει την έννοια. Στην ερώτηση 2, μόνο ένας στους/ις τρεις μαθητές/τριες αναγνωρίζουν τον όρο αγροβιοποικιλότητα. Χαρακτηριστικές απαντήσεις μαθητών/τριών: «το σύνολο των γεωργικών ειδών», «όλα τα είδη που συμβιώνουν σε μια περιοχή μαζί με αυτά που τα φυτεύουμε για παραγωγή».



Όσο αφορά το 2ο ερευνητικό ερώτημα, από το Διάγραμμα 1 προκύπτουν τα εξής. Στην ερώτηση 3, σχεδόν το 60% των μαθητών/τριών γνωρίζουν εκτρεφόμενα ζώα που ανήκουν σε ντόπιες φυλές. Ενώ, στην ερώτηση 4, οι μισοί από το σύνολο των μαθητών/τριών γνωρίζουν καλλιεργούμενους παραδοσιακούς σπόρους. Στην ερώτηση 5, κοντά στο 70% του συνόλου των μαθητών/τριών γνωρίζουν ποικιλίες καλλιεργούμενων φυτών στην περιοχή τους. Τέλος, στην ερώτηση 6 κοντά στο 60% του συνόλου των μαθητών/τριών γνωρίζουν εκτρεφόμενες φυλές ζώων στην περιοχή τους.

Διάγραμμα 2: Ερώτηση 21: «Πόσο σου αρέσει/σε ενδιαφέρει να μαθαίνεις/να παρατηρείς/να γνωρίζεις την ποικιλία των ζωντανών οργανισμών που βρίσκονται στην περιοχή σου;»



Όσο αφορά το 3^ο ερευνητικό ερώτημα, από το Διάγραμμα 2 προκύπτουν τα εξής. Στην ερώτηση 21 που αφορά το ενδιαφέρον για την τοπική αγροβιοποικιλότητα οι μαθητές/τριες είτε είναι τελείως αρνητικοί, είτε πάρα πολύ θετικοί με την ενασχόληση τους με την ποικιλία των ζωντανών οργανισμών που βρίσκονται στην περιοχή τους. Όμως το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρείται στο μέσο, όπου οι συμμετέχοντες εμφανίζουν μέτριο ενδιαφέρον. Οπότε, γίνεται αντιληπτό ότι αρκετοί είναι και οι αναποφάσιστοι σε σχέση με θέματα αγροβιοποικιλότητας.

4. Συμπεράσματα

Όπως προαναφέρθηκε οι μαθητές/τριες δεν αντιλαμβάνονται επαρκώς την έννοια της αγροβιοποικιλότητας. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί ποικιλοτρόπως. Αρχικά, δεν γίνεται επαρκής αναφορά της έννοιας στα ίδια τα σχολικά εγχειρίδια. Με αποτέλεσμα οι μαθητές/τριες να μην έχουν την ευκαιρία να εντοπίσουν τον ορισμό και την σημασία της αγροβιοποικιλότητας.

Όμως, οι μαθητές/τριες είναι εξοικειωμένοι με τοπικές φυλές ζώων και ποικιλίες φυτών. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι βρίσκονται κι εργάζονται κάποιοι σε αγροτικές περιοχές και πολλοί από αυτούς προέρχονται από αγροτικές οικογένειες.

Σε σχέση με το ενδιαφέρον τους για την αγροβιοποικιλότητα, οι μαθητές/τριες δεν παρουσιάζουν μια δυναμική εικόνα στις απόψεις τους. Αυτό μπορεί να ερμηνεύεται από το γεγονός ότι δεν γνωρίζουν ακριβώς την έννοια και την σημασία της αγροβιοποικιλότητας, οπότε και δεν μπορούν να δείξουν ενδιαφέρον για να ασχοληθούν με θεματολογία αντίστοιχη στην περιοχή τους. Παράλληλα, υπάρχει και



το ενδεχόμενο κάποιοι από τους μαθητές/τριες να επιθυμούν να απομακρυνθούν από τον αγροτικό τομέα και να ονειρεύονται μια επαγγελματική αποκατάσταση μακριά από αυτόν.

5. Βιβλιογραφία

Αναστασιάδης, Μ. (2010). Αγρο-Βιοποικιλότητα. <https://nomosphysis.org.gr/12123/agro-biopoikilotita-ioulios-2010/>

Μαρδύρης, Θ. Α., Αντωνίου, Ν., Γρηγορίου, Μ., Ατζέμη, Α., Τζέρπος, Κ., Πισιώτη, Α., και συν. (χ.χ). Γεωργία και Περιβάλλον. Ανάκτηση Αύγουστος 2, 2017, από http://www.geoperi.gr/documents/Viopoikilotita_kai_georgia.pdf: <http://www.geoperi.gr/>

FAO. (2005). Building on Gender, Agrobiodiversity and Local Knowledge. A Training Manual. <http://www.fao.org/3/a-y5956e.pdf>

Hammer, K., Arrowsmith, N., & Gladis, T. (2003). Agrobiodiversity with emphasis on plant genetic resources. *Naturwissenschaften*, 90, 241-250.

Hodges, K. E. (2016). Enhancing student engagement and learning via the optional Biodiversity Challenge. *Global Ecology and Conservation*, 5, 100-107.

Nates, J., Campos, C., & Lindemann-Matthies, P. (2010). Students' perception of plant and animal species: a case study from rural Argentina. *Applied Environmental Education and Communication*, 9, 131-141.

Pretty, J., & Smith, D. (2004). Social capital in biodiversity conservation and management. *Conservation Biology*, 18, 631-638. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00126.x>

Sepkoski, J. J. (1997). Biodiversity: past, present and future. *Journal of Paleontology*, 4, 533-539.

UNESCO. (2010). Biodiversity is life is our life. France.

Yorek, N., Aydin, H., Ugulu, I., & Dogan, Y. (2008). An investigation on students' perceptions of biodiversity. *Natura Montenegrina*, 9, 973-981.



Αντιλήψεις μαθητών Γυμνασίου για τα σιδηρομαγνητικά υλικά

Μαρία Τσέτσερη¹, Κατερίνα Σάλτα², Δημήτρης Σταύρου³

¹Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ²Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ³Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Ο μαγνητισμός αποτελεί ένα επιστημονικό πεδίο που εντυπωσιάζει και οδηγεί σε πλήθος τεχνολογικών εφαρμογών. Ειδικότερα στον τομέα της έρευνας των υλικών, μαγνητικά υλικά σε επίπεδο νανοκλίμακας αλλά και σε ατομικό επίπεδο υπόσχονται διατάξεις με ξεχωριστές ιδιότητες. Κατά την πραγματοποίηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, που είχαν ως σκοπό την διερεύνηση των αλλαγών των ιδιοτήτων υλικών σωμάτων σε επίπεδο Νανοκλίμακας, συγκεντρώθηκαν σχέδια μαθητών που απεικόνιζαν το εσωτερικό σιδηρομαγνητικών υλικών καθώς και τις αλληλεπιδράσεις τους με μαγνήτες. Η ποιοτική ανάλυση των σχεδίων αυτών, εστιάζοντας στα στοιχεία και τους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές επιλέγουν να απεικονίσουν τα υπό μελέτη υλικά, ανέδειξε τις σχετικές αντιλήψεις τους, οι οποίες παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

Λέξεις-κλειδιά: μαγνητικές ιδιότητες, νανοκλίμακα, μαγνητικά ρευστά, σχέδια μαθητών

Middle school students' conceptions about ferromagnetic materials

Maria Tsetseri¹, Katerina Salta², Dimitris Stavrou³

¹Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens; ²Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens; ³Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

Magnetism is a field in science that fascinates almost everybody and leads to a variety of applications. During the conductance of educational activities which aimed to the investigation of the changes in material properties as the nanoscale was approached, interesting drawings of students were gathered, representing ferromagnetic materials and their interaction with magnets. The qualitative analysis of these drawings focusing on elements and ways students use to describe the materials under study revealed students' relative conceptions, which are presented in this study.

Keywords: magnetic properties, nanoscale, ferrofluid, students' drawings



1. Εισαγωγή

Ο μαγνητισμός συνδέεται με φαινόμενα, όπου από την αρχαιότητα, απασχόλησαν τους επιστήμονες και οδήγησαν σε επαναστασιακές τεχνολογικές εφαρμογές. Οι πρώτες προσπάθειες ερμηνείας των μαγνητικών ιδιοτήτων ξεκινούν από την εποχή των προσωκρατικών φιλοσόφων, όπου ο Θαλής (600 π.Χ.) αντιμετώπισε τα ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα ενιαία, αποδίδοντας σε αυτά κοινή φύση. Ο Πλάτωνας, αναπτύσσοντας ένα μοντέλο ερμηνείας, απέδωσε την «αρετή έλξης», που εμφανίζουν ο μαγνήτης και το κεχριμπάρι σε κινήσεις κάποιας αόρατης ύλης (Seroglou, et al. 1998). Στη μελέτη του μαγνητισμού κατά τους νεότερους χρόνους, σταθμό απετέλεσε το 1600 το έργο *De Magnete (On Magnets)* του W.Gilbert, όπου μέσω πειραματισμού ελέγχθηκαν σύνθετες υποθέσεις (Cassidy et al. 2002). Χρησιμοποιώντας το πρωτοποριακό έργο των Oersted, Ampere, Henry και Faraday, ο Maxwell το 1864 διατύπωσε τις «Γενικές Εξισώσεις του Ηλεκτρομαγνητικού Πεδίου» στο άρθρο του «*A Dynamic Theory of the Electromagnetic Field*» προτείνοντας την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, σηματοδοτώντας τη σύγχρονη εποχή των τεχνολογικών εφαρμογών. Η εμφάνιση μαγνητικών ιδιοτήτων σε συγκεκριμένα υλικά εντυπωσιάζει και προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης.

Έρευνες στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ασχολήθηκαν με τον μαγνητισμό, καταγράφοντας μοντέλα περιγραφής των μαγνητικών φαινομένων (Borges & Gilbert 1998). Τα πέντε μοντέλα που προτάθηκαν ακολουθούν κλιμάκωση από μία απλή περιγραφή των αποτελεσμάτων σε μοντέλο με όρους πεδίου. Η αναζήτηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και η προσπάθεια ανασκευής τους στη περίπτωση του μαγνητισμού έχει προταθεί (Seroglou, et al. 1998) να συνδεθεί με πρώιμες επιστημονικές ιδέες που αντλούνται από την ιστορία των Φυσικών Επιστημών. Οι αναπαραστάσεις μαθητών ηλικίας 15-17 ετών, η δημιουργία μοντέλων, που παρουσιάζουν συνοχή και συνέχεια, για την εξήγηση του μαγνητισμού, καθώς και η σχέση τους με βασικά στοιχεία των ιστορικών μοντέλων των Φυσικών Επιστημών διερευνήθηκαν από τους Voutsina & Ravanis το 2011. Τα αποτελέσματά τους ταξινομούνται σε άξονες αναφορικά με τις αναπαραστάσεις και την εμφάνιση μαγνητικών ιδιοτήτων, τις αναπαραστάσεις του μαγνητικού πεδίου και τις αναπαραστάσεις της σχέσης μαγνητισμού και ηλεκτρισμού. Η ανάπτυξη μοντέλων επεξήγησης της μαγνητικής συμπεριφοράς από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχει καταγραφεί (Cheng & Brown 2010), καθώς και η αναθεώρησή τους προς το επιστημονικό μοντέλο των μαγνητικών περιοχών Weiss έχει μελετηθεί κατά τη διεξαγωγή διδακτικού πειράματος (Cheng & Brown 2015). Σε αυτό παρατηρήθηκαν τρία επίπεδα επεξήγησης των μαγνητικών φαινομένων, το περιγραφικό, το στατικό και το δυναμικό. Στα δύο τελευταία διέκριναν την χρήση αόρατων στοιχείων είτε σε μακροσκοπικό είτε σε μικροσκοπικό επίπεδο. Ο τρόπος που αντιλαμβάνονται οι φοιτητές την απόκριση των υλικών στην παρουσία ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων απασχόλησε τους ερευνητές (Mitchem et al. 2017).

Πρόσφατα, σημαντικός αριθμός ερευνητικών εργασιών έχουν πραγματοποιηθεί με σκοπό την παρουσίαση καινοτόμων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων που αφορούν βασικές έννοιες επιστημονικού και τεχνολογικού ενδιαφέροντος, όπως θέματα Νανοτεχνολογίας (π.χ. Stavrou et al. 2015) και ειδικότερα θέματα Νανοτεχνολογίας στην περιοχή του μαγνητισμού (π.χ. Sederberg & Bryan 2010). Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας, διερευνήθηκε η δυνατότητα ένταξης στο Γυμνάσιο της αλλαγής των ιδιοτήτων των υλικών σωμάτων όταν το μέγεθός τους προσεγγίζει το επίπεδο της νανοκλίμακας (Τσέτσερη κ.ά, 2018). Σε συνέχεια αυτής της εργασίας, η παρούσα εστιάζει στην μελέτη των απεικονίσεων συνηθισμένων σιδηρομαγνητικών υλικών αλλά και «εξεζητημένων» μαγνητικών υγρών από τους μαθητές με σκοπό να αναδειχθούν οι ιδέες τους για τα μαγνητικά υλικά.



Η σχολαστική μελέτη των σχεδίων των μαθητών κατηύθυνε την έρευνά μας στο να διατυπώσουμε τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- Πώς οι μαθητές Γυμνασίου αντιλαμβάνονται υλικά που εμφανίζουν μαγνητικές ιδιότητες;
- Πώς οι μαθητές Γυμνασίου αντιλαμβάνονται τις αλληλεπιδράσεις των υλικών αυτών με μαγνήτες;

2. Μεθοδολογία

A. Θεωρητικό Πλαίσιο

Μία σημαντική επιδίωξη των ερευνητών της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών είναι η βελτίωση των εκπαιδευτικών πρακτικών. Σε αυτήν την κατεύθυνση σημαντικό μεθοδολογικό πλαίσιο έρευνας αποτελεί το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης, που αναπτύχθηκε για να εξεταστεί αν είναι εκπαιδευτικά αξιόλογο και δυνατό να διδαχθούν συγκεκριμένα επιστημονικά αντικείμενα (Duit et al. 2012). Εργαζόμενοι στα πλαίσια του Μοντέλου της Διδακτικής Αναδόμησης αναπτύξαμε μια σειρά δραστηριοτήτων που διερευνούν την δυνατότητα ένταξης διδακτικών ενοτήτων που αναφέρονται στην αλλαγή των ιδιοτήτων σε επίπεδο Νανοκλίμακας. Κατά την πραγματοποίηση αυτών των δραστηριοτήτων, οι μαθητές κλήθηκαν να σχεδιάσουν σιδηρομαγνητικά υλικά εκμεταλλευόμενοι την διαίσθηση και την φαντασία τους (Cheng & Brown 2010). Η δημιουργία οπτικοποιήσεων αποτελεί βασική διεργασία στην επιστημονική σκέψη. Ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα σχέδια των μαθητών πρέπει ρητώς να αναγνωριστούν ως θεμελιώδης παράμετρος στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών μαζί με τη γραφή, την ανάγνωση και τον προφορικό λόγο (Ainsworth et al. 2011).

B. Εμπειρικό Μέρος

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο 3^ο τρίμηνο του σχολικού έτους 2015-16 και συμμετείχαν 21 μαθητές και μαθήτριες της Β' και Γ' τάξης του Γυμνασίου. Οι μαθητές κλήθηκαν, στα πλαίσια μίας εκ των δραστηριοτήτων, να σχεδιάσουν το εσωτερικό σιδηρομαγνητικών υλικών καθώς και να περιγράψουν και να σχεδιάσουν την αλληλεπίδραση ισχυρού μαγνήτη με ρινίσματα σιδήρου και με μαγνητικό υγρό (ferrofluid). Κάθε μαθητής σχεδίασε τρεις αναπαραστάσεις (Σχ.Α.: το εσωτερικό σιδηρομαγνητικού υλικού, Σχ.Β.: την αλληλεπίδραση ρινισμάτων και μαγνητικού ρευστού με μαγνήτη, Σχ. Γ.: το εσωτερικό μαγνητικού ρευστού). Οι αναπαραστάσεις των μαθητών αναλύθηκαν ποιοτικά (Miles & Huberman 1994).

3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν τα ακόλουθα ευρήματα:

A. Εσωτερικό σιδηρομαγνητικού υλικού και εμφάνιση μαγνητικών ιδιοτήτων

Οι μισοί μαθητές που σχεδίασαν ένα σιδηρομαγνητικό υλικό (εννέα μαθητές σε σύνολο δεκαεννέα, καθώς δύο δήλωσαν αδυναμία να σχεδιάσουν το εσωτερικό των υλικών αυτών), χρησιμοποίησαν ένα μαγνήτη, ένα εξωτερικό δηλαδή αίτιο που οδηγεί στην εκδήλωση των μαγνητικών ιδιοτήτων (Εικόνα 1α). Πέντε μαθητές επέλεξαν να περιγράψουν το εσωτερικό των υπό μελέτη υλικών παραθέτοντας ένα



σιδηρομαγνητικό σε αντιδιαστολή με ένα μη σιδηρομαγνητικό. Ένας σημαντικός αριθμός εννέα μαθητών συνδέει τη μαγνητική συμπεριφορά με τα ηλεκτρικά φορτία. Οι μαθητές στην αναζήτηση ενός εσωτερικού αιτίου εκδήλωσης μαγνητικών ιδιοτήτων, σχεδιάζουν κινούμενα φορτία (ηλεκτρόνια), υλικά με περίσσεια ή έλλειμμα ηλεκτρονίων, υλικά με όμοια ή ανόμοια ως προς το μαγνήτη φορτία και ειδικότερα σε ένα σχέδιο παρατηρούμε ηλεκτρικά δίπολα. Ενδεικτικά παραθέτουμε στην Εικόνα 1β χαρακτηριστικό σχέδιο όπου τα ηλεκτρόνια έλκονται από τον «θετικό» πόλο του μαγνήτη. Η σύνδεση των μαγνητικών ιδιοτήτων με τα ηλεκτρικά φορτία είναι ένα εύρημα που συναντάται στη βιβλιογραφία (Borges & Gilbert 1998, Cheng & Brown 2010, Seroglou, et al. 1998, Voutsina & Ravanis 2011).

Στην εργασία των Borges & Gilbert ένα εκπληκτικό, κατά τους συγγραφείς, στοιχείο είναι η συχνότητα εξήγησης του μαγνητισμού με όρους ηλεκτρισμού. Σε μοντέλο που προτείνεται από μαθητές 15-18 ετών, ο μαγνητισμός εξηγείται από την έλξη μεταξύ ανόμοιων ηλεκτρικών φορτίων και οι μαγνητικοί πόλοι είναι περιοχές «ελλείμματος ή περίσσειας ηλεκτρισμού», ενώ σε άλλο μοντέλο των ερευνητών ο μηχανισμός εμφάνισης μαγνητικών ιδιοτήτων συνδέεται με την ηλεκτροστατική όπου ηλεκτρικά δίπολα προσανατολίζονται από το μαγνήτη. Το τελευταίο εύρημα, το μοντέλο των ηλεκτρικών διπόλων, που έχει, όπως και τα προηγούμενα, καταγραφεί και στα αποτελέσματα που παρουσιάζουμε, προσομοιάζει με το ιστορικό μοντέλο του Coulomb για τον μαγνητισμό που πρότεινε την ύπαρξη μόνιμων μαγνητικών διπόλων στο εσωτερικό ενός μαγνήτη.

Ανάλογα ευρήματα καταγράφηκαν στην εργασία των Voutsina και Ravanis (2011), όπου προκύπτουν μοντέλα που συνδέουν τη μαγνητική συμπεριφορά με την κίνηση των ηλεκτρονίων, τη δημιουργία μαγνητικών διπόλων από κατανομή ηλεκτρονίων και την ύπαρξη αντίθετων φορτίων στους πόλους του μαγνήτη.

Εικόνα 1: Αντιλήψεις μαθητών για το εσωτερικό σιδηρομαγνητικού υλικού (Σχ.Α)



Εκείνο που προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα αποτελέσματά μας, είναι ότι ένας αριθμός επτά μαθητών προσπαθώντας να αναζητήσει το εσωτερικό αίτιο, επιλέγει να περιγράψει το εσωτερικό των υλικών αυτών, συνδέοντας τη διαφορετικότητά τους, με διαφορετικά χαρακτηριστικά των ατόμων που τα αποτελούν. Από αυτούς τους μαθητές, οι τέσσερις συνδέουν τα άτομα των υλικών αυτών με δεσμούς δημιουργώντας συσσωματώματα (clusters), ένας μαθητής σχεδιάζει ένα άτομο με την αναπαράσταση του πλανητικού μοντέλου, ενώ δύο μαθητές σχεδιάζουν μικρούς μαγνήτες μέσα στον πυρήνα των ατόμων (Εικόνα 1γ). Παρατηρούμε ομοιότητες με τα μοντέλα των Borges & Gilbert όπου σε ένα από αυτά, ο μαγνητισμός αποδίδεται στην εσωτερική οργάνωση των ατόμων ή των μορίων του μαγνήτη ακολουθώντας ειδικά πρότυπα. Η ύπαρξη μικρών μαγνητών, που καταγράψαμε στα αποτελέσματά μας,

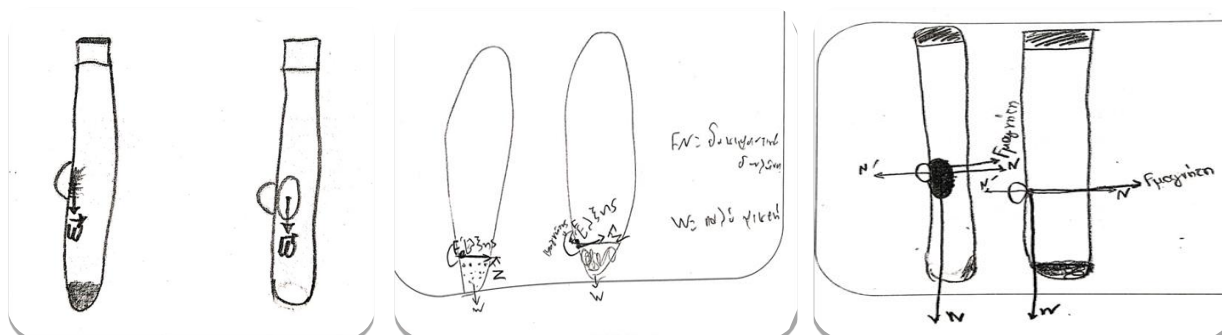


μπορεί να συνδεθεί με το ιστορικό μοντέλο του Ampere όπου τα σιδηρομαγνητικά υλικά συμπεριφέρονται ως «μικροί μαγνήτες», εξαιτίας μοριακών κυκλικών ρευμάτων.

Β. Αλληλεπιδράσεις μαγνήτη με ρινίσματα σιδήρου και μαγνητικό ρευστό

Κατά την ανάλυση του Σχ.Β που απεικονίζει τις αλληλεπιδράσεις μαγνήτη με τα δύο υλικά η πρώτη κατηγορία ταξινόμησης των χαρακτηριστικών των σχεδίων ήταν η εμφάνιση ή όχι δυνάμεων στην αλληλεπίδραση των υλικών με τον μαγνήτη (Εικόνα 2α, και Εικόνες 2β, 2γ αντίστοιχα). Η πλειονότητα των μαθητών (15 μαθητές) σχεδιάζει δυνάμεις μεταξύ των μαγνητών και των μαγνητικών υλικών. Στην περίπτωση που οι μαθητές σχεδίαζαν δυνάμεις καταγράψαμε τον αριθμό των δυνάμεων που σχεδίασαν και την διαφοροποίηση μεταξύ των δυνάμεων αυτών στα διαφορετικά υλικά και στην κλίμακα σχεδίασης. Παρατηρούμε ότι η πλειονότητα των μαθητών (11 μαθητές) δεν διαφοροποιούν τις δυνάμεις μεταξύ των μαγνητών και των μαγνητικών υλικών (Εικόνα 2β), ενώ τέσσερις μαθητές σχεδιάζουν διαφορετικές δυνάμεις μεταξύ στερεού και υγρού (Εικόνα 2γ).

Εικόνα 2: Αλληλεπιδράσεις μαγνήτη με ρινίσματα σιδήρου και μαγνητικό ρευστό (Σχ.Β)



(α) Έλλειψη σχεδίασης μαγνητικών δυνάμεων

(β) Μη διαφοροποίηση δυνάμεων μεταξύ μαγνήτη και ρινισμάτων και μαγνητικού ρευστού

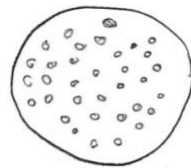
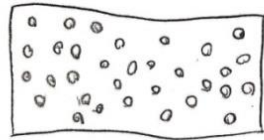
(γ) Διαφοροποίηση δυνάμεων μεταξύ μαγνήτη και ρινισμάτων και μαγνητικού ρευστού

Γ. Διάκριση μαγνητικού στερεού από μαγνητικό ρευστό.

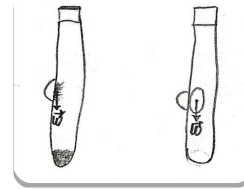
Κατά την ανάλυση του Σχ.Γ που απεικονίζει το εσωτερικό μαγνητικού ρευστού οι άξονες κατηγοριοποίησης των δεδομένων συμπεριλαμβάνουν την διάκριση του στερεού (Σχ.Α) από το υγρό (Σχ. Γ), την επιλογή ή όχι μακροσκοπικών χαρακτηριστικών για την διάκριση μεταξύ τους και την ύπαρξη ή όχι ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των ατόμων που αποτελούν το μαγνητικό υγρό. Παρατηρούμε ότι μικρός αριθμός μαθητών (4 σε σύνολο 16 μαθητών) διακρίνει το στερεό από το ρευστό μαγνητικό υλικό με βάση μακροσκοπικά χαρακτηριστικά (Εικόνα 3α) χωρίς να διαφοροποιεί τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά (Εικόνα 3β).



Εικόνα 3: Διάκριση μεταξύ στερεού (Σχ.Α) και υγρού μαγνητικού υλικού (Σχ.Γ) χωρίς διαφοροποίηση μικροσκοπικών χαρακτηριστικών



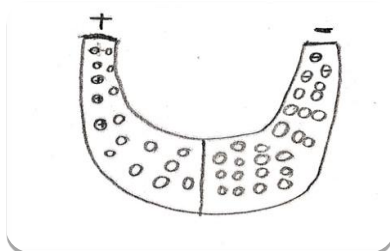
(α) Διαφοροποίηση στερεού από υγρό με βάση μακροσκοπικά χαρακτηριστικά



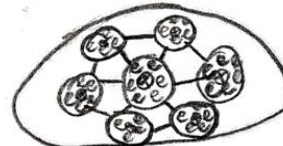
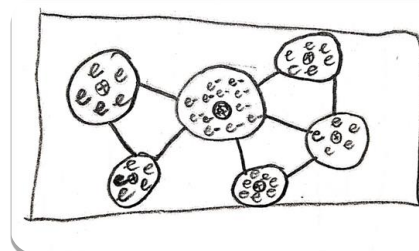
(β) Διαφοροποίηση στερεού από υγρό με διατήρηση μικροσκοπικών χαρακτηριστικών

Η πλειονότητα των μαθητών αναζήτησε την διάκριση των στερεών από τα ρευστά μαγνητικά υλικά σε μικροσκοπικά χαρακτηριστικά σχεδιάζοντας τα μαγνητικά ρευστά είτε πιο πυκνά (Εικόνα 4α) είτε αλληλεπιδρώντα ισχυρότερα (Εικόνα 4β).

Εικόνα 4: Διάκριση μεταξύ στερεού (Σχ. Α) και μαγνητικού υγρού (Σχ.Γ) με βάση μικροσκοπικά χαρακτηριστικά



(α) Μαγνητικό ρευστό πυκνότερο



(β) Ισχυρότερη αλληλεπίδραση σε μαγνητικό υγρό.



4. Συμπεράσματα

Από την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέξαμε, διαφαίνεται ότι αρκετοί από τους μαθητές του δείγματος χρησιμοποιούν μικροσκοπικά χαρακτηριστικά για την περιγραφή της συμπεριφοράς των υλικών, και περιγράφουν τις αλληλεπιδράσεις χρησιμοποιώντας δυνάμεις. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αντιλήψεις τους για την εκδήλωση των μαγνητικών ιδιοτήτων. Σε αυτές εμφανίζονται δύο κατηγορίες αιτίων: (α) τα εξωτερικά (π.χ. ένας μαγνήτης) και (β) τα εσωτερικά αίτια, όπως μια εγγενής ιδιότητα (μικροί μαγνήτες μέσα στον πυρήνα των ατόμων), η δομή (άτομα δημιουργούν με δεσμούς συσσωματώματα) και τα ηλεκτρικά φορτία. Οι αναπαραστάσεις των μαθητών σε μικροσκοπικό επίπεδο έχουν κοινά χαρακτηριστικά με μοντέλα που έχουν αναδειχθεί από προηγούμενες μελέτες (Borges & Gilbert 1998, Cheng & Brown 2015, Voutsina & Ravanis 2011).

Γενικά, οι μαθητές φαίνεται να καταφεύγουν σε θεωρήσεις του στατικού ηλεκτρισμού για να εξηγήσουν τις μαγνητικές ιδιότητες των υλικών (Borges & Gilbert 1998, Sederberg & Bryan 2010).

Όσον αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών για τις αλληλεπιδράσεις, φαίνεται να χρησιμοποιούν δυνάμεις για να τις περιγράψουν, χωρίς να διαφοροποιούν την απεικόνισή τους ανάμεσα στο στερεό και το υγρό. Το μαγνητικό υγρό διακρίνεται από το μαγνητικό στερεό με βάση μικροσκοπικά χαρακτηριστικά, τα υγρά απεικονίζονται πυκνότερα και με δομικές μονάδες που αλληλεπιδρούν ισχυρότερα (Sederberg & Bryan 2010).

5. Βιβλιογραφία

Τσέτσερη, Μ., Σάλτα, Κ., & Σταύρου, Δ. (2018). Διερεύνηση της ένταξης των αλλαγών των ιδιοτήτων των υλικών σωμάτων σε επίπεδο Νανοκλίμακας, *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση– Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, 811-819, Ρέθυμνο.

Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in Science. *Science*, 333, 1096-1097.

Borges, A.T., & Gilbert, J. K. (1998). Models of magnetism. *International Journal of Science Education*, 20, 361-378.

Cassidy, D., Holton, G., & Rutherford, J. (2002). *Understanding Physics*. New York, NY:Springer-Verlag.

Cheng M. F., & Brown, D. E., (2015). The Role of Scientific Criteria in Advancing Students' Explanatory Ideas of Magnetism. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(8), 1053-1081.

Cheng, M. F., & Brown, D. E. (2010). Conceptual Resources in Self-developed Explanatory Models: The importance of integrating conscious and intuitive knowledge. *International Journal of Science Education*, 32(17), 2367-2392.

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In D.Jorde & J. Dillon (Eds.), *The world handbook of science education – Handbook of research in Europe* (pp. 13–37). Rotterdam, Taipei: Sense.

Miles, M. B., & Huberman, M. (1994). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods*. 2d Edition. Beverly Hills, CA: Sage Publications.



Mitchem, S. L., Alae D. Z., & Sayre E. C., (2017). Students understanding of electric and magnetic fields in materials, *American Journal of Physics* 85(9), 705-711.

Sederberg, D., & Bryan, L. (2010). Magnetism as a size dependent property: A cognitive sequence for learning about magnetism as an introduction to nanoscale science for middle and high school students. *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*. Chicago, IL: International Society of the Learning Sciences.

Seroglou, F., Koumaras, P., & Tselfes, V. (1998). History of Science and Instructional Design: The Case of Electromagnetism. *Science & Education*, 7, 261-280.

Stavrou, D., Michailidi, D., Sgouros, G., & Dimitriadi, K. (2015). Teaching high-school students nanoscience and nanotechnology. *LUMAT*, 3(4), 501-511.

Voustina, L., & Ravanis, K., (2011). History of Physics and Conceptual Constructions: The Case of Magnetism. *Themes in Science & Technology Education*, 4(1), 1-20.



Έννοιες, αναπαραστάσεις και μοντέλα για τη γενετική σε αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών

Δέσποινα Τσόπογλου-Γκίνα, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στους πρωταρχικούς στόχους της εκπαίδευσης διεθνώς, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο επιστημονικός εγγραμμτισμός, με σημαντικό τον εγγραμμτισμό σε θέματα γενετικής. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, συλλέχθηκε βιβλιογραφία σχετική με τις αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών για το γονίδιο, και πραγματοποιήθηκε μετα-ανάλυση των αποτελεσμάτων έτσι ώστε να ανιχνευθούν τα πέντε ιστορικά πολλαπλά μοντέλα για το γονίδιο και τη λειτουργία του σε αυτές. Παρά την αυξανόμενη ανάγκη για επιστημονικά εγγράμματος πολίτες, η βιβλιογραφία παρουσιάζει συστηματικές δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών και εκπαιδευτικών στη γενετική, και αντιλήψεις στις οποίες αντικατοπτρίζονται παλαιότερα ιστορικά μοντέλα του γονιδίου και της λειτουργίας του, με σύγχρονες έννοιες να εκλείπουν.

Λέξεις-κλειδιά: αντιλήψεις μαθητών, αντιλήψεις εκπαιδευτικών, εναλλακτικές ιδέες, έννοια γονιδίου, ιστορικά μοντέλα γονιδίου

Genetic concepts, representations and models in students' and educators' conceptions

Despina Tso poglou-Gkina, Penelope Papadopoulou

Department of Early Childhood Education, University of Western Macedonia

Abstract

Scientific literacy is considered, internationally, one of the fundamental goals of education, with genetic literacy being a crucial part of it. In this framework, an extensive literature review of students' and teachers' conceptions on the gene was conducted, followed by a meta-analysis in order to trace in these conceptions the five historical models for the gene and its function. However, the literature on research of students' and teachers' conceptions in genetics reports systematic difficulties and misconceptions, as well as outdated perceptions of the gene model that lacks modern aspects.

Keywords: students' conceptions, educators' conceptions, alternative ideas, gene concept, historical gene models



1. Εισαγωγή

Σε μια κοινωνία εμποτισμένη με επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα που αποτελούν μεγάλο μέρος της σύγχρονης καθημερινότητας, οι πολίτες καλούνται να συμμετέχουν σε δημοκρατικές διαδικασίες λήψεων αποφάσεων που συχνά διέπτονται από βαθιά κατανόηση της επιστήμης. Συνεπώς, είναι καίρια η συμπερίληψη των βασικών εννοιών και δυνατοτήτων που προσφέρουν τα σύγχρονα επιστημονικά επιτεύγματα, στην εκπαίδευση των μαθητών για τον μελλοντικό τους ρόλο ως πολίτες (Gericke & Hagberg 2010a). Μία σημαντική πτυχή του επιστημονικού αυτού εγγραμματισμού καταλαμβάνει ο τομέας της γενετικής, εφόσον ο σύγχρονος πολίτης καλείται να αντιμετωπίσει ζητήματα που σχετίζονται με την γονιδιακή θεραπεία, τον γονιδιακό έλεγχο, την αναπαραγωγή, την κληρονομικότητα, τη συμπεριφορά, αλλά ακόμα και πιο κοινωνικά θέματα που αφορούν την καταγωγή και τη φυλή (Ahmed et al. 2018, Aldahmash et al. 2012, Stern & Kampourakis 2017). Στη σημασία αυτών των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων ως κίνητρο μάθησης των φυσικών επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία της βιολογίας αναφέρεται και ο Γιασεμής στη διδακτορική του διατριβή (2011), όπου αναφέρει ότι «η καλύτερη γνώση της βασικής [στη γενετική] έννοιας του γονιδίου θα μπορούσε να συνδέεται με καλύτερη κατανόηση των τεχνικών της βιοτεχνολογίας και εν συνεχεία με έκφραση στάσης των μαθητών με βάση τη γνώση». Έτσι, οι κοινωνικοπολιτισμικές διδακτικές προσεγγίσεις υιοθετούν τον επιστημονικό εγγραμματισμό και οι στόχοι της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες επικεντρώνονται εκτός από την απόκτηση επιστημονικών γνώσεων, απόκτηση δεξιοτήτων όπως η συνεργασία, η ικανότητα επιχειρηματολογίας και η κριτική στάση. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης των μαθησιακών εμπειριών με πραγματικά ζητήματα που μπορεί να αφορούν τους μαθητές σε λήψη (μελλοντικών) προσωπικών αποφάσεων, που σχετίζονται άμεσα με τη σύγχρονη επιστήμη (Γιασεμής, 2011).

Εκτός από αναπόσπαστο κομμάτι της μοντέρνας βιολογίας, η γενετική, αποτελεί και σημαντικό μέρος των αναλυτικών προγραμμάτων της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Agorram et al. 2010, Dorji et al. 2017, Gericke & Hagberg 2007). Παρά την κεντρική θέση της, όμως, στην εκπαίδευση, συνιστά μία από τις πιο προβληματικές θεματικές της βιολογίας, αφού περιλαμβάνει εννοιολογικές και γλωσσολογικές δυσκολίες για τους μαθητές, όπως έχει αποδειχθεί από έρευνες ανά τον κόσμο (Gericke & Hagberg 2007). Αποτέλεσμα των δυσκολιών αυτών είναι οι μαθητές να αποκτούν εναλλακτικές αντιλήψεις ή παρανοήσεις για έννοιες της γενετικής, που ενισχύονται από την χαμηλή ποιότητα και έλλειψη συνοχής των διδακτικών εγχειριδίων, τον μετασχηματισμό της επιστημονικής σε σχολική γνώση από τους εκπαιδευτικούς και βασίζεται κυρίως σε αυτά, αλλά επηρεάζονται και από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας πριν ακόμα διδαχθούν τις ανάλογες ενότητες (Stern & Kampourakis 2017). Επομένως, αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα να επανεξετασθεί το περιεχόμενο των αναλυτικών προγραμμάτων παγκοσμίως (Aivelo & Uitto 2015), με απαραίτητη προϋπόθεση τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και εκπαιδευτικών (Osman et al. 2017).

Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και εκπαιδευτικών για το γονίδιο και τη λειτουργία του στην παγκόσμια βιβλιογραφία. Όσον αφορά στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες κυρίως σε επίπεδο μεταπτυχιακών διπλωματικών και διδακτορικών διατριβών (Αλεξόπουλος, 2015, Γιασεμής, 2011, Κεμεντσιεζίδου, 2009, Κουμπάρου κ.ά., 2011, Φόλλας, 2017) που μελετούν τις αντιλήψεις μαθητών του Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και τα αποτελέσματά τους έρχονται σε συμφωνία με τα παγκόσμια δεδομένα, αναγνωρίζοντας μια εννοιολογική σύγχυση με τις έννοιες της γενετικής.

Η παρούσα εργασία έχει ως επιπρόσθετο και κύριο στόχο, τη μετα-ανάλυση των αποτελεσμάτων έτσι ώστε να ανιχνευθούν στις αντιλήψεις εκπαιδευόμενων και εκπαιδευτικών τα πέντε ιστορικά πολλαπλά μοντέλα για το γονίδιο και τη λειτουργία του που ανέπτυξαν οι Gericke και Hagberg (2007) (Μεντελικό,



κλασικό, βιοχημικό-κλασικό, νεοκλασικό και σύγχρονο), τα οποία αναπαριστούν όλο το εύρος της εννοιολογικής ποικιλότητας της έννοιας και λειτουργίας του γονιδίου (Gericke & Hagberg 2010b). Σε αυτό το πλαίσιο διενεργείται εκπόνηση διδακτορικής έρευνας για τη διερεύνηση των εννοιών, αναπαραστάσεων και ιστορικών αυτών μοντέλων για τη γενετική και τις βιοτεχνολογικές εφαρμογές στα σχολικά εγχειρίδια της βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Χρηστίδου & Παπαδοπούλου, 2017), που συμπληρωματικά με την παρούσα εργασία αποτελούν τα πρώτα βήματα για ανάλογη μελέτη στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Καθώς ένας από τους πρωταρχικούς στόχους του επιστημονικού εγγραμματισμού αποτελεί η κατανόηση και προώθηση των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών, έτσι ώστε να βοηθηθούν οι μαθητές να κατανοήσουν τα σύγχρονα επιστημονικά πορίσματα, θεωρούμε καίρια τη διερεύνηση της χρήσης όλου του φάσματος εννοιών του γονιδίου και των λειτουργιών του, και συνεπώς την αντιπροσώπευσή του στις αντιλήψεις των μαθητών και εκπαιδευτικών.

2. Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις αντιλήψεις των μαθητών και εκπαιδευτικών, κυρίως στις βαθμίδες Γυμνασίου και Λυκείου, σε θέματα γενετικής, και, συγκεκριμένα, για την έννοια του γονιδίου και τη λειτουργία του. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στην εκτεταμένη έρευνα άρθρων δημοσιευμένων σε 105 επιστημονικά περιοδικά για την εκπαίδευση παγκοσμίως, ήταν οι *students'/teachers' conceptions, genetics, alternative ideas, gene concept*.

Η προσπάθεια μετα-ανάλυσης των δημοσιευμένων εργασιών βασίστηκε κυρίως στα πέντε ιστορικά πολλαπλά μοντέλα για το γονίδιο και τη λειτουργία του που ανέπτυξαν οι Gericke και Hagberg (2007) (Μεντελικό, κλασικό, βιοχημικό-κλασικό, νεοκλασικό και σύγχρονο). Χρησιμοποιώντας τα δευτερεύοντα γνωρίσματα (*secondary attributes*) των ιστορικών μοντέλων επιτεύχθηκε η κατηγοριοποίηση των αντιλήψεων. Στην πλειοψηφία των ερευνών που αναλύθηκαν (το σύνολο των οποίων θα παρουσιαστεί στο συνέδριο για λόγους οικονομίας) η διερεύνηση των ιδεών των μαθητών και εκπαιδευτικών περί γενετικής διεξήχθη μέσω γραπτού ερωτηματολογίου και συνεντεύξεων, ενώ οι κυριότερες κατηγορίες γνωρισμάτων των μοντέλων που εντοπίστηκαν σε αυτές αφορούσαν στην υλική (ή μη) θεώρηση του γονιδίου, στον ορισμό του γονιδίου από ένα (φαινοτυπικό) χαρακτηριστικό, στην περιγραφή των διαδικασιών μέσα στο μοντέλο (αιτιακές ιδεατές σχέσεις μεταξύ του γονιδίου και του χαρακτηριστικού, βιοχημικές αντιδράσεις που ανάλογα με το μοντέλο θεωρούνται ως μηχανιστικές ιδεατές ή νατουραλιστικές) (Gericke & Hagberg, 2007), καθώς και στον τρόπο λειτουργίας του. Το μέρος των αποτελεσμάτων κάθε άρθρου αναλύθηκε με σκοπό την εύρεση λέξεων και φράσεων που αντιστοιχούν στο κάθε μοντέλο. Για παράδειγμα, οι αντιλήψεις των μαθητών γυμνασίου που διερεύνησαν οι Donovan και Venville (2012) διέπονταν από τη νετερμινιστική πεποίθηση ότι τα γονίδια ορίζονται από αντίστοιχα χαρακτηριστικά που κωδικοποιούν ή ακόμα αποτελούν τα ίδια αυτό το χαρακτηριστικό. Τέτοιου είδους θεώρηση του γονιδίου υπάρχει στα κλασικά μοντέλα (Μεντελικό, κλασικό) αλλά και στο βιοχημικό-κλασικό. Επομένως, αν οι καταγραφές των αντιλήψεων δεν περιείχαν επιπλέον γνωρίσματα έτσι ώστε να μπορούν να αντικατοπτρίζουν ένα μοντέλο, λαμβάνονταν υπόψη όλα τα μοντέλα που περιείχαν τα γνωρίσματα αυτά. Τέλος, στην περίπτωση που υπήρχε ταυτόχρονη χρήση στοιχείων από διαφορετικά μοντέλα, οι αντιλήψεις κατατάσσονταν ως υβριδικές.

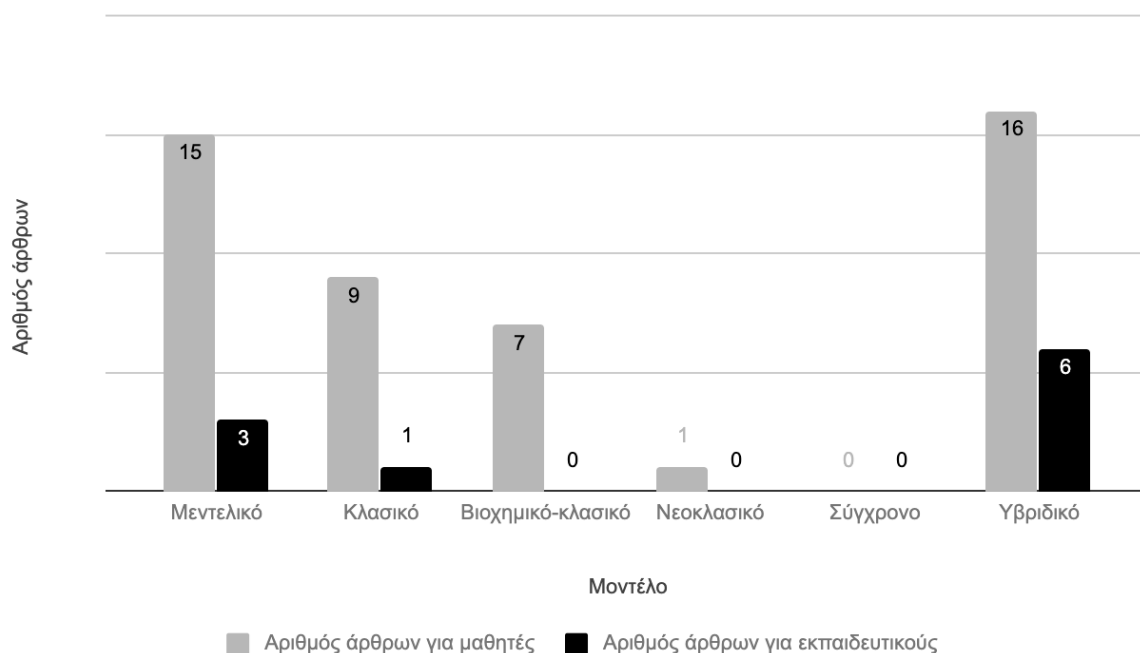


3. Αποτελέσματα

Αντιλήψεις μαθητών

Από το σύνολο των άρθρων που αναλύθηκαν, βρέθηκαν 36, σε 17 χώρες, στα οποία ήταν εφικτό να κατηγοριοποιηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών σύμφωνα με τα μοντέλα για την έννοια και λειτουργία του γονιδίου των Gericke και Hagberg (2007). Τα επικρατέστερα μοντέλα στις αντιλήψεις των μαθητών ήταν το Μεντελικό και το κλασικό, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό (υβριδικά), με στοιχεία του βιοχημικού-κλασικού και νεοκλασικού να εμφανίζονται σε ελάχιστα δείγματα και πάντα σε υβριδισμό με άλλα μοντέλα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1. Ακόμα, οι αντιλήψεις των μαθητών διέπονται από γενετικό ντετερμινισμό που αντικατοπτρίζεται κυρίως από την αιτιολογική σχέση μεταξύ γονιδίου-χαρακτηριστικού που αποτελεί δύσκολο εννοιολογικό πυρήνα στη διδασκαλία της γενετικής (Wahlberg et al. 2018), αλλά και πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις/παρανοήσεις ως αποτέλεσμα αυτού. Εκτεταμένη βρέθηκε η έλλειψη του σύγχρονου μοντέλου, όπου το γονίδιο δεν θεωρείται ένα σταθερό σημείο στο χρωμόσωμα που παράγει ένα μοναδικό mRNA και η λειτουργία του παρουσιάζει αυξημένη πολυπλοκότητα, όπως για παράδειγμα κάποια ευκαρυωτικά γονίδια που αποτελούνται από διάσπαρτες αλληλουχίες DNA που παράγουν συχνά παραπάνω από ένα mRNA, ή περιπτώσεις όπου το πρώιμο mRNA τροποποιείται πριν την μετάφραση χρησιμοποιώντας πληροφορία από διαφορετικές μονάδες, όπως και η ύπαρξη ένθετων γονιδίων (nested genes) που καταρρίπτουν την αντιστοιχία ένα προς ένα γονιδίου-mRNA (Portin & Wilkins, 2017).

Διάγραμμα 1: Τα μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας που ανιχνεύθηκαν στα άρθρα για τις αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών σύμφωνα με τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά-μεταβλητές όπως τα περιγράφουν οι Gericke και Hagberg (2007). (Η ανίχνευση πολλαπλών μοντέλων σε ένα άρθρο έχει ως αποτέλεσμα το σύνολο των μοντέλων στο διάγραμμα (48) να υπερβαίνει το σύνολο των άρθρων που αναλύθηκαν (36)).





Αντιλήψεις εκπαιδευτικών

Αναλογικά με τη βιβλιογραφία για τις αντιλήψεις των μαθητών σε θέματα γενετικής, τα άρθρα που διερευνούν αυτές των εκπαιδευτικών ή μελλοντικών εκπαιδευτικών (pre-service teachers) είναι τα πολύ λιγότερα (9 άρθρα σε 10 χώρες). Η εικόνα, ωστόσο, που παρουσιάζεται ακολουθεί τα πρότυπα των μαθητών (Διάγραμμα 1), εφόσον και στις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών κυρίαρχα μοντέλα εξήγησης του γονιδίου και της λειτουργίας του υπήρξαν το Μεντελικό, το κλασικό και το βιοχημικό-κλασικό, ενώ παρατηρήθηκε κι εδώ προβληματική χρήση εννοιών του σύγχρονου μοντέλου (Thörne et al. 2013) ή έλλειψη αυτού.

4. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας την βιβλιογραφική επισκόπηση προκύπτουν ορισμένες βασικές επισημάνσεις. Από το σύνολο των άρθρων που αναλύθηκαν τα 36 αναφέρονται σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για μαθητές της δευτεροβάθμιας, ενώ μόνο 9 σε έρευνες για εκπαιδευτικούς και μάλιστα για εκπαιδευόμενους καθηγητές ή δασκάλους πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Όλες οι έρευνες εντοπίζουν παρανοήσεις που υπάρχουν ευρέως σε μαθητές, και είναι σημαντικό να γνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί όταν οργανώνουν το διδακτικό σχεδιασμό, καθώς και σύγχυση διαφορετικών μοντέλων για το γονίδιο και τη λειτουργία του, γεγονός που δηλώνει τη δυσκολία στην κατανόηση και χρήση των μοντέλων αυτών. Η εννοιολογική ποικιλότητα, που είναι αποτέλεσμα της χρήσης πολλαπλών ιστορικών μοντέλων, δεν είναι από μόνη της προβληματική, αφού είναι χρήσιμη στους επιστήμονες (Aivelo & Uitto 2015), αλλά είναι δύσκολη η συνειδητοποίηση από μαθητές και εκπαιδευτικούς ότι διαφορετικές πτυχές της γονιδιακής λειτουργίας μπορούν να παρουσιαστούν με διαφορετικούς τρόπους, οδηγώντας σε υβριδισμό ιδεών σχετικά με τα διαφορετικά μοντέλα (El-Hani et al. 2014).

Συνοψίζοντας, η διεθνής βιβλιογραφία παρουσιάζει συστηματικές δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών και εκπαιδευτικών που είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστούν, έτσι ώστε να ανανεωθούν και τα παρωχημένα μοντέλα διδασκαλίας που στερούνται σύγχρονες έννοιες γενετικής.

5. Βιβλιογραφία

Αλεξόπουλος, Π. (2015). Η κατανόηση της ροής της γενετικής πληροφορίας από τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου. Βιβλιοθήκη Σχολής Θετικών Επιστημών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Γιασεμής, Η. (2011). Μελέτη γνώσεων και στάσεων μαθητών λυκείου έναντι θεμάτων βιοτεχνολογίας και γενετικής. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών. Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών. Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία.

Κεμεντσιετζίδου, Σ.Ε. (2009). Διερεύνηση γνώσεων, απόψεων και στάσεων μαθητών Μέσης Εκπαίδευσης Δυτικής Θεσσαλονίκης, σε θέματα Γενετικής και Βιοτεχνολογίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κουμπάρου, Ε., Κυριακούδη, Μ., και Αθανασίου, Κ. (2011). Εξέλιξη των ιδεών των Ελλήνων μαθητών για τη Γενετική και την Κληρονομικότητα. Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας Και Πράξης Στις Φυσικές Επιστήμες, (Συνέδριο ΕΝΕΦΕΤ, Αλεξανδρούπολη).

Φόλλας, Θ. (2017). Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στη Γενετική. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.



Χρησιτίδου, Α., & Παπαδοπούλου, Π. (2017). Αναπαραστάσεις γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας: Το εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου. Τόμος Πρακτικών 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Ρέθυμνο, 446-454.

Agorram, B., Clement, P., Selmaoui, S., Khzami, S. E., Chafik, J., & Chiadli, A. (2010). University students' conceptions about the concept of gene: Interest of historical approach. *US-China Education Review, ISSN 1548-6613, USA, 7(2)*, 9–15.

Ahmed, M. A., Opatola, Y. M., Yahaya, L., & Sulaiman, M. M. (2018). Identification of Alternative Conceptions of Genetics held by Senior School Students in Ilorin, Nigeria, Using a Three-Tier Diagnostic Test. *KIU Journal of Social Sciences, 4(1)*, 97–104.

Aivelo, T., & Uitto, A. (2015). Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *Nordic Studies in Science Education, 11(2)*, 139–152.

Aldahmash, A. H., Alshaya, F. S., & Asiri, A. A. (2012). Secondary school students' Alternative conceptions about genetics. *Electronic Journal of Science Education, 16(1)*. <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7401>. Accessed 1 August 2018

Donovan, Jenny, & Venville, G. (2012). Exploring the influence of the mass media on primary students' conceptual understanding of genetics. *Education 3-13, 40(1)*, 75–95. doi:10.1080/03004279.2012.635058

Dorji, K., Tshering, P., & Dorji, U. (2017). Understanding of Genetic Entities: Exploration of Bhutanese Students' Conceptual Status.

El-Hani, C. N., Almeida, A. M. R. de, Bomfim, G. C., Joaquim, L. M., Magalhães, J. C. M., Meyer, L. M. N., et al. (2014). The Contribution of History and Philosophy to the Problem of Hybrid Views About Genes in Genetics Teaching. In *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 469–520). Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-94-007-7654-8_16

Gericke, Niklas M., & Hagberg, M. (2010a). Conceptual Incoherence as a Result of the use of Multiple Historical Models in School Textbooks. *Research in Science Education, 40(4)*, 605–623. doi:10.1007/s11165-009-9136-y

Gericke, Niklas M., & Hagberg, M. (2010b). Conceptual Variation in the Depiction of Gene Function in Upper Secondary School Textbooks. *Science & Education, 19(10)*, 963–994. doi:10.1007/s11191-010-9262-y

Gericke, Niklas M., & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science & Education, 16(7–8)*, 849–881. doi:10.1007/s11191-006-9064-4

Osman, E., BouJaoude, S., & Hamdan, H. (2017). An Investigation of Lebanese G7-12 Students' Misconceptions and Difficulties in Genetics and Their Genetics Literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15(7)*, 1257–1280. doi:10.1007/s10763-016-9743-9

Portin, P., and Wilkins, A. (2017). The Evolving Definition of the Term "Gene." *Genetics 205*, 1353–1364.

Stern, F., & Kampourakis, K. (2017). Teaching for genetics literacy in the post-genomic era. *Studies in Science Education, 53(2)*, 193–225. doi:10.1080/03057267.2017.1392731

Thörne, K., Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2013). Linguistic Challenges in Mendelian Genetics: Teachers' Talk in Action. *Science Education, 97(5)*, 695–722. doi:10.1002/sce.21075

Wahlberg, S. J., Gericke, N. M., & Wolfson, A. (2018). Conceptual Demography in Upper Secondary Chemistry and Biology Textbooks' Descriptions of Protein Synthesis: A Matter of Context? *CBE—Life Sciences Education, 17(3)*, ar51. doi:10.1187/cbe.17-12-0274



Ιδέες μαθητών Λυκείου για τον χημικό δεσμό μέσα από την κατασκευή στατικών μοντέλων

Κώστας Χαρίτος¹, Κατερίνα Σάλτα², Λεμονιά Αντώνογλου³, Διονύσιος Κουλουγλιώτης³

¹Πρότυπο Λύκειο Αναβρύτων, ²Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
³Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι ιδέες μαθητών Λυκείου για τον χημικό δεσμό, όπως αναδείχθηκαν από την ανάλυση των στατικών μοντέλων που σχεδίασαν 68 μαθητές. Διαπιστώθηκε ότι οι ιδέες των μαθητών μπορούν να ταξινομηθούν σε 7 μοντέλα για τον ομοιοπολικό δεσμό και σε 6 για τον ιοντικό αντίστοιχα. Μια μερίδα μαθητών, που δεν αντιπροσωπεύει την πλειονότητα, σχεδίασε μοντέλα δεσμών τα οποία είναι σύμφωνα με όσα διδάσκονται στο σχολείο. Εντούτοις, γενικά προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα τείνουν να μην αντιλαμβάνονται τη χρήση του χημικού δεσμού ως μια αναπαράσταση που σκοπεύει να παρέχει εξηγήσεις για τις παρατηρούμενες ιδιότητες των χημικών ουσιών από τις οποίες αποτελούνται τα υλικά.

Λέξεις-κλειδιά: ιδέες μαθητών, ομοιοπολικός δεσμός, ιοντικός δεσμός

High school students' ideas for chemical bonding through the construction of static models

Costas Haritos¹, Katerina Salta², Lemonia Antonoglou³, Dionysios Koulougliotis³

¹Model Lyceum of Anavryta; ²Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens;
³Department of Environment, Ionian University

Abstract

In this work, we present the ideas of high school students regarding chemical bonding, as they were brought out from the analysis of the drawings of static models provided by 68 students. It was shown that their ideas may be classified into 7 and 6 models for the covalent and the ionic bond, respectively. A portion of students, which does not represent the majority, provided models which are in accordance to what is taught in the class. However, the study shows that in general the students who participated in this study tend not to perceive the notion of the chemical bond as a representation which aims at providing explanations for the observed properties of the substances that constitute the materials.

Keywords: students' ideas, covalent bond, ionic bond



1. Εισαγωγή

Οι διαφορετικές ιδιότητες των υλικών μπορούν να εξηγηθούν με βάση τη χημική τους δομή, δηλαδή τις χημικές ουσίες από τις οποίες αποτελούνται, και τον χημικό δεσμό. Ο χημικός δεσμός αποτελεί βασική έννοια της Χημείας, πολύ σημαντική στην κατανόηση της δομής των υλικών, των ιδιοτήτων τους καθώς και των χημικών αντιδράσεων. Είναι, ωστόσο, μια καθαρά θεωρητική έννοια, μέρος ενός εννοιολογικού πλαισίου μοντέλων για την ύλη σε υπομικροσκοπική κλίμακα, που αναπτύχθηκε για την εξήγηση των παρατηρούμενων φαινομένων.

Οι μαθητές θεωρούν τον χημικό δεσμό ως δύσκολη έννοια και αναπτύσσουν συνήθως εναλλακτικές αντιλήψεις που δρουν ως εμπόδια στην περαιτέρω μάθηση (Levy Nahum et al. 2010, Taber & Coll 2002). Τείνουν να αντιλαμβάνονται τον δεσμό ως μια υλική σύνδεση, κάτι σαν 'ελαστικό' / 'σκοινί' / 'κόλλα' (Harrison & Treagust, 2002). Μια άλλη διαδεδομένη αντίληψη είναι ότι τα συνεχή ομοιοπολικά ή ιοντικά πλέγματα περιέχουν διακριτά μόρια συνδεδεμένα με ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις (Taber et al. 2012). Για παράδειγμα, μαθητές 16-19 ετών θεωρούν τα ζεύγη ιόντων NaCl μέσα στο πλέγμα ως μόρια με ιοντικούς δεσμούς μεταξύ των ζευγών ιόντων εντός του μορίου και επιπλέον ότι αναπτύσσονται «απλές δυνάμεις» μεταξύ ζευγών ιόντων διαφορετικών μορίων.

Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τα επιστημονικά μοντέλα για τα διάφορα είδη χημικών δεσμών προκειμένου να εξηγήσουν παρατηρούμενες ιδιότητες των υλικών, ενώ οι μαθητές συνήθως αποτυγχάνουν να αντιληφθούν και να χρησιμοποιήσουν αυτή την πρακτική (Gilbert & Treagust 2009). Για παράδειγμα, για να εξηγήσουν την αγωγιμότητα των μετάλλων εκφράζουν ένα μοντέλο, «θάλασσα ηλεκτρονίων», σύμφωνα με το οποίο «ο μεταλλικός δεσμός αποτελείται από ένα μέταλλο που περιβάλλεται από μια «θάλασσα» απεντοπισμένων ηλεκτρονίων που κινείται σε όλο το μέταλλο (Cheng & Oon 2016). Στην βιβλιογραφία απουσιάζουν έρευνες για τις ιδέες των μαθητών σχετικά με την κίνηση των ηλεκτρονίων στις περιπτώσεις του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού. Η κίνηση αυτή είναι μέρος ενός εννοιολογικού πλαισίου μοντέλων που εξηγούν ιδιότητες υλικών, όπως η αγωγιμότητα, η σκληρότητα και η συμπεριφορά των υλικών κατά τη θέρμανσή τους. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών σχετικά με τον ομοιοπολικό και ιοντικό δεσμό μέσα από τον σχεδιασμό της κίνησης των ηλεκτρονίων σθένους σε στατικά μοντέλα.

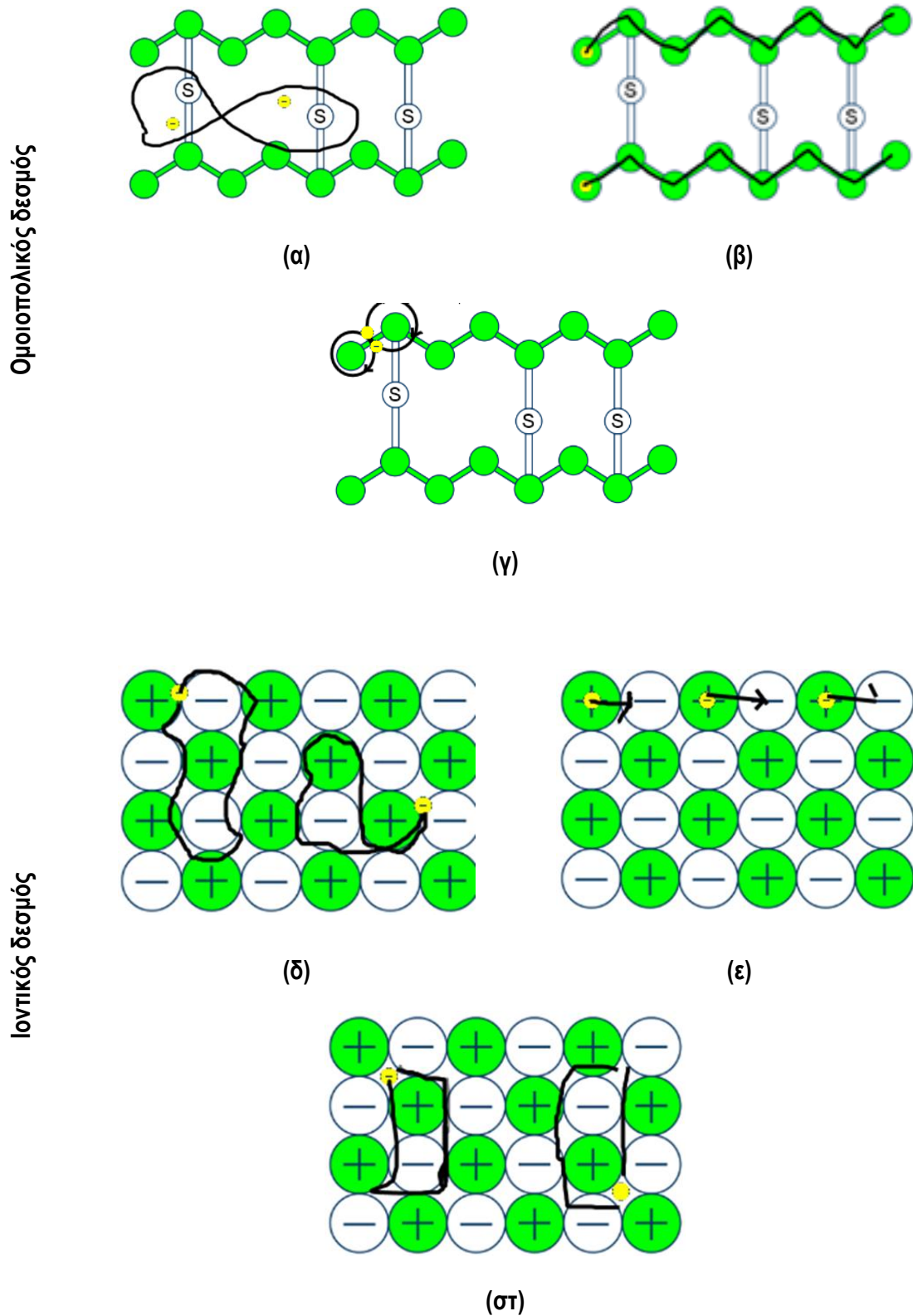
2. Μεθοδολογία

Η δημιουργία οπτικών μοντέλων, βασική πρακτική της επιστημονικής σκέψης, έχει αναγνωριστεί ως σημαντική και στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (Ainsworth et al. 2011). Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να αποκτήσουμε πληροφορίες για τις ιδέες των μαθητών, με συνηθέστερους τις ατομικές συνεντεύξεις, τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και τις ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών. Επιπλέον αυτών, τα σχέδια των μαθητών θεωρούνται απλά ερευνητικά μέσα που δεν περιορίζονται από την ικανότητα χρήσης του γραπτού ή προφορικού λόγου (Ainsworth et al. 2011).

Στην παρούσα μελέτη, οι μαθητές συνεργάστηκαν ανά δύο στο πλαίσιο της ηλεκτρονικής πλατφόρμας Web-Based Inquiry Science Environment (WISE-<https://wise.berkeley.edu/>) και συγκεκριμένα



Εικόνα 1: Σχέδια της κίνησης των ηλεκτρονίων σθένους στον ομοιοπολικό δεσμό και στον ιοντικό δεσμό.





χρησιμοποίησαν το εργαλείο δημιουργίας στατικών μοντέλων για να σχεδιάσουν την κίνηση των ηλεκτρονίων σθένους σε ομοιοπολικό και ιοντικό δεσμό, περιγράφοντας ταυτόχρονα και τα σχέδιά τους. Η δραστηριότητα αυτή είναι ενταγμένη σε μια διδακτική ακολουθία με θέμα την ανακύκλωση των υλικών. Οι μαθητές διερευνούν ιδιότητες υλικών (ελαστικά και κεραμικά) που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την ανακύκλωσή τους και τους ζητείται να τις εξηγήσουν με βάση τη χημική τους δομή και τον χημικό δεσμό. Τα ελαστικά αποτελούνται από γιγαντιαίες ομοιοπολικές δομές (πολυμερείς αλυσίδες ενωμένες με άτομα θείου) και τα κεραμικά περιέχουν χημικές ενώσεις, όπως το πυριτικό αργίλιο, με δομή ιοντικού πλέγματος.

Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 34 ομάδες (68 μαθητές). Τα σχέδια των μαθητών (Εικόνα 1) μαζί με τις περιγραφές τους αναλύθηκαν ποιοτικά (Miles & Huberman 1994). Αρχικά κωδικοποιήθηκαν τα σχέδια με κριτήρια: (α) τον αριθμό και (β) τις τροχιές των ηλεκτρονίων σθένους που σχεδίαζαν οι μαθητές. Κατόπιν, χρησιμοποιήθηκαν οι περιγραφές των σχεδίων και δημιουργήθηκαν τα διάφορα μοντέλα ομοιοπολικού και ιοντικού δεσμού.

3. Αποτελέσματα

Για την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών για τον χημικό δεσμό, δόθηκε έμφαση στη μελέτη της απεικόνισης της κίνησης των ηλεκτρονίων σθένους που σχεδίασαν οι μαθητές. Η κωδικοποίηση ανέδειξε ένα σύνολο 7 μοντέλων για τον ομοιοπολικό δεσμό και 6 για τον ιοντικό δεσμό (Πίνακας 1).

Όσον αφορά στον ομοιοπολικό δεσμό, φαίνεται ότι αρκετοί μαθητές (8 ομάδες) αντιλαμβάνονται την κίνηση των δύο ηλεκτρονίων σθένους ως κυκλική γύρω από τα δύο άτομα που συμμετέχουν στον ομοιοπολικό δεσμό (OZ). Η αντίληψη αυτή είναι συμβατή με όσα διδάσκονται. Περισσότεροι όμως είναι οι μαθητές (14 ομάδες) που αντιλαμβάνονται τον ομοιοπολικό δεσμό ως ένα ηλεκτρόνιο μεταξύ δύο ατόμων που μπορεί να κινείται είτε ελεύθερα, είτε περιορισμένα ανάμεσα σε αυτά τα άτομα ή και στον κενό χώρο, μακριά από τα άτομα που συμμετέχουν στον δεσμό (μοντέλα OA, OB και OE). Πέντε ομάδες μαθητών αντιλαμβάνονται την κίνηση των ηλεκτρονίων ελεύθερη σε όλη την δομή, κάτι ως «θάλασσα ηλεκτρονίων» (Oστ), μοντέλο που έχει καταγραφεί στην βιβλιογραφία για τον μεταλλικό δεσμό (Cheng & Oon 2016). Τρεις ομάδες μαθητών θεωρούν τον ομοιοπολικό δεσμό ως ένα ηλεκτρόνιο που είτε κινείται γύρω από ένα άτομο (OG), είτε μεταξύ τριών ατόμων (OD).

Σχετικά με τον ιοντικό δεσμό, οι περισσότεροι μαθητές (9 ομάδες) αντιλαμβάνονται την κίνηση των ηλεκτρονίων σθένους μεταξύ των ιόντων με κατεύθυνση από το θετικό προς το αρνητικό ιόν, περιγράφοντας τη δημιουργία των ιόντων (ID). Οκτώ ομάδες μαθητών αντιλαμβάνονται την κίνηση των δύο ηλεκτρονίων κυκλική είτε γύρω από το θετικό ιόν (IB) τονίζοντας την έλξη μεταξύ θετικού ιόντος και αρνητικού ηλεκτρονίου, είτε γύρω από αρνητικό ιόν (ISτ) υποστηρίζοντας πως το θετικό ιόν δεν έχει ηλεκτρόνια σθένους, είτε ένα γύρω από το κατιόν και ένα γύρω από το ανιόν (IA). Πέντε ομάδες περιορίζουν την κίνηση των ηλεκτρονίων γύρω από δύο αντίθετα ιόντα τα οποία αντιλαμβάνονται ως δομική μονάδα (σαν μόριο) (IE). Υπάρχουν και 6 ομάδες μαθητών που αντιλαμβάνονται την κίνηση των ηλεκτρονίων ελεύθερη σε όλη την ιοντική δομή, ως «θάλασσα ηλεκτρονίων» (IF).



Πίνακας 1: Μοντέλα μαθητών για τον ομοιοπολικό και τον ιοντικό δεσμό

Μοντέλα για τον ομοιοπολικό δεσμό		Μοντέλα για τον ιοντικό δεσμό	
Σύμβολο	Περιγραφή	Σύμβολο	Περιγραφή
ΟΑ	Ένα ηλεκτρόνιο ανά δεσμό με περιορισμένη ή πιο σύνθετη κίνηση μεταξύ των δύο ατόμων.	ΙΑ	Ένα ηλεκτρόνιο ανά ιόν.
ΟΒ	Ένα ηλεκτρόνιο ανά δεσμό με κίνηση μεταξύ ατόμων που δεν έχουν δεσμό. (Εικόνα 1α)	ΙΒ	Ένα ηλεκτρόνιο ανά θετικό ιόν. Τονίζουν την έλξη θετικού ιόντος αρνητικού ηλεκτρονίου.
ΟΓ	Ένα ηλεκτρόνιο ανά 2 δεσμούς με κίνηση γύρω από ένα άτομο.	ΙΓ	Μοντέλο θάλασσας ηλεκτρονίων. (Εικόνα 1δ)
ΟΔ	Ένα ηλεκτρόνιο ανά 2 δεσμούς με κίνηση τους μεταξύ τριών ατόμων.	ΙΔ	Αναπαράσταση του μοντέλου δημιουργίας δεσμού με μετακίνηση ηλεκτρονίων. (Εικόνα 1ε)
ΟΕ	Δύο ηλεκτρόνια ανά 2 δεσμούς με κίνηση μεταξύ τριών ατόμων.	ΙΕ	Το ηλεκτρόνιο κινείται μεταξύ ζεύγους αντίθετα φορισμένων ιόντων (δομική μονάδα ως μόριο). (Εικόνα 1στ)
ΟΣΤ	Μοντέλο θάλασσας ηλεκτρονίων. (Εικόνα 1β)	ΙΣΤ	Τα ηλεκτρόνια κινούνται μόνο στο αρνητικό ιόν (το θετικό ιόν δεν έχει ηλεκτρόνια σθένους).
ΟΖ	Δύο ηλεκτρόνια ανά δεσμό με κίνηση μεταξύ των δύο ατόμων (ένα μοντέλο κοντινό σε εκείνο που διδάσκεται). (Εικόνα 1γ)		

4. Συμπεράσματα

Η ανάλυση των στατικών μοντέλων που σχεδίασαν οι μαθητές ανέδειξε τις ιδέες τους σχετικά με τον ομοιοπολικό και ιοντικό δεσμό. Οι μαθητές της έρευνάς μας δεν αντιλαμβάνονται τον χημικό δεσμό ως επεξηγηματικό μοντέλο για τις παρατηρούμενες ιδιότητες των υλικών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην ελέγχουν τα μοντέλα τους με βάση την ικανότητα τους να εξηγούν τα εμπειρικά δεδομένα. Για παράδειγμα, οι μαθητές προτείνουν ένα μοντέλο «ελεύθερα» κινούμενων ηλεκτρονίων τόσο σε μοριακές (ελαστικά) όσο και σε ιοντικές ενώσεις (κεραμικά) οι οποίες δεν παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα (Cheng & Oon 2016).

Οι ιδέες των μαθητών που αναδείχθηκαν στο συγκεκριμένο πλαίσιο, υποδεικνύουν πως η χρήση παραδειγμάτων και αναπαραστάσεων ιοντικών κρυστάλλων και μεγάλων μοριακών δομών, σε συνδυασμό με τα μικρά μόρια θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στην διδασκαλία. Επίσης, η χρήση εκφράσεων όπως «μοιράζονται τα ηλεκτρόνια τους» ή «χάνουν ηλεκτρόνια» είναι πιθανό να οδηγήσει σε παρανοήσεις τους μαθητές σχετικά με το που εντοπίζονται τα ηλεκτρόνια που συμμετέχουν στη δημιουργία δεσμών. Επιπλέον, αναδεικνύεται άλλη μια φορά η ανάγκη για αλλαγή της σειράς διδασκαλίας ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού (Taber & Coll 2002).



Κατά τον σχεδιασμό, αλλά και στην πορεία της διδασκαλίας, ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να έχει επίγνωση των ιδεών των μαθητών για το χημικό δεσμό καθώς αυτές συχνά δρουν ως εμπόδια στην περαιτέρω μάθηση. Η σχέση της δομής και του χημικού δεσμού (επεξηγηματικά μοντέλα) με τις παρατηρούμενες ιδιότητες των υλικών μάς διευκολύνει στην εισαγωγή, στην αμφισβήτηση και στην αλλαγή των ιδεών των μαθητών.

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια Μεταδιδακτορικής Έρευνας (Δικαιούχος: Λεμονιά Αντώνογλου) που υλοποιείται με υποτροφία του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ), η οποία χρηματοδοτείται από την Πράξη «Ενίσχυση μεταδιδακτορικών ερευνητών/ερευνητριών» από τους πόρους του Ε.Π. «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» με άξονες προτεραιότητας 6, 8, 9 και συγχρηματοδότηση από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ και το ελληνικό δημόσιο.

5. Βιβλιογραφία

Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in Science. *Science*, 333, 1096-1097.

Cheng, M. M., & Oon, P. T. (2016). Understanding metallic bonding: Structure, process and interaction by Rasch analysis. *International Journal of Science Education*, 38(12), 1923-1944.

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Towards a coherent model for macro, submicro and symbolic representations in chemical education. In J. K. Gilbert, & D. F. Treagust (eds) *Multiple representations in chemical education* (pp. 333-350). Dordrecht: Springer.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2002). "The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world". In: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, J. H. Van Driel (eds) *Chemical education: Towards research-based practice*. (pp. 189–212). Dordrecht: Springer.

Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Taber, K. S. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, 46(2), 179-207.

Miles, M. B., & Huberman, M. (1994). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods*. 2d Edition. Beverly Hills, CA: Sage.

Taber K.S., & Coll R.K. (2002). Bonding. In: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, J. H. Van Driel (eds) *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 213-234). Dordrecht: Springer.

Taber, K. S., Tsapalis, G., & Nakiboğlu, C. (2012). Student conceptions of ionic bonding: Patterns of thinking across three European contexts. *International Journal of Science Education*, 34(18), 2843-2873.



ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΑ



Τι Γένους είναι η Επιστήμη; το Φύλο στα Σχολικά Εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Λυκείου

Γεώργιος Αμπατζίδης¹, Αναστασία Αρμένη²

¹Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, ²Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Παρά τις προσπάθειες ενίσχυσης της συμμετοχής των γυναικών σε τομείς φυσικών επιστημών, φαίνεται πως εκείνες εξακολουθούν να υποαντιπροσωπεύονται σε πεδία όπως η φυσική και η τεχνολογία. Έχει διατυπωθεί η άποψη πως τα σχολικά εγχειρίδια είναι ένας από τους παράγοντες που αναπαράγουν το «χάσμα μεταξύ των φύλων». Το άρθρο αυτό εστιάζει στη συχνότητα εμφάνισης ανδρών/γυναικών και επιστημόνων/επιστημονισσών στην εικονογράφηση των σχολικών εγχειριδίων φυσικών επιστημών του ελληνικού λυκείου. Η ανάλυση 11 εγχειριδίων φυσικών επιστημών δείχνει πως οι άνδρες και οι επιστήμονες εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα από τις γυναίκες και τις επιστημότισσες αντίστοιχα στις εικόνες των εγχειριδίων φυσικής, βιολογίας και χημείας.

Λέξεις-κλειδιά: φύλο, φυσικές επιστήμες, σχολικά εγχειρίδια, λύκειο

What is the Gender of Science? Gender in Science Textbooks of Greek Lyceum

Georgios Ampatzidis¹, Anastasia Armeni²

¹School of Pedagogical and Technological Education, ²University of Patras

Abstract

Despite efforts to strengthen women's participation in science, it seems that they are still under-represented in fields such as physics and technology. It has been suggested that textbooks are one of the factors which contribute in the formation of the 'gender gap'. This article focuses on the frequency of appearance of men/women and male scientists/female scientists in the illustrations of science textbooks of the Greek lyceum. The analysis of 11 science textbooks shows that men and male scientists appear more frequently than women and female scientists respectively in the images of physics, biology and chemistry textbooks.

Keywords: gender, science, textbooks, lyceum



1. Εισαγωγή

Αν και τα τελευταία 40 χρόνια έχει γίνει πρόοδος στην προσπάθεια να μειωθεί το «χάσμα μεταξύ των φύλων» στις φυσικές επιστήμες – για παράδειγμα, στις ΗΠΑ ο αριθμός γυναικών που απασχολούνταν στον τομέα των φυσικών επιστημών αυξήθηκε σημαντικά στο διάστημα 1980-2000 (Jones, Howe & Rua 2000) – φαίνεται πως οι γυναίκες εξακολουθούν να υπο-αντιπροσωπεύονται σε τομείς όπως η φυσική και η τεχνολογία (Wang & Degol 2017). Παρά το γεγονός πως έχουν διερευνηθεί πολλές στρατηγικές για την αύξηση της συμμετοχής των γυναικών σε τομείς επιστημών και τεχνολογίας (Brotman & Moore 2008) φαίνεται πως τα κορίτσια αρχίζουν να χάνουν το ενδιαφέρον τους για τις φυσικές επιστήμες στην ηλικία των 9-14 ετών και ο αριθμός των γυναικών που επιλέγουν να ακολουθήσουν αντίστοιχη καριέρα εξακολουθεί να εμφανίζεται περιορισμένος (Vincent-Ruz & Schunn 2017).

Έχουν προταθεί διάφοροι λόγοι για την παρατηρούμενη έλλειψη ενδιαφέροντος των μαθητριών για τις φυσικές επιστήμες. Οι Adamson, Foster, Roark & Reed (1998) υποστηρίζουν πως οι παρές ίδιου φύλου που τείνουν να σχηματίζουν οι μαθητές/τριες, ιδιαίτερα στις πιο μικρές ηλικίες, φαίνεται να ασκούν πίεση προς τη διαφοροποίηση της στάσης αγοριών και κοριτσιών απέναντι στις φυσικές επιστήμες. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση μειωμένου ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες από την πλευρά των μαθητριών φαίνεται να διαδραματίζει, ακόμα, η σχέση μαθητών/τριών και γονέων. Οι Crowley, Callanan, Tenenbaum & Allen (2001), ερευνώντας τη συμπεριφορά των επισκεπτών ενός μουσείου επιστημών και τεχνολογίας, παρατήρησαν πως οι γονείς εξηγούσαν τρεις φορές πιο συχνά τη λειτουργία των εκθεμάτων στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια. Ακόμα, οι Andre, Whigham, Hendrickson & Chambers (1999), διερευνώντας τις απόψεις μαθητών/τριών και γονέων για τις φυσικές επιστήμες, αναφέρουν πως οι γονείς αξιολογούν υψηλότερα την επίδοση των γιων τους στις φυσικές επιστήμες συγκριτικά με την επίδοση των θυγατέρων τους, ενώ πολλοί γονείς εκφράζουν την αντίληψη πως οι φυσικές επιστήμες είναι πιο σημαντικές για τα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια.

Επιπρόσθετα, έχει διατυπωθεί από σημαντικό αριθμό ερευνητών η άποψη πως τα σχολικά εγχειρίδια επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη διαφοροποίηση του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες ανάμεσα σε μαθητές και μαθήτριες. Τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν για τους μαθητές και τις μαθήτριες μια πηγή κοινωνικών και πολιτισμικών πληροφοριών σχετικά με τις κυρίαρχες ιδέες και στάσεις της κοινωνίας (Gounias & Alexopoulos 2018). Ο τρόπος με τον οποίο απεικονίζεται το φύλο στα σχολικά εγχειρίδια φυσικών επιστημών θεωρείται πως μπορεί να επάγει την αναπαραγωγή του «χάσματος μεταξύ των φύλων» αναφορικά με το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών και μαθητριών στις φυσικές επιστήμες (Elgar 2004). Ερευνώντας τα σχολικά εγχειρίδια φυσικών επιστημών της Αγγλίας και χωρών της Καραϊβικής ο Whiteley (1996) υποστηρίζει πως η συχνότερη εμφάνιση ανδρών μπορεί να οδηγήσει σε μικρούς αριθμούς κοριτσιών που επιλέγουν να ακολουθήσουν σπουδές στη φυσική. Σε αντίστοιχα συμπεράσματα καταλήγει η Elgar και οι Potter & Rosser διαπιστώνοντας η μεν την κυριαρχία της εικόνας του άνδρα στα σχολικά εγχειρίδια του Μπρουνέι (2004) και οι δε τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ανδρών στην εικονογράφηση βιβλίων βιολογίας των αμερικανικών σχολείων (1992). Τέλος, η Ρεντετζή (2006) υπογραμμίζει πως ο άνθρωπος που απεικονίζεται να διενεργεί πειράματα στα ελληνικά εγχειρίδια φυσικής του λυκείου είναι σχεδόν πάντα άνδρας. Ανάμεσα στις προτάσεις που κάνει η ερευνήτρια για την εξάλειψη του «χάσματος μεταξύ των φύλων» στις φυσικές επιστήμες είναι η αντιμετώπιση της ελλιπούς εκπροσώπησης επιστημονιστών στα σχολικά εγχειρίδια (Ρεντετζή 2006).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αποφασίσαμε να διερευνήσουμε την αντιπροσώπευση των δύο φύλων στα σχολικά εγχειρίδια φυσικών επιστημών. Σε αυτό το άρθρο εστιάζουμε στην εικονογράφηση των σχολικών εγχειριδίων φυσικών επιστημών του λυκείου και τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται είναι τα εξής:



1. Πόσοι άνδρες και πόσες γυναίκες εμφανίζονται στις εικόνες των εγχειριδίων φυσικών επιστημών του λυκείου;
2. Πόσοι γνωστοί επιστήμονες και πόσες γνωστές επιστημότισσες εμφανίζονται στις εικόνες των εγχειριδίων φυσικών επιστημών του λυκείου;

2. Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της έρευνας μελετήθηκαν τα 11 εγχειρίδια των ημερήσιων γενικών λυκείων σχολικού έτους 2018-2019 που αφορούν τα μαθήματα βιολογίας, φυσικής και χημείας (Αδαμαντιάδου κ. ά 2013· Αλεξιάκης κ. ά 2014· Αλεπόρου-Μαρίνου, Αργυροκαστρίτης, Κομητοπούλου, Πιαλόγλου & Σγουρίτσα 2013· Βλάχος, Γραμματικάκης, Καραπαναγιώτης, Περιστερόπουλος & Τιμόθεου 2014· Ιωάννου, Ντάνος, Πήπτας & Ράπτης 2014· Ιωάννου, Ντάνος, Πήπτας & Ράπτης 2013· Καστορίνης, Κωστάκη-Αποστολοπούλου, Μπαρώννα-Μάμαλη & Περάκη 2011· Καψάλης, Μπουρμπουχάκης, Περάκη, & Σαλαμαστράκης 2013· Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος, Θεοδωρόπουλος, & Κάλλης 2014· Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος, Θεοδωρόπουλος, & Κάλλης 2014· Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος, & Κάλλης 2015). Αρχικά, εντοπίστηκαν και καταμετρήθηκαν όλοι οι άνθρωποι που εμφανίζονται σε εικόνες σύμφωνα με τους εξής κανόνες:

α) Στην περίπτωση κατά την οποία σε μία εικόνα εμφανίζονται περισσότεροι από ένας άνθρωποι υπολογίζονται όλοι οι εικονιζόμενοι άνθρωποι.

β) Στην περίπτωση κατά την οποία μία εικόνα αναπτύσσεται σε καρέ με συνεχόμενη εμφάνιση των ίδιων ανθρώπων (π.χ. η κίνηση δύο ανθρώπων που συγκρούονται αναπτύσσεται σε καρέ και σημειώνονται οι δυνάμεις) οι εικονιζόμενοι άνθρωποι υπολογίζονται μόνο μία φορά.

γ) Στην περίπτωση κατά την οποία μία εικόνα επαναλαμβάνεται συστηματικά σε κάποιο εγχειρίδιο (π.χ. στο τέλος κάθε ενότητας) οι εικονιζόμενοι άνθρωποι υπολογίζονται μόνο μία φορά.

δ) Η αποσπασματική εμφάνιση ανθρώπινων μελών δεν λαμβάνεται υπόψη.

ε) Υπολογίζονται μόνο οι άνθρωποι που βρίσκονται στο προσκήνιο κάθε εικόνας. Άνθρωποι που αποτελούν τμήμα του παρασκήνιου ή κάποιου υδατογραφήματος μιας εικόνας δεν λαμβάνονται υπόψη.

Ο εντοπισμός και η καταμέτρηση των ανθρώπων έγιναν από τον συγγραφέα και τη συγγράφισσα ανεξάρτητα. Στις λίγες περιπτώσεις που υπήρξε διαφωνία (πχ. εάν ένας εικονιζόμενος άνθρωπος ήταν στο προσκήνιο ή το παρασκήνιο μιας εικόνας) οι άνθρωποι που οδήγησαν στη διαφωνία δεν καταμετρήθηκαν.

Η κατάταξη των ανθρώπων σε άνδρες, γυναίκες και απροσδιόριστου φύλου (πχ. αφαιρετικά σκίτσα στα οποία απουσιάζουν χαρακτηριστικά φύλου) έγινε ανεξάρτητα από τον συγγραφέα και τη συγγράφισσα. Στις λίγες περιπτώσεις που υπήρξε διαφωνία οι άνθρωποι κατατάχτηκαν ως απροσδιόριστου φύλου.

Στη συνέχεια, ο συγγραφέας και η συγγράφισσα είδαν ξανά ανεξάρτητα όλους τους ανθρώπους που εντοπίστηκαν με την παραπάνω διαδικασία και διέκριναν τους επιστήμονες και τις επιστημότισσες που περιλαμβάνονται. Στις κατηγορίες «επιστήμονας» και «επιστημότισσα» κατατάχτηκαν οι άνδρες και οι γυναίκες που εντοπίστηκαν, οι οποίοι και οι οποίες προσδιορίζονται ονομαστικά με πληροφορίες της λεζάντας ή των παρακείμενων παραγράφων. Εικόνες ανθρώπων οι οποίοι δεν προσδιορίζονται ονομαστικά και εμφανίζονται να απασχολούνται ως επιστήμονες (π.χ. εμφανίζονται μέσα σε ένα εργαστήριο) δεν λήφθηκαν υπόψη για τη συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση. Στις λίγες περιπτώσεις που

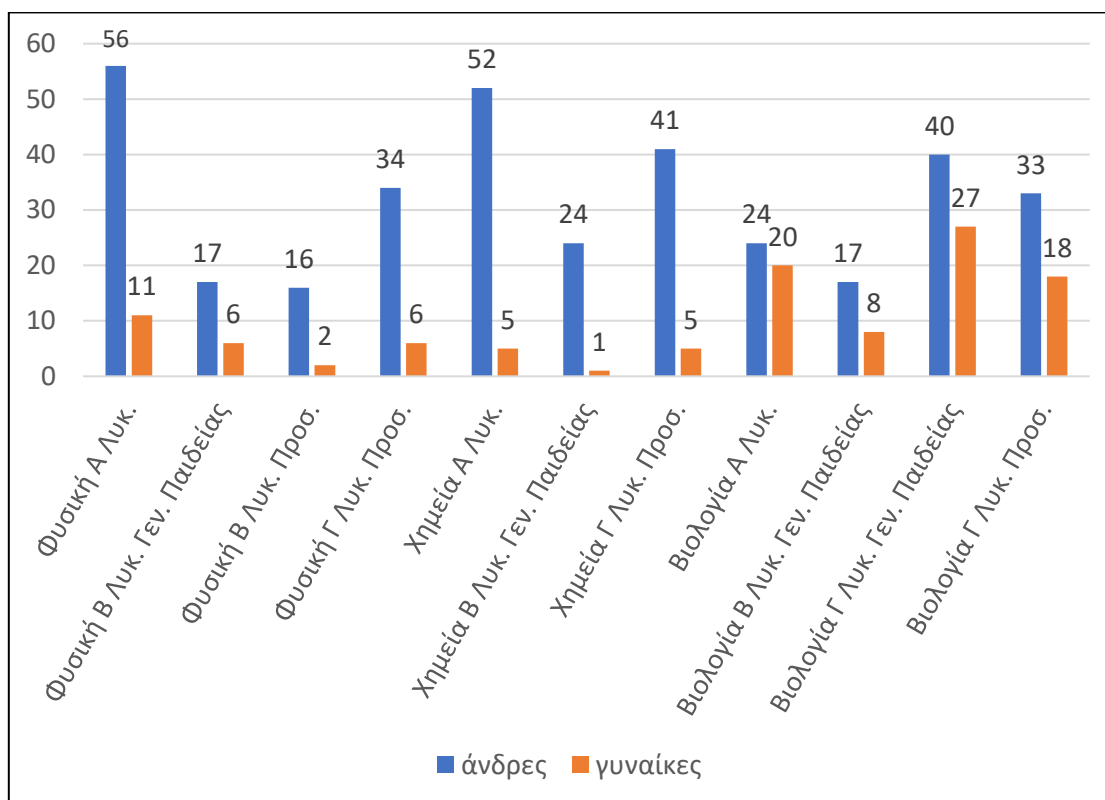


υπήρξε διαφωνία οι άνθρωποι που οδήγησαν στη διαφωνία δεν κατατάχτηκαν στις κατηγορίες «επιστήμονας» και «επιστημόνισσα».

3. Αποτελέσματα

Σε όλα τα εγχειρίδια οι άνδρες που εικονίζονται είναι περισσότεροι από τις γυναίκες με τη διαφορά να κυμαίνεται από 24 άνδρες/1 γυναίκα (χημεία β' λυκείου γενικής παιδείας) έως 24 άνδρες/20 γυναίκες (βιολογία α' λυκείου). Συνολικά, οι άνδρες αποτελούν το 71% των ανθρώπων που απεικονίζονται ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τις γυναίκες είναι 22% (Σχήμα 1).

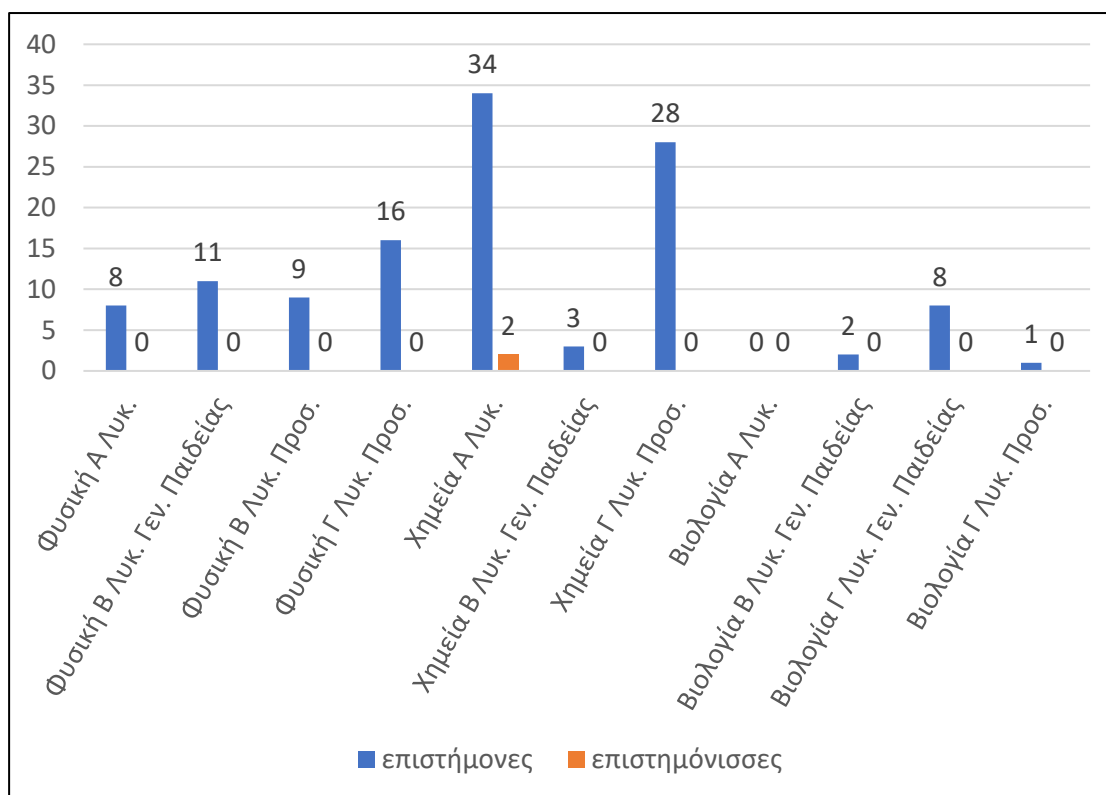
Σχήμα 1: Συχνότητα εμφάνισης ανδρών και γυναικών στα σχολικά εγχειρίδια



Αναφορικά με τον αριθμό επιστημόνων και επιστημονισσών που προσδιορίζονται ονομαστικά η διαφορά είναι ακόμα πιο εμφανής: συνολικά στα 11 εγχειρίδια εμφανίζονται 120 επιστήμονες και υπάρχουν μόλις δύο εικόνες που απεικονίζουν επιστημόνισσες. Ο μεγαλύτερος αριθμός επιστημόνων εμφανίζεται στο εγχειρίδιο της χημείας α' λυκείου (34) ενώ στο εγχειρίδιο της βιολογίας α' λυκείου δεν απεικονίζεται κανένας επιστήμονας (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Συχνότητα εμφάνισης επιστημόνων/ισσών που προσδιορίζονται ονομαστικά στα σχολικά εγχειρίδια



4. Συμπεράσματα

Αν και παρατηρούνται διαφορές στην αναλογία ανδρών/γυναικών στα διαφορετικά μαθήματα, η εικόνα του άνδρα είναι εκείνη που κυριαρχεί συνολικά στα εγχειρίδια φυσικών επιστημών του ελληνικού λυκείου. Είτε είναι στατικές (πχ. εικόνες ανατομίες) είτε εμφανίζονται να κινούνται (πχ. ρίψη σφαίρας και απεικόνιση δυνάμεων) οι ανθρώπινες φιγούρες που περιλαμβάνονται στην εικονογράφηση είναι με μεγαλύτερη συχνότητα άνδρες. Αντίστοιχη είναι και η εικόνα της αναλογίας γνωστών επιστημόνων/επιστημονισσών. Σε ένα σύνολο 122 επιστημόνων/ επιστημονισσών, μόλις δύο εικόνες αφορούν επιστημόνισσες και μάλιστα και οι δύο απεικονίζουν το ίδιο πρόσωπο (Marie Curie).

Η κυριαρχία της εικόνας του άνδρα στα σχολικά εγχειρίδια φυσικών επιστημών μπορεί να μεταφέρει το μήνυμα πως η παρουσία του άνδρα είναι το «φυσιολογικό». Από την άλλη μεριά, η κυριαρχία της εικόνας του επιστήμονα στα σχολικά εγχειρίδια φυσικών επιστημών μπορεί να μεταφέρει το μήνυμα πως η ιστορία των επιστημών έχει γραφτεί σχεδόν αποκλειστικά από άνδρες (Potter & Rosser 1992). Έτσι, η εικόνα που παρουσιάζουν τα σχολικά εγχειρίδια φυσικών επιστημών φαίνεται να οδηγεί τους μαθητές και τις μαθήτριες στο συμπέρασμα πως οι φυσικές επιστήμες είναι «ανδρική» υπόθεση γεγονός που θα μπορούσε (α) να απομακρύνει τις μαθήτριες από το να σκεφτούν μια μελλοντική ενασχόληση με τις φυσικές επιστήμες, και (β) να οδηγεί σε χαμηλά επίπεδα ενδιαφέροντος για τα μαθήματα φυσικών επιστημών και χαμηλότερες επιδόσεις εκ μέρους των μαθητριών (Κανταρτζή 2003).

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αναγνωρίζονται συγκεκριμένοι περιορισμοί στον ρόλο του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων στη διαμόρφωση της στάσης αγοριών και κοριτσιών απέναντι



στις φυσικές επιστήμες. Οι Sunderland, Cowley, Abdul Rahim, Leontzakou & Shattuck (2001) αναφέρουν πως ακόμα και όταν τα σχολικά εγχειρίδια έχουν περιεχόμενο που υποστηρίζει τη δημιουργία «χάσματος μεταξύ των φύλων» οι εκπαιδευτικοί είναι εκείνοι που σε μεγάλο βαθμό επιλέγουν εάν θα υιοθετήσουν, θα αποσιωπήσουν ή θα διαφοροποιήσουν τις σχετικές αναφορές. Επίσης, κάποιοι ερευνητές επισημαίνουν πως το φύλο είναι μόνο μία από τις διαστάσεις που επηρεάζουν την απεικόνιση των φυσικών επιστημών και συνεπώς τη στάση των μαθητών/τριών απέναντί τους, και θα πρέπει να ερευνάται μαζί με παράγοντες όπως η σεξουαλικότητα, η τάξη και η φυλή (Hughes 2001).

Με δεδομένα (α) τον ρόλο των σχολικών εγχειριδίων στη διαμόρφωση της στάσης μαθητών και μαθητριών απέναντι στις φυσικές επιστήμες, και (β) την υποαντιπροσώπηση των γυναικών και των επιστημονισσών έναντι των ανδρών και των επιστημόνων η οποία διαπιστώνεται στην εικονογράφηση των σχολικών εγχειριδίων φυσικών επιστημών του λυκείου, θεωρούμε σκόπιμο η έρευνά μας να επεκταθεί στην εικονογράφηση αλλά και το κείμενο των σχολικών εγχειριδίων φυσικών επιστημών όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης του ελληνικού σχολείου. Ακόμα, θεωρούμε πως θα είχε ενδιαφέρον να διερευνηθούν οι λόγοι για τους οποίους η αναλογία ανδρών/γυναικών στα διαφορετικά σχολικά εγχειρίδια του λυκείου παρουσιάζεται με σημαντικές αποκλίσεις, όπως προκύπτει από την έρευνά μας.

5. Βιβλιογραφία

Αδαμαντιάδου, Α., Γεωργάτου, Μ., Γιαπιτζάκης, Χ., Λάκκα, Λ., Νοταράς, Δ., Φλωρεντίν, Ν., ... Χαντηκωντή, Ο. (2013). *Βιολογία Γ' Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας*, Διόφαντος: Αθήνα.

Αλεξάκης, Ν., Αμπατζής, Σ., Γκουγκούσης, Γ., Κουντούρης, Β., Μοσχοβίτης, Ν., Οβαδίας, Σ., ... Ψαλίδας, Α. (2014). *Φυσική Β' Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας*, Διόφαντος: Αθήνα.

Αλεπόρου-Μαρίνου, Β., Αργυροκαστρίτης, Α., Κομητοπούλου, Α., & Πιαλόγλου, Π., & Σγουρίτσα, Β. (2013). *Βιολογία Γ' Γενικού Λυκείου Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*, Διόφαντος: Αθήνα.

Βλάχος, Ι. Α., Γραμματικάκης, Ι. Γ., Καραπαναγιώτης, Β. Α., & Περιστερόπουλος, Π. Ε., & Τιμόθεου, Γ. Β. (2014). *Φυσική Α' Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας*, Διόφαντος: Αθήνα.

Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πήπτας, Α., & Ράπτης, Σ. (2014). *Φυσική Β' Γενικού Λυκείου Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*, Διόφαντος: Αθήνα.

Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πήπτας, Α., & Ράπτης, Σ. (2013). *Φυσική Γ' Γενικού Λυκείου Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*, Διόφαντος: Αθήνα.

Κανταρτζή, Ε. (2003). *Τα στερεότυπα των φύλων στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού Σχολείου*. Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη.

Καστορίνης, Α., Κωστάκη-Αποστολοπούλου, Μ., Μπαρώννα-Μάμαλη, Φ., & Περάκη, Β. (2011). *Βιολογία Α' Γενικού Λυκείου*, Διόφαντος: Αθήνα.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι. Ε., Περάκη, Β., & Σαλαμαστράκης, Σ. (2013). *Βιολογία Β' Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας*, Διόφαντος: Αθήνα.

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, Α. (2014). *Χημεία Α' Γενικού Λυκείου*, Διόφαντος: Αθήνα.

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, Α. (2014). *Χημεία Β' Γενικού Λυκείου Γενικής Παιδείας*, Διόφαντος: Αθήνα.

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, Α. (2015). *Χημεία Γ' Γενικού Λυκείου Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*, Διόφαντος: Αθήνα.



Ρεντετζή, Μ. (2006). Φύλο και Φυσικές Επιστήμες: έμφυλα στερεότυπα και εκπαιδευτικές στρατηγικές υπονόμευσής τους. *Θέματα Στην Εκπαίδευση*, 7(1), 97–120.

Adamson, L. B., Foster, M. A., Roark, M. L., & Reed, D. B. (1998). Doing a science project: gender differences during childhood. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(8), 845–857.

Andre, T., Whigham, M., Hendrickson, A., & Chambers, S. (1999). Competency beliefs, positive affect, and gender stereotypes of elementary students and their parents about science versus other school subjects. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(6), 719–747.

Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971–1002.

Crowley, K., Callanan, M. A., Tenenbaum, H. R., & Allen, E. (2001). Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking. *Psychological Science*, 12(3), 258–261.

Elgar, A. G. (2004). Science textbooks for lower secondary schools in Brunei: issues of gender equity. *International Journal of Science Education*, 26(7), 875–894.

Gouvias, D., & Alexopoulos, C. (2018). Sexist stereotypes in the language textbooks of the Greek primary school: A multidimensional approach. *Gender and Education*, 30(5), 642–662.

Hughes, G. (2001). Exploring the availability of student scientist identities within curriculum discourse: an anti-essentialist approach to gender-inclusive science. *Gender and Education*, 13(3), 275–290.

Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180–192.

Potter, E. F., & Rosser, S. V. (1992). Factors in life science textbooks that may deter girls' interests in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), 669–686.

Sunderland, J., Cowley, M., Abdul Rahim, F., Leontzakou, C., & Shattuck, J. (2001). From bias 'in the text' to 'teacher talk around the text': an exploration of teacher discourse and gendered foreign language textbook texts. *Linguistics and Education*, 11(3), 251–286.

Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. D. (2017). The increasingly important role of science competency beliefs for science learning in girls. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6), 790–822.

Wang, M.-T., & Degol, J. L. (2017). Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 29(1), 119–140.

Whiteley, P. (1996). The gender balance of physics textbooks: Caribbean and British books, 1985-91. *Physics Education*, 31(3), 169.



Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών στις πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής του Γυμνασίου

Αναστάσιος Βόμβας¹, Μιχαήλ Σκουμιός²

¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ²ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση των πειραματικών δραστηριοτήτων των Β΄ και Γ΄ τάξεων του Γυμνασίου ως προς τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται σε αυτές. Για την ανάλυση των πειραματικών δραστηριοτήτων χρησιμοποιήθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης που διαμορφώθηκε με βάση τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που έχουν προταθεί από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α. (NRC 2012). Με βάση το πλαίσιο αυτό εντοπίστηκαν οι διαστάσεις των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών που υπεισέρχονται στις πειραματικές δραστηριότητες. Από την ανάλυση προέκυψε ότι στις πειραματικές δραστηριότητες εμπλέκονται ορισμένες μόνο διαστάσεις των πρακτικών, ενώ απουσιάζουν οι άλλες, ιδιαίτερα σημαντικές για την κατανόηση των ιδεών των Φυσικών Επιστημών.

Λέξεις-κλειδιά: πειραματικές δραστηριότητες, πρακτικές των Φυσικών Επιστημών, Φυσική, Γυμνάσιο

Science practices in the physics experimental activities of middle school

Anastasios Vomvas¹, Michael Skoumios²

¹Secondary Education, ²Department of Primary Education, University of the Aegean

Abstract

The present study aims to analyze the experimental activities that are intended for middle school (13 and 14 years old students) with regard to the science practices engaged in them. The analysis of the experimental activities used an analysis framework based on the science practices that have been proposed by the US National Research Council (NRC 2012). Based on this framework, the dimensions of the science practices involved in the experimental activities were identified. The analysis showed that only some dimensions of science practices are engaged in the experimental activities, while other dimensions of science practices, especially important for understanding science ideas, are missing.

Keywords: experimental activities, science practices, Physics, middle school



1. Εισαγωγή

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο ευρύτερο σώμα των ερευνών που επιδιώκουν την ανάλυση εκπαιδευτικού υλικού Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα, εστιάζεται στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Το εκπαιδευτικό υλικό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην μαθησιακή διαδικασία και η ανάλυσή του αποδεικνύεται κρίσιμη για την συνεχή βελτίωση της ποιότητας της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Baniower et al. 2013). Για αυτό το λόγο η ανάλυσή του έχει αποτελέσει αντικείμενο ερευνών (Davis et al. 2016). Το ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο το εκπαιδευτικό υλικό που παρέχεται στους μαθητές τους βοηθά να κατανοήσουν τις ιδέες και τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών.

Σύμφωνα με το νέο πλαίσιο εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας των ΗΠΑ, η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (NRC 2012). Ο όρος πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (science practices) αναφέρεται στις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον κόσμο (NGSS Lead States 2013). Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, έχουν προταθεί οι εξής οκτώ πρακτικές (NRC 2012): (α) υποβολή ερωτημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων, (ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Επιδιώκεται οι μαθητές μέσω της εμπλοκής τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών να οικοδομήσουν νέα γνώση και να χρησιμοποιούν ιδέες και έννοιες των Φυσικών Επιστημών ώστε να δίνουν εξηγήσεις σε φαινόμενα και να επιλύουν προβλήματα (Duschl et al. 2007).

Οι πειραματικές δραστηριότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, αφού μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη των στόχων της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα, μπορεί να βοηθήσουν τους μαθητές να οικοδομήσουν νέα γνώση (Högström et al. 2010), να αναπτύξουν πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (Duschl et al. 2007, NGSS Lead States 2013), δεξιότητες που σχετίζονται με χειρισμό οργάνων και υλικών (Hofstein & Lunetta 1982), καθώς επίσης και να καλλιεργήσουν θετικές στάσεις απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες και τα μαθήματά τους (Hofstein & Lunetta 2004).

Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι το φύλλο εργασίας επηρεάζει τη διαδικασία υλοποίησης αλλά και την αποτελεσματικότητα της πειραματικής δραστηριότητας (Hucke & Fischer 2002). Για το λόγο αυτό έχουν συγκροτηθεί πλαίσια ανάλυσης των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων. Οι Lunetta και Tamir (1981) πρότειναν ένα πλαίσιο ανάλυσης με βάση τους ακόλουθους τέσσερις άξονες: σχεδίαση, πραγματοποίηση, ερμηνεία και εφαρμογή. Οι Ganiel και Hofstein (1982) πρόσθεσαν έναν ακόμα άξονα που αναφέρεται στις δεξιότητες. Οι Tiberghien et al. (2001) πρότειναν ένα πλαίσιο ανάλυσης και με βάση αυτό ανέλυσαν φύλλα εργασίας πειραματικών δραστηριοτήτων. Από την ανάλυση διαπιστώθηκε ότι ο βασικός στόχος τους ήταν οι μαθητές να αναγνωρίσουν ένα αντικείμενο, ένα φαινόμενο και να εξοικειωθούν με αυτά, ενώ η κύρια δράση των μαθητών ήταν η καταγραφή στοιχείων και παρατηρήσεων. Σπάνια είχαν την ευκαιρία οι μαθητές να μελετήσουν σχέσεις μεταξύ μεγεθών, να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο εξηγήσεις, να ελέγξουν μια πρόβλεψη, να διαπραγματευτούν μια έννοια. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπήρχε απουσία σύνδεσης του «πεδίου των αντικειμένων» με το «πεδίο των ιδεών».

Από τη συναφή ερευνητική βιβλιογραφία διαπιστώνεται ότι είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που εστιάζεται στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων. Επίσης, μολονότι η



εμπλοκή των μαθητών με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για την κατανόηση των εννοιών και των ιδεών των Φυσικών Επιστημών (NRC 2012), απουσιάζουν έρευνες που να εξετάζουν τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται στα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μέσω αυτής επιδιώκεται η ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων των Β΄ και Γ΄ τάξεων του Γυμνασίου ως προς τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται σε αυτά, ζήτημα για το οποίο δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

2. Μεθοδολογία

Η εργασία αυτή αποσκοπεί να απαντήσει στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: ποιες επιστημονικές πρακτικές και ποιες διαστάσεις τους εμπλέκονται στα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής των Β΄ και Γ΄ τάξεων του Γυμνασίου;

Αναλύθηκαν τα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στους εργαστηριακούς οδηγούς Φυσικής των τάξεων Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου. Ως μονάδα ανάλυσης θεωρήθηκε κάθε φύλλο εργασίας της πειραματικής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν 16 φύλλα εργασίας της Β΄ τάξης του Γυμνασίου και 18 φύλλα εργασίας της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης που περιλαμβάνει τις οκτώ πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και τις επιμέρους διαστάσεις τους (Alonzo 2013). Με βάση αυτό αναλύθηκαν οι πειραματικές δραστηριότητες ώστε να εντοπιστούν οι επιμέρους διαστάσεις των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών που περιλαμβάνονται στο περιεχόμενο των φύλλων εργασίας. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές οι οποίοι εργάστηκαν ανεξάρτητα. Στη συνέχεια οι διαφωνίες τους επιλύθηκαν μέσω συζήτησης. Προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των διαστάσεων των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται στις πειραματικές δραστηριότητες που αναλύθηκαν.

3. Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων επέτρεψε να αποτυπωθούν οι διαστάσεις των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται στα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που αναλύθηκαν και αυτές που απουσιάζουν (βλ. Πίνακα 1).

Πίνακας 1: Οι διαστάσεις των πρακτικών στα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων: συχνότητες και ποσοστά.

Πρακτικές	Διαστάσεις	Β΄ Γυμνασίου		Γ΄ Γυμνασίου	
		f	%	f	%
Υποβολή ερωτημάτων	Υποβολή ερωτημάτων που μπορούν να απαντηθούν μέσω εμπειρικής έρευνας	0	0	0	0
	Αξιολόγηση ερωτήσεων ως προς το αν μπορούν να ελεγχθούν εμπειρικά, αν είναι	0	0	0	0



	συναφείς με το εξεταζόμενο θέμα και αν συνιστούν επιστημονικά ερωτήματα				
	Υποβολή διευκρινιστικών ερωτήσεων πάνω στην εργασία άλλων	0	0	0	0
Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων	Συγκρότηση και χρήση μοντέλων που βοηθούν στην υποβολή ερωτημάτων.	1	6,2	0	0
	Συγκρότηση και χρήση μοντέλων που βοηθούν στην ανάπτυξη ή/και στον έλεγχο εξηγήσεων	13	81,2	12	66,7
	Συγκρότηση και χρήση μοντέλων για την αναπαράσταση όσων έχουν κατανοήσει οι μαθητές	9	56,2	17	94,4
	Συγκρότηση και χρήση μοντέλων για την επικοινωνία ιδεών	0	0	0	0
	«Ευέλικτη» μετάβαση μεταξύ διαφορετικών τύπων μοντέλων	1	6,2	0	0
	Αναγνώριση των ορίων των μοντέλων	0	0	0	0
	Αξιολόγηση των ορίων των μοντέλων	0	0	0	0
	Αναθεώρηση μοντέλων	0	0	0	0
Σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων	Υποβολή ερώτησης που μπορεί να διερευνηθεί	0	0	0	0
	Διατύπωση μιας υπόθεσης βασισμένης σε ένα μοντέλο ή μια θεωρία	3	18,7	1	5,5
	Αναγνώριση των μεταβλητών	1	6,2	0	0
	Εξέταση για το πώς οι μεταβλητές μπορούν να παρατηρηθούν ή να μετρηθούν	3	18,7	0	0
	Εξέταση για το πώς οι μεταβλητές μπορούν να ελεγχθούν	0	0	0	0
	Εξέταση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας των δεδομένων	3	18,7	1	6,2
	Παρατήρηση και συλλογή των δεδομένων που περιγράφουν ένα φαινόμενο	10	62,5	14	77,8
	Παρατήρηση και συλλογή δεδομένων για τον έλεγχο υφιστάμενων θεωριών και εξηγήσεων	9	56,2	14	77,8
	Παρατήρηση και συλλογή δεδομένων για την αναθεώρηση και ανάπτυξη νέων ιδεών και εξηγήσεων	0	0	0	0
	Σχεδιασμός πλάνων για έρευνα ατομικά	0	0	0	0
	Σχεδιασμός πλάνων για έρευνα ομαδικά	0	0	0	0
	Αξιολόγηση των ερευνητικών πλάνων	0	0	0	0
	Αναθεώρηση των ερευνητικών πλάνων	0	0	0	0
	Χρήση πινάκων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων	12	75	12	66,7



Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων	Χρήση διαγραμμάτων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων	4	25	2	11,1
	Χρήση απεικονίσεων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων	0	0	6	33,3
	Χρήση στατιστικής ανάλυσης για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων	0	0	0	0
	Αναγνώριση των σημαντικών χαρακτηριστικών και των τάσεων στα δεδομένα	13	81,2	18	100
	Χρήση των δεδομένων ως αποδεικτικών στοιχείων	5	31,2	3	16,7
	Διαχωρισμός μεταξύ αιτιακών και συσχετιστικών σχέσεων	0	0	0	0
	Αναγνώριση των πηγών των σφαλμάτων	3	18,7	0	0
	Υπολογισμός των σφαλμάτων	0	0	0	0
Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης	Οπτική αναπαράσταση των δεδομένων	1	6,2	8	44,4
	«Μετασχηματισμός» δεδομένων ανάμεσα σε πίνακα και διάγραμμα	4	25	1	5,5
	Στατιστική ανάλυση των δεδομένων	0	0	0	0
	Αξιολόγηση της σημασίας των «μοτίβων» στα δεδομένα	0	0	0	0
	Αναγνώριση ποσοτικών σχέσεων	8	50	10	61,1
	Εξαγωγή ποσοτικών σχέσεων	1	6,2	0	0
	Εφαρμογή ποσοτικών σχέσεων και μαθηματικών εννοιών	13	81,3	11	68,7
	Αναγνώριση φυσικών μεγεθών και χρήση κατάλληλων μονάδων μέτρησης	2	12,5	0	0
	Χρήση προσεγγίσεων για έλεγχο της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων	0	0	0	0
Συγκρότηση εξηγήσεων	Εφαρμογή «καθιερωμένων» εξηγήσεων για την ερμηνεία των φαινομένων	3	18,7	9	50
	Ενσωμάτωση/χρήση των όσων έχουν κατανοηθεί στη συγκρότηση εξηγήσεων	10	62,5	16	88,9
	Συγκρότηση εξηγήσεων βασισμένων σε αποδεικτικά στοιχεία	9	56,2	10	55,5
	Σύνδεση των αποδεικτικών στοιχείων με τους ισχυρισμούς	0	0	0	0
	Χρήση αποδεικτικών στοιχείων για την υποστήριξη ή την αντίκρουση μιας εξήγησης	3	18,7	0	0
	Προσδιορισμός κενών ή αδυναμιών στις εξηγήσεις	0	0	0	0
Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για τον εντοπισμό των πλεονεκτημάτων και των	1	6,2	0	0



	μειονεκτημάτων σχετικά με τον βέλτιστο πειραματικό σχεδιασμό				
	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για τον εντοπισμό των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων σχετικά με τις τεχνικές ανάλυσης των δεδομένων	0	0	0	0
	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για τον εντοπισμό των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων σχετικά με την καλύτερη ερμηνεία των δεδομένων	0	0	0	0
	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για τον εντοπισμό των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων σχετικά το πώς τα δεδομένα υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς.	0	0	0	0
	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την εύρεση της καλύτερης εξήγησης ενός φυσικού φαινομένου ατομικά	11	68,7	17	94,4
	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την βέλτιστη επεξήγηση εύρεση της καλύτερης εξήγησης ενός φυσικού φαινομένου συνεργατικά	0	0	0	0
	Ανάλυση των επιχειρημάτων για να προσδιοριστεί εάν οι μαθητές δίνουν έμφαση σε παρεμφερή ή διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία ή / και ερμηνείες.	0	0	0	0
	Κριτική ερευνητικών εργασιών άλλων μαθητών	0	0	0	0
	Αναγνώριση αδυναμιών σε επιχειρήματα	0	0	0	0
	Τροποποίηση επιχειρημάτων με βάση τα αποτελέσματα των κρίσεων σε αυτά	0	0	0	0
	Αναγνώριση των διαδικασιών αιτιολόγησης των ισχυρισμών από την επιστημονική κοινότητα	0	0	0	0
	Αναγνώριση δυνατών και αδύνατων σημείων σε γραπτές αναφορές	0	0	0	0
	Διαμόρφωση αποδεικτικών στοιχείων βασισμένων στα δεδομένα	3	18,7	5	27,8
	Τροποποίηση μιας εργασίας με βάση νέα αποδεικτικά στοιχεία που έχουν αναγνωριστεί	0	0	0	0
Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών	Προφορική επικοινωνία ιδεών	1	6,2	0	0
	Γραπτή επικοινωνία ιδεών	16	100	18	100
	Επικοινωνία ιδεών μέσω πινάκων και διαγραμμάτων	9	56,2	6	33,3
	Επικοινωνία ιδεών μέσω εκτενών συζητήσεων με τους συνομηλίκους	0	0	0	0



Άντληση νοημάτων από επιστημονικά άρθρα και κείμενα	0	0	0	0
Άντληση νοημάτων από πληροφορίες που παρουσιάζονται προφορικά	0	0	0	0
Άντληση νοημάτων από το διαδίκτυο	0	0	0	0
Αξιολόγηση της αξιοπιστίας των επιστημονικών πληροφοριών	0	0	0	0
Ενοποίηση πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικές πηγές	0	0	0	0

Διαπιστώθηκε ότι στις πειραματικές δραστηριότητες που αναλύθηκαν εμπλέκονται ορισμένες μόνο διαστάσεις των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα, οι πειραματικές δραστηριότητες εμπλέκουν κυρίως τους μαθητές με τη χρήση μοντέλων για έλεγχο των εξηγήσεων και για την αναπαράσταση των απόψεων των μαθητών, τη παρατήρηση και συλλογή των δεδομένων που περιγράφουν ένα φαινόμενο, τη χρήση πινάκων ή διαγραμμάτων για τη διαχείριση των δεδομένων, την αναγνώριση των τάσεων στα δεδομένα, την οπτική αναπαράσταση των δεδομένων, τον μετασχηματισμό τους ανάμεσα σε πίνακα και διάγραμμα, την αναγνώριση ποσοτικών σχέσεων, την συγκρότηση και εφαρμογή εξηγήσεων για την ερμηνεία φαινομένων και την προφορική ή γραπτή επικοινωνία ιδεών.

Όμως, από τα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής των Β' και Γ' τάξεων του Γυμνασίου απουσιάζουν το σύνολο των διαστάσεων της πρακτικής της υποβολής ερωτημάτων και οι περισσότερες διαστάσεις της πρακτικής που αφορά στην εμπλοκή σε επιχειρηματολογία. Επίσης, απουσιάζουν διαστάσεις των υπολοίπων έξι πρακτικών και πιο συγκεκριμένα διαστάσεις που αφορούν σε «μετατόπιση» ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους μοντέλων και σε αναγνώριση ή αξιολόγηση των ορίων των μοντέλων, στην αναγνώριση και τον έλεγχο των μεταβλητών, στην εξέταση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας των δεδομένων, στη σχεδίαση ή αξιολόγηση πλάνων για έρευνα (ατομικά ή ομαδικά), στη χρήση αποδεικτικών στοιχείων για την υποστήριξη ή την αντίκρουση μιας εξήγησης, στην αναγνώριση κενών ή αδυναμιών σε μια εξήγηση, στην άντληση νοημάτων από τον προφορικό ή το γραπτό λόγο, στην αξιολόγηση της αξιοπιστίας των επιστημονικών πληροφοριών και στην ενοποίηση πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικές πηγές.

4. Συμπεράσματα

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι στα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που αναλύθηκαν (φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής των Β' και Γ' τάξεων του Γυμνασίου) εμπλέκονται σε μικρό βαθμό ορισμένες μόνο πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και πιο συγκεκριμένα ορισμένες επιμέρους διαστάσεις τους. Ωστόσο, από τα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που αναλύθηκαν απουσιάζει εντελώς μια πρακτική (υποβολή ερωτημάτων), απουσιάζουν οι περισσότερες διαστάσεις μιας άλλης πρακτικής (εμπλοκή σε επιχειρηματολογία) και επίσης απουσιάζουν σημαντικές διαστάσεις των υπολοίπων έξι πρακτικών των Φυσικών Επιστημών (ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, συγκρότηση εξηγήσεων και απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών).

Οι διαστάσεις των πρακτικών που εμφανίζονται σε περιορισμένο βαθμό ή απουσιάζουν από τα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής των Β' και Γ' τάξεων του Γυμνασίου,



διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. Έχει επισημανθεί ότι η υποβολή ερωτημάτων από τους μαθητές συμβάλλει σημαντικά στη μαθησιακή διαδικασία, αφού μπορεί να ενεργοποιήσει τις αρχικές τους αντιλήψεις και να τους βοηθήσει να επεξεργαστούν τις γνώσεις τους (Chin & Osborne 2008). Η ανάπτυξη και η χρήση μοντέλων από τους μαθητές συμβάλλει στην κατανόηση των ιδεών (Ainsworth et al. 2011). Η εμπλοκή των μαθητών με σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων και ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων συμβάλλει στην ανάπτυξη της ικανότητάς τους να παράγουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις (NRC 2012; Skoumios 2012). Οι Orton και Roper (2000) έχουν επισημάνει ότι η εμπλοκή των μαθητών με την πρακτική που αφορά στη χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών. Επίσης, θεωρείται απαραίτητο οι μαθητές να μάθουν να συγκρίνουν τις εξηγήσεις τους, να τις υποστηρίζουν με αποδεικτικά στοιχεία, να διακρίνουν τα κενά ή τις αδυναμίες τους, να τις επανεξετάζουν και να τις αναθεωρούν (Ogborn et al. 1996; Vosniadou 2013). Επιπρόσθετα, η εμπλοκή σε επιχειρηματολογία συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών και της φύσης της επιστήμης από τους μαθητές (Sandoval & Reiser 2004). Επισημαίνεται ότι η εμπλοκή σε επιχειρηματολογία είναι αναγκαία όχι μόνο για όσους σκοπεύουν να ασχοληθούν με ένα επιστημονικό πεδίο αλλά και για όλους τους πολίτες. Οι πολίτες είναι αναγκαίο να αξιολογούν επιχειρήματα που τους παρουσιάζονται μέσα από το διαδίκτυο, τις εφημερίδες και τα περιοδικά, την τηλεόραση και το ραδιόφωνο (Krajcik & McNeill 2009).

Η παρούσα εργασία συνεισφέρει στην έρευνα που αφορά στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων, αφού «φωτίζει» με τα ευρήματά της το βαθμό στον οποίο υπεισέρχονται οι διαστάσεις των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών στα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής των Β΄ και Γ΄ τάξεων του Γυμνασίου.

Ωστόσο, προκειμένου να σχηματιστεί μια πληρέστερη εικόνα των πρακτικών με τις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές είναι αναγκαίο να αναλυθούν τα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων των υπολοίπων τάξεων της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και τα αποτελέσματα της ανάλυσης να συγκριθούν με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας.

Επίσης, η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε μόνο στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων και όχι στην εφαρμογή τους στο σχολικό πλαίσιο. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να μελετηθεί συστηματικά η επίδραση της εφαρμογής των πειραματικών δραστηριοτήτων στο σχολικό πλαίσιο στις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αναπτύσσουν οι μαθητές.

5. Βιβλιογραφία

Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333, 1096-1097.

Alonzo, A. C. (2013). What can be learned from current large-scale assessment programs to inform assessment of the Next Generation Science Standards? Paper commissioned by the Center for K–12 Assessment & Performance Management at Educational Testing Service, Austin, TX. Available: <http://www.ets.org/Media/Research/pdf/alonzo.pdf>

Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., & Weis, A. M. (2013). *Report of the 2012 National Survey of Science and Mathematics Education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.

Chin, C., & Osborne, J. F. (2008). Students' questions: A potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39.



- Davis, E., Janssen, F., & Van Driel, J. (2016). Teachers and science curriculum materials: where we are and where we need to go. *Studies in Science Education*, 52(2), 127-160.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Ganiel, U., & Hostein, A. (1982). Objective and continuous assessment of student performance in the physics laboratory. *Science Education*, 66(4), 581-591.
- Holfstein, A., Lunetta, V.N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- Holfstein, A., & Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2010). Labwork and learning in secondary school chemistry: The importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, 40, 505-523.
- Hucke, L. & Fischer, H. E. (2002). The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. In D. Psillos & H. Niedderer (eds.). *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 205-218). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Krajcik, J., & McNeill, K. (2009). Designing Instructional Materials to Support Students' in Writing Scientific Explanations: Using Evidence and Reasoning across the Middle School Years. Paper Presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Hyatt Regency Orange County, Garden Grove, CA. April 17-21.
- Lunetta, V. N., & Tamir, P. (1981). An analysis of laboratory activities: Project Physics and PSSC. *School Science and Mathematics*, 81, 635-642.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Ogborn, J., Kress, G., & Martins, I. (1996). *Explaining science in the classroom*. McGraw-Hill Education (UK).
- Orton, T., & Roper, T. (2000). Science and mathematics: A relationship in need of counselling? *Studies in Science Education*, 35(1), 123-153.
- Sandoval W., Reiser B., (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372.
- Skoumios, M. (2012). Improving students' ability to craft scientific explanations. Proceedings in Advanced Research in Scientific Areas (ARSA), The 1st Virtual International Conference (p. 1036-1041). EDIS – Publishing Institution of the University of Zilina, Slovakia.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.F., Buty, C., & Millar. R. (2001). An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, 85(5), 483-508.
- Vosniadou, S. (Ed.). (2013). *International handbook of research on conceptual change*, (2nd ed.). New York, NY: Routledge.



Ανάλυση των πειραματικών δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου

Όλγα Ιωαννίδου¹, Μιχαήλ Σκουμιός²

¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, ²ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου. Εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν 12 φύλλα εργασίας πειραματικών δραστηριοτήτων. Η ανάλυσή τους πραγματοποιήθηκε με βάση το πλαίσιο ανάλυσης πειραματικών δραστηριοτήτων του Millar (2009). Η ανάλυση των δεδομένων επέτρεψε να αποτυπωθούν οι κύριοι και οι επιμέρους μαθησιακοί στόχοι, καθώς επίσης και πτυχές που αφορούν στη σχεδίαση και την παρουσίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Λέξεις-κλειδιά: πειραματικές δραστηριότητες, σχολικό εγχειρίδιο, μάθηση Φυσικών Επιστημών, Γυμνάσιο, Φυσική

An analysis of practical activities in middle school Physics textbook of the first grade

Olga Ioannidou¹, Michael Skoumios²

¹Secondary Education, ²Department of Primary Education, University of the Aegean

Abstract

The purpose of this study is the analysis of practical activities that are included in the first grade of middle school Physics textbook. In total, 12 worksheets of practical activities were identified and analysed. Millar's framework (2009) for practical activities was used for the analysis. Through the analysis it was possible to distinguish the main and secondary educational goals and some aspects regarding the design and presentation of activities.

Keywords: practical activities, school textbook, science learning, middle school, Physics



1. Εισαγωγή

Η εργασία εντάσσεται στο σώμα των ερευνών που επιδιώκουν την ανάλυση του εκπαιδευτικού υλικού των Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα, η εργασία αυτή εστιάζεται στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται σε σχολικό εγχειρίδιο Φυσικής του Γυμνασίου.

Οι πειραματικές δραστηριότητες αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της εκπαίδευσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. Μέσα από τις πειραματικές δραστηριότητες επιδιώκεται να επιτευχθούν μαθησιακοί στόχοι γνώσεων, ικανοτήτων και στάσεων. Οι πειραματικές δραστηριότητες στοχεύουν να βοηθήσουν τους μαθητές να βελτιώσουν τις γνώσεις τους για το φυσικό κόσμο και την επιστημονική έρευνα, να μάθουν τη χρήση οργάνων και υλικών, να αναπτύξουν ικανότητες επιστημονικών διαδικασιών και να καλλιεργήσουν θετικές στάσεις απέναντι στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Millar & Abrahams 2009).

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που εστιάζονται στη μελέτη της συμβολής των πειραματικών δραστηριοτήτων στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών, συνάγεται ότι οι πειραματικές δραστηριότητες μπορούν να συνεισφέρουν στην κατασκευή νέας γνώσης (Gunstone 1991, Högstrom et al. 2010), στη διαχείριση οργάνων, υλικών και πειραματικών διατάξεων (Tobin 1990), καθώς επίσης και στην ανάπτυξη ικανοτήτων επιστημονικών διαδικασιών (Hofstein et al. 2005; Dkeidek et al. 2012). Επιπλέον, μπορούν να προάγουν την καλλιέργεια θετικών στάσεων απέναντι στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Hofstein et al. 2004; Luketic & Dolan 2013).

Όμως, έχουν εγερθεί ερωτήματα που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητά τους και την καταλληλότητα του εκπαιδευτικού υλικού που τις υποστηρίζει (Abrahams & Millar 2008). Έχει υποστηριχθεί ότι οι πειραματικές δραστηριότητες δεν διαδραματίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών και έχουν μικρή μαθησιακή αξία (Osborne 1998). Επίσης, προέκυψε ότι οι πειραματικές δραστηριότητες, έτσι όπως υλοποιούνται, δεν είναι κατάλληλα οργανωμένες, επιφέρουν σύγχυση στους μαθητές και δεν προάγουν τη μάθησή τους (Hodson 1991). Οι μαθητές συνήθως εστιάζονται κυρίως στην «επιφανειακή» εκτέλεση της πειραματικής δραστηριότητας και δευτερευόντως στη μάθηση από την εκτέλεσή της (Berry et al. 1999). Επιπρόσθετα, προέκυψε ότι οι πειραματικές δραστηριότητες είναι βαρετές για πολλούς μαθητές που δεν θεωρούν ότι είναι αναγκαίες στη μαθησιακή διαδικασία και δεν συμβάλλουν στο να κάνουν τους μαθητές να κατανοήσουν τις ιδέες και τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών (Woolnough 1995).

Το φύλλο εργασίας της πειραματικής δραστηριότητας και ο τρόπος που αυτό καθοδηγεί τους μαθητές επηρεάζει την αποτελεσματικότητά της (Hucke & Fischer 2002; Lunetta 1998). Συνεπώς, αναδείχθηκε η αναγκαιότητα συγκρότησης πλαισίων ανάλυσης των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων. Οι Lunetta και Tamir (1981) έχουν προτείνει ένα πλαίσιο ανάλυσης των πειραματικών δραστηριοτήτων που εδράζεται σε τέσσερις άξονες: σχεδίαση, πραγματοποίηση, ερμηνεία και εφαρμογή. Σε μεταγενέστερο χρόνο προστέθηκε ένας επιπλέον άξονας που εστιάζεται στις δεξιότητες (Ganiel & Hofstein 1982).

Οι Tiberghien et al. (2001) πρότειναν ένα πλαίσιο ανάλυσης πειραματικών δραστηριοτήτων και κάνοντας χρήση αυτού ανέλυσαν φύλλα εργασίας πειραματικών δραστηριοτήτων που αναφέρονται στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Από την ανάλυση προέκυψε ότι ο βασικός στόχος τους ήταν οι μαθητές να αναγνωρίσουν ένα αντικείμενο, ένα φαινόμενο και να εξοικειωθούν με αυτά. Επίσης, προέκυψε ότι η κύρια δράση των μαθητών ήταν η καταγραφή παρατηρήσεων, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις είχαν την ευκαιρία να μελετήσουν σχέσεις μεταξύ μεγεθών, να κρίνουν εξηγήσεις και να διαχειριστούν μια ιδέα ή έννοια των Φυσικών Επιστημών. Οι Tiberghien et al. (2001) συμπέραναν ότι



μέσω των πειραματικών δραστηριοτήτων συνήθως δεν δίνονταν ευκαιρίες στους μαθητές να συνδέσουν το «πεδίο των αντικειμένων» με το «πεδίο των ιδεών». Η σύνδεση των δύο παραπάνω πεδίων συνιστά το θεμελιώδη σκοπό μιας πειραματικής δραστηριότητας (Tiberghien, 2000).

Έχοντας ως βάση το πλαίσιο των Tiberghien et al. (2001), ο Millar (2009) πρότεινε ένα πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο ανάλυσης φύλλων εργασίας πειραματικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνει τρεις άξονες: μαθησιακοί στόχοι πειραματικών δραστηριοτήτων, σχεδίαση πειραματικών δραστηριοτήτων και παρουσίαση πειραματικών δραστηριοτήτων. Στην επόμενη ενότητα (βλ. Μεθοδολογία) πραγματοποιείται αναλυτική παρουσίαση αυτού του πλαισίου ανάλυσης.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που εστιάζεται στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων. Επιπρόσθετα, απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζονται στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων. Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας.

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι σε αυτήν αναλύονται τα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων ενός σχολικού εγχειριδίου Φυσικής του Γυμνασίου, ζήτημα για το οποίο δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου, με βάση το πλαίσιο ανάλυσης Millar (2009).

Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι τα ακόλουθα:

- (α) Ποιους μαθησιακούς στόχους επιδιώκουν οι πειραματικές δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου;
- (β) Ποιες διαστάσεις που αφορούν στη σχεδίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων κυριαρχούν στις πειραματικές δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου;
- (γ) Ποιες διαστάσεις που αφορούν στη παρουσίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων υπεισέρχονται στις πειραματικές δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου;

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, καθορίστηκε η μονάδα ανάλυσης, επιλέχθηκαν τα προς ανάλυση φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων, επιλέχθηκε το εργαλείο ανάλυσης και εξετάστηκε από δύο ερευνητές ένα μικρό δείγμα μονάδων ανάλυσης προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι κατηγορίες και οι υποκατηγορίες του εργαλείου ανάλυσης. Στη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε η ανάλυση όλων των μονάδων ανάλυσης και η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Στην εργασία αυτή αναλύθηκαν τα δώδεκα φύλλα εργασίας του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου. Ως μονάδα ανάλυσης λαμβάνεται κάθε φύλλο εργασίας.

Ως εργαλείο ανάλυσης των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο ανάλυσης των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που έχει προταθεί από τον Millar (2009). Σύμφωνα με αυτό, κάθε φύλλο εργασίας μιας πειραματικής δραστηριότητας αναλύεται ως προς τρεις άξονες.



Ο πρώτος άξονας αφορά στους τρεις κύριους και τους επιμέρους μαθησιακούς στόχους των πειραματικών δραστηριοτήτων. Όταν επιδιώκεται οι μαθητές να βελτιώσουν τις γνώσεις τους και την κατανόησή τους για θέματα που αφορούν στο φυσικό κόσμο, τότε η πειραματική δραστηριότητα σχετίζεται με τον πρώτο κύριο στόχο. Όταν επιδιώκεται οι μαθητές να μάθουν πώς να χρησιμοποιούν ένα εργαστηριακό όργανο, μια πειραματική διάταξη, ένα εργαστηριακό υλικό ή να ακολουθούν μια πειραματική διαδικασία τότε η πειραματική δραστηριότητα σχετίζεται με τον δεύτερο κύριο στόχο. Όταν επιδιώκεται οι μαθητές να βελτιώσουν την κατανόησή τους για θέματα που αφορούν στις επιστημονικές διαδικασίες τότε η πειραματική δραστηριότητα σχετίζεται με τον τρίτο κύριο στόχο. Κάθε κύριος στόχος εξειδικεύεται σε επιμέρους στόχους.

Ο δεύτερος άξονας σχετίζεται με τη σχεδίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων. Στον άξονα αυτόν εξετάζονται ο βαθμός στον οποίο η πειραματική δραστηριότητα είναι «ανοικτή» ή «κλειστή», η λογική που διέπει τη δομή της, η σημασία της κατανόησης των επιστημονικών ιδεών για την εκτέλεσή της, το τι οφείλουν να κάνουν οι μαθητές με τα αντικείμενα και τα υλικά και το τι οφείλουν να κάνουν οι μαθητές με τις ιδέες. Κάθε διάσταση εξειδικεύεται σε επιμέρους διαστάσεις.

Ο τρίτος άξονας εστιάζεται στον τρόπο παρουσίασης των πειραματικών δραστηριοτήτων. Στον άξονα αυτόν εξετάζονται η κοινοποίηση του σκοπού συγκρότησης της πειραματικής δραστηριότητας στους μαθητές, ο τρόπος παρουσίασης των οδηγιών που αφορούν στην εκτέλεση της πειραματικής δραστηριότητας στους μαθητές, η ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και στους μαθητές πριν την εκτέλεση και μετά την εκτέλεση της πειραματικής δραστηριότητας και ο τρόπος καταχώρησης από τους μαθητές των στοιχείων της πειραματικής δραστηριότητας. Κάθε διάσταση εξειδικεύεται σε επιμέρους διαστάσεις.

Πέραν των παραπάνω αξόνων, το πλαίσιο ανάλυσης περιλαμβάνει και ένα τέταρτο άξονα που αφορά στη μαθησιακή απαίτηση της πειραματικής δραστηριότητας. Η μαθησιακή απαίτηση χαρακτηρίζεται ως πολύ χαμηλή, αρκετά χαμηλή, μέτρια, αρκετά υψηλή ή πολύ υψηλή.

Με βάση το πλαίσιο ανάλυσης του Millar (2009), αναλύθηκαν τα δώδεκα φύλλα εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων. Ειδικότερα, προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των διαστάσεων του πλαισίου ανάλυσης του Millar (2009) για τις πειραματικές δραστηριότητες που αναλύθηκαν.

3. Αποτελέσματα

Κύριοι και επιμέρους μαθησιακοί στόχοι πειραματικών δραστηριοτήτων

Αναφορικά με τους κύριους μαθησιακούς στόχους των πειραματικών δραστηριοτήτων που αναλύθηκαν, διαπιστώθηκε ότι οι περισσότερες δραστηριότητες (8 στις 12) είχαν ως κύριο στόχο οι μαθητές να βελτιώσουν τις γνώσεις τους για θέματα που αφορούν στο φυσικό κόσμο. Σχετικά με τους επιμέρους μαθησιακούς στόχους οι δραστηριότητες επεδίωκαν οι μαθητές να επαναφέρουν στην μνήμη τους χαρακτηριστικά σωμάτων και φαινομένων, τάσεις και σχέσεις που παρατήρησαν ή να βελτιώσουν την κατανόησή τους για ιδέες και έννοιες των Φυσικών Επιστημών.

Άλλες πειραματικές δραστηριότητες (3 στις 12) είχαν ως κύριο στόχο οι μαθητές να μάθουν πώς να χρησιμοποιούν ένα εργαστηριακό όργανο, μια πειραματική διάταξη, ένα εργαστηριακό υλικό ή να ακολουθούν μια πειραματική διαδικασία.

Ήταν ιδιαίτερα περιορισμένες οι πειραματικές δραστηριότητες (1 στις 12) που είχαν ως κύριο στόχο οι μαθητές να βελτιώσουν τη κατανόησή τους σε ζητήματα που αφορούν στις επιστημονικές διαδικασίες.



Ειδικότερα, η δραστηριότητα αυτή επεδίωκε οι μαθητές να αναλύουν δεδομένα ώστε να εντοπίσουν τάσεις σε αυτά. Ωστόσο, απουσιάζουν δραστηριότητες που επιδιώκουν οι μαθητές να αναγνωρίζουν αν είναι διατυπωμένο με επάρκεια και ακρίβεια ένα ερευνητικό ερώτημα, να σχεδιάζουν διερευνήσεις για να συλλέγουν δεδομένα προκειμένου να απαντούν σε ερευνητικά ερωτήματα, να επιλέγουν το κατάλληλο εργαστηριακό όργανο για τη διερεύνηση που έχουν σχεδιάσει, να παρουσιάζουν κατάλληλα τα δεδομένα που συλλέγουν, να παρουσιάζουν τα συμπεράσματά τους με τα αναγκαία αποδεικτικά στοιχεία και να αξιολογούν την ορθότητα των συμπερασμάτων τους.

Σχεδίαση πειραματικών δραστηριοτήτων

Σχετικά με τη σχεδίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι οι δραστηριότητες στο σύνολό τους είναι «κλειστού» τύπου, αφού δεν παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να επιλέξουν την πορεία που θα ακολουθηθεί ή το ερώτημα που θα διερευνηθεί. Δεν εντοπίστηκαν πειραματικές δραστηριότητες «ανοικτού» τύπου.

Αναφορικά με τη λογική που διέπει τη σχεδίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων, όλες οι δραστηριότητες ακολουθούσαν ένα συγκεκριμένο μοτίβο. Ειδικότερα, ζητείται από τους μαθητές να κάνουν μία πρόβλεψη βασιζόμενοι σε προϋπάρχουσα γνώση και στη συνέχεια καθοδηγούνται στη συλλογή δεδομένων προκειμένου να διερευνηθεί η ορθότητα της πρόβλεψής τους.

Στις περισσότερες δραστηριότητες (9 στις 12) η κατανόηση των ιδεών δεν είναι αναγκαία για την εκτέλεση τους. Εξαιρεση αποτελούν τρεις πειραματικές δραστηριότητες όπου οι επιστημονικές ιδέες κρίνονται αρκετά σημαντικές για να μπορέσουν οι μαθητές να ανταπεξέλθουν στο σύνολο της διαδικασίας.

Αναφορικά με τις δράσεις των μαθητών με τα όργανα και τα υλικά κατά τις πειραματικές δραστηριότητες, προέκυψε ότι οι μαθητές οφείλουν κυρίως να χρησιμοποιούν όργανα για παρατήρηση ή μέτρηση, να φτιάχνουν μια διάταξη, να κάνουν να συμβεί ένα φαινόμενο, να προβαίνουν σε προβλέψεις και να πραγματοποιούν μετρήσεις.

Σχετικά με τις ενέργειες των μαθητών με τις ιδέες κατά τις πειραματικές δραστηριότητες, προέκυψε ότι σχεδόν στις μισές δραστηριότητες ζητείται από τους μαθητές να κάνουν ή να ελέγξουν μία πρόβλεψη και να προβούν σε μία διαδικασία μέτρησης ή παρατήρησης. Δεν εντοπίστηκαν πειραματικές δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές να διερευνούν πως μεταβάλλεται η εξαρτημένη μεταβλητή όταν μεταβάλλεται η ανεξάρτητη μεταβλητή και να επιλέγουν ποια από δύο ή περισσότερες δοσμένες εξηγήσεις συνάδει καλύτερα με τα δεδομένα.

Παρουσίαση πειραματικών δραστηριοτήτων

Αναφορικά με την παρουσίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων από τους συγγραφείς τους, προέκυψε ότι ο σκοπός των πειραματικών δραστηριοτήτων εξηγείται από τους συγγραφείς και συνήθως δεν γίνονται σαφείς οι συνδέσεις τους με την προηγούμενη εργασία των μαθητών. Απουσιάζουν δραστηριότητες που να προτείνονται και να καθορίζονται από τους μαθητές μετά από συζήτηση.

Σε ό,τι αφορά στην ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και στους μαθητές μετά την εκτέλεση της δραστηριότητας προέκυψε ότι σχεδόν στις μισές δραστηριότητες δεν υπήρχαν τέτοιες ερωτήσεις.

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα που αφορούν στους τρεις άξονες του πλαισίου ανάλυσης του Millar (2009), η μαθησιακή απαίτηση έξι πειραματικών δραστηριοτήτων κρίθηκε ότι ήταν αρκετά χαμηλή, ενώ η μαθησιακή απαίτηση των υπόλοιπων έξι πειραματικών δραστηριοτήτων κρίθηκε μέτρια.



4. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή επιδιώχθηκε η ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου με βάση ένα πλαίσιο ανάλυσης που περιλάμβανε τρεις άξονες, τους μαθησιακούς στόχους, τη σχεδίαση και την παρουσίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Σχετικά με τους μαθησιακούς στόχους προέκυψε ότι οι περισσότερες δραστηριότητες που αναλύθηκαν είχαν ως κύριο στόχο να αποκτήσουν οι μαθητές γνώσεις και να κατανοήσουν θέματα που αφορούν στο φυσικό κόσμο. Αυτού του είδους οι μαθησιακοί στόχοι σχετίζονται με απόκτηση από τους μαθητές αποκλειστικά επιστημονικών γνώσεων (Leach 2002). Μόνο μέσω μιας πειραματικής δραστηριότητας επιδιώκεται να βελτιώσουν οι μαθητές την κατανόησή τους σε θέματα που αφορούν στις επιστημονικές διαδικασίες και συγκεκριμένα η δραστηριότητα αυτή επιδιώκει οι μαθητές να αναλύσουν τα δεδομένα για να προσδιορίσουν τάσεις σε αυτά. Έχει επισημανθεί ότι η πειραματική δραστηριότητα είναι πιο αποτελεσματική όταν επιδιώκει οι μαθητές να σχεδιάσουν μία στρατηγική για να συλλέξουν δεδομένα, να παρουσιάσουν τα δεδομένα τους, να τα αναλύσουν προκειμένου να αναδείξουν τάσεις και να παρουσιάσουν τα συμπεράσματά τους (Millar 2009). Επιπρόσθετα, τα τελευταία χρόνια υποστηρίζεται ότι η εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (π.χ. σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, εμπλοκή σε επιχειρηματολογία) μπορεί να τους βοηθήσει να κατανοήσουν τη διαδικασία ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης, να οικοδομήσουν βασικές ιδέες των Φυσικών Επιστημών, να προκαλέσει την περιέργεια και το ενδιαφέρον τους και να τους παρακινήσει σε περαιτέρω έρευνα (NGSS Lead States 2013, NRC 2012).

Ως προς τη σχεδίαση των πειραματικών δραστηριοτήτων διαπιστώθηκε ότι αυτές είναι «κλειστού» τύπου. Έχει υποστηριχθεί ότι αυτού του τύπου οι πειραματικές δραστηριότητες δεν έχουν σημαντικά μαθησιακά οφέλη αφού οι μαθητές «παρασύρονται» και εκτελούν μηχανικά τις οδηγίες χωρίς να αναλογιστούν για το σκοπό των διαδικασιών που ακολουθούν (Millar 2009). Αναφορικά με τις δράσεις που κάνουν οι μαθητές με τις ιδέες διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές καλούνται κυρίως να προβούν ή να ελέγξουν μία πρόβλεψη και να σχεδιάσουν μια διαδικασία παρατήρησης ή μέτρησης. Ωστόσο, προέκυψε ότι απουσιάζουν από τις πειραματικές δραστηριότητες σημαντικές πρακτικές όπως η διερεύνηση της σχέσης των μεταβλητών και ο υπολογισμός της τιμής ενός παράγωγου μεγέθους. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι απουσιάζουν πειραματικές δραστηριότητες μέσω των οποίων ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν ποια από δύο ή περισσότερες εξηγήσεις συνάδει με τα δεδομένα που έχουν συλλέξει και να επιχειρηματολογήσουν για την επιλογή τους. Η απουσία αυτών των πρακτικών, όπως έχει επισημανθεί, δημιουργεί πρόβλημα στην κατανόηση των βασικών ιδεών και των εγκάρσιων εννοιών από τους μαθητές (NRC 2012). Οι πειραματικές δραστηριότητες που παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με διαδικασίες συγκρότησης επιχειρημάτων και κριτικής πάνω σε επιχειρήματα που έχουν προταθεί, μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Asterhan & Schwarz 2009).

Αναφορικά με τον τρόπο που γνωστοποιείται στους μαθητές ο στόχος της πειραματικής διαδικασίας διαπιστώθηκε ότι αυτός προτείνεται από τους συγγραφείς και στις περισσότερες δεν υπάρχει σύνδεση με προηγούμενες γνώσεις. Οι οδηγίες και ο τρόπος καταγραφής των δεδομένων εμπεριέχονται στο φύλλο εργασίας. Τα φύλλα εργασίας περιέχουν αναλυτικές οδηγίες και δεν δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να πάρουν αποφάσεις για την πορεία της πειραματικής δραστηριότητας. Επιπρόσθετα, σε πέντε μόνο δραστηριότητες από τις δώδεκα συνολικά υπάρχουν ερωτήσεις που να προάγουν τη συζήτηση μετά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας. Η απουσία ερωτήσεων που να οδηγούν σε συζήτηση μετά το πέρας της πειραματικής δραστηριότητας επισημάνθηκε και από τους Abrahams και Millar (2008) ως ανασταλτικός παράγοντας στην κατανόηση των ιδεών.



Τα χαρακτηριστικά των πειραματικών δραστηριοτήτων που εντοπίστηκαν τις καθιστούν αποτελεσματικές στο να κάνουν ικανούς τους μαθητές να πραγματοποιούν αυτά που πρέπει να κάνουν με τα φυσικά αντικείμενα, αλλά ενδεχομένως δεν τις καθιστούν ιδιαίτερα αποτελεσματικές στο να κάνουν ικανούς τους μαθητές να συνδέουν το «πεδίο των αντικειμένων» με το «πεδίο των ιδεών» (Abrahams & Millar 2008).

Στην έρευνα αυτή αναλύθηκε ένας αριθμός φύλλων εργασίας πειραματικών δραστηριοτήτων που αφορούν αποκλειστικά σε μια τάξη του Γυμνασίου. Προκειμένου να σχηματιστεί μια πληρέστερη εικόνα των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων είναι αναγκαίο να αναλυθούν οι πειραματικές δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων και των εργαστηριακών οδηγιών του δημοτικού σχολείου, του Γυμνασίου και του Λυκείου.

Επιπρόσθετα, η εργασία αυτή εστιάστηκε αποκλειστικά στην ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραματικών δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου. Προτείνεται η πραγματοποίηση έρευνας που να εστιάζει στις δράσεις των μαθητών στο σχολικό πλαίσιο κατά την πραγματοποίηση των πειραματικών δραστηριοτήτων και στο τι αυτοί μαθαίνουν από την εκτέλεσή τους. Η έρευνα αυτή θα επιτρέψει να διαμορφωθεί μια πληρέστερη εικόνα για την αποτελεσματικότητα των πειραματικών δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου.

5. Βιβλιογραφία

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Asterhan, C. S. C., & Schwarz, B. B. (2009). Transformation of robust misconceptions through peer argumentation. In: B. B. Schwarz, T. Dreyfus, & R. Hershkowitz (Eds.) *Transformation of Knowledge through Classroom Interaction* (pp. 159-172). New York, NY: Routledge, Advances in Learning & Instruction series.
- Berry, A., Mulhall, P., Gunstone, R., & Loughran, J. (1999). Helping students learn from laboratory work. *Australian Science Teachers Journal*, 45, 27-31.
- Dkeidek, I., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2012). Assessment of the laboratory learning environment in an inquiry-oriented chemistry laboratory in Arab and Jewish high schools in Israel. *Learning Environments Research*, 15(2), 141-169.
- Ganiel, U., & Hostein, A. (1982). Objective and continuous assessment of student performance in the physics laboratory. *Science Education*, 66(4), 581-591.
- Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science* (pp. 67-77). Milton Keynes: Open University Press.
- Hodson, D. (1991). Practical work in science: Time for a reappraisal. *Studies in Science Education*, 19, 175-184.
- Hofstein, A., & Luncetta, V. N. (2004, January). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Hofstein A., Navon O., Kipnis M. and Mamlok-Naaman R., (2005), Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories, *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791-806.
- Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2010). Labwork and learning in secondary school chemistry: The importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, 40, 505-523.



- Hucke, L. & Fischer, H. E. (2002). The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. In D. Psillos & H. Niedderer (eds.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 205-218). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Leach, J. (2002). Students' Understanding of the Nature of Science and its Influence on Labwork. In D. Psillos and H. Niedderer (Eds.), *Teaching and Learning in Science Laboratory*. (pp. 41-48). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Luketic, C. D., & Dolan, E. L. (2013). Factors influencing student perceptions of high-school science laboratory environments. *Learning Environments Research*, 16(1), 37-47.
- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and context for contemporary teaching. In B. J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*, Part Two, 249–262.
- Lunetta, V. N., & Tamir, P. (1981). An analysis of laboratory activities: Project Physics and PSSC. *School Science and Mathematics*, 81, 635–642.
- Millar, R. (2009). Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: The Practical Activity Analysis Inventory (PAAI). York: Centre for Innovation and Research in Science Education, University of York.
- Millar, R. & Abrahams, I. (2009). Practical work: Making it more effective. *School Science Review*, 91(334), 59-64.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- Osborne, J. (1993). Alternatives to practical work. *School Science Review*, 75 (271), 117–123.
- Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 27-47). Buckingham: Open University Press.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.F., Buty, C., & Millar, R. (2001). An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, 85(5), 483-508.
- Tobin, K. G. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.
- Woolnough B. (1995), School effectiveness for different types of potential scientists and engineers. *Research in Science and Technological Education*, 13(1), 53-66.



Η Κλιματική αλλαγή και ο ρόλος της εκπαίδευσης. Η περίπτωση των σχολικών εγχειριδίων της Γεωγραφίας και των Φυσικών στο Δημοτικό σχολείο

Μαρίνος Ναντσόπουλος¹, Αθανάσιος Μόγιας²

¹ Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης στην Προσχολική Ηλικία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

² Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά την ύπαρξη θεμάτων Κλιματικής αλλαγής στα εγχειρίδια της Γεωγραφίας και των Φυσικών στο Δημοτικό. Διασαφηνίζεται το φαινόμενο και περιγράφεται η αναγκαιότητα δημιουργίας ενός τύπου Εκπαίδευσης για την Κλιματική αλλαγή στο πλαίσιο της Αειφορίας. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ανάλυση περιεχομένου με εκ των προτέρων διαμορφωμένες κατηγορίες. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι το ζήτημα της Κλιματικής αλλαγής, που παρουσιάζεται τόσο κειμενογραφικά όσο και εικονογραφικά με λανθάνοντα κυρίως τρόπο, κατέχει πληθμελή θέση στα υπό διερεύνηση σχολικά εγχειρίδια, καθώς η σχετική πληροφορία παρουσιάζεται με τρόπο επιφανειακό και κατακερματισμένο.

Λέξεις-κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, Ανάλυση περιεχομένου, Σχολικά εγχειρίδια, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Climate change and the role of Education.

The case of Elementary school textbooks of *Geography* and *Physics*

Marinos Nantsopoulos¹, Athanasios Mogias²

¹ Department of Education Sciences in Early Childhood, Democritus University of Thrace

² Department of Primary Education, Democritus University of Thrace

Abstract

The present study investigates the existence of Climate change issues in Elementary school textbooks of *Geography* and *Physics*. The phenomenon of Climate change is clarified and the need for a Climate Change Education within Sustainability is described. Content analysis with *a priori* established categories is used as a research method. Results reveal that Climate change, appearing mainly in the latent content of both textual and pictorial materials, occupies inefficient place in the textbooks under study, since relative information is presented in a superficial and fragmented manner.

Keywords: Climate change, Content analysis, School textbooks, Elementary education



1. Εισαγωγή

Η Κλιματική αλλαγή ορίζεται *«ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες»*, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια (UNFCCC 2006, Τσουκαλά & Κωφόπουλος 2010). Αποτελεί το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό πρόβλημα που απειλεί σήμερα την παγκόσμια κοινότητα και σχετίζεται με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τα υπόλοιπα παγκόσμια προβλήματα. Ωστόσο, αν και περίπλοκο θέμα με πολλές προεκτάσεις, φαίνεται να μπορεί να αποτελέσει ένα ιδανικό εργαλείο της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Χρόνη & Ράγκου 2015) με την εύρεση τρόπων καλύτερης δυνατής προώθησης αυτού που διεθνώς εμφανίζεται τελευταία ως *Climate literacy* (USGCRP 2009) και που αποδίδουμε στη γλώσσα μας ως «Κλιματικό εγγραμματισμό».

Αυτό το επιμέρους πεδίο του εγγραμματισμού προέκυψε μέσα από μια σειρά αλληπάλληλων συναντήσεων μεταξύ εξειδικευμένων επιστημόνων, εκπαιδευτικών, κυβερνητικών υπηρεσιών και μη κυβερνητικών οργανώσεων, που κατέληξαν την άνοιξη του 2008 στην έκδοση των θεμελιωδών αρχών του κλιματικού εγγραμματισμού (McCaffrey & Buhr 2008, Dupigny-Giroux 2010). Εκεί ακριβώς ορίστηκε το νέο πεδίο ως η *«κατανόηση της επίδρασης του κλίματος στον άνθρωπο και του ανθρώπου στο κλίμα»*, ενώ προσδιορίστηκε με τρόπο εμφατικό και ο εγγραμματος σε αντίστοιχα ζητήματα ως εκείνος που *«κατανοεί τις θεμελιώδεις αρχές που χαρακτηρίζουν το κλιματικό σύστημα της Γης, γνωρίζει πώς να αξιολογεί με επιστημονικό τρόπο τις αξιόπιστες πληροφορίες για το κλίμα, μπορεί να επικοινωνεί για ζητήματα κλιματικά και ζητήματα κλιματικής αλλαγής με ουσιαστικό τρόπο και είναι σε θέση να παίρνει τεκμηριωμένες και υπεύθυνες αποφάσεις που αφορούν σε δράσεις που μπορεί να επηρεάζουν το κλίμα»* (USGCRP 2009).

Προς αυτήν την κατεύθυνση κινείται τελευταία και η UNESCO η οποία, μεταξύ άλλων, έχει αναλάβει να συντονίσει μία νέα εκπαιδευτική Ατζέντα με ορίζοντα το 2030 με απώτερο σκοπό την εξάλειψη της φτώχειας μέσα από την ικανοποίηση 17 στόχων για Αειφόρο Ανάπτυξη. Η εστίαση ειδικότερα στο κλίμα αποτελεί τον 13^ο στόχο με την ταυτόχρονη παρουσίαση μιας σειράς επιμέρους μαθησιακών στόχων, προτεινόμενων δράσεων και παραδείγματα διδακτικών προσεγγίσεων (UNESCO 2017). Ένας τύπος εκπαίδευσης για την κλιματική αλλαγή δεν μπορεί παρά να ανήκει σε μια εκπαίδευση προσανατολισμένη προς ένα αειφόρο μέλλον (Hinojosa et al. 2012, Mochizuki & Bryan 2015). Η Anderson (2012: 194) κάνοντας ένα βήμα παραπάνω ορίζει την «Εκπαίδευση στην Κλιματική Αλλαγή για την Αειφόρο Ανάπτυξη» (Climate Change Education for Sustainable Development) ως *«την εκπαίδευση που όχι μόνο περιλαμβάνει τις σχετικές γνώσεις για την κλιματική αλλαγή, περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα, μείωση του κινδύνου καταστροφών, βιώσιμο καταναλωτισμό και βιώσιμο στυλ ζωής, αλλά εστιάζει και στο θεσμικό περιβάλλον στο οποίο αυτές οι γνώσεις πραγματεύονται, εξασφαλίζοντας ότι τα σχολεία και τα εκπαιδευτικά συστήματα είναι ελεγμένα ως προς τα κλιματικά ζητήματα και λειτουργούν με βιώσιμο και πράσινο τρόπο»*.

Παρά το γεγονός ότι στη διεθνή βιβλιογραφία εμφανίζονται μελέτες που διερευνούν τον τρόπο με τον οποίο η Κλιματική αλλαγή παρουσιάζεται στα μέσα μαζικής ενημέρωσης (Trumbo 1996, Boykoff 2007, Smith & Joffe 2009, Dotson & Jacobson 2012, Metag 2016), σε κυβερνητικά σχέδια δράσης (Damsø et al. 2015), σε λογοτεχνία για παιδιά και νέους (Thomas 2015) δεν προέκυψαν μελέτες που να διερευνούν σε σχολικά εγχειρίδια την παρουσία στοιχείων σχετικών με την κλιματική αλλαγή. Η εξέταση των σχολικών εγχειριδίων που συνιστούν βασικό μέσο στον κόσμο της εκπαίδευσης, κυρίως σε εκπαιδευτικά συστήματα όπως το ελληνικό, αποτελεί έναν τρόπο για να αποδειχθεί ή/και να αναδειχθεί αν η Εκπαίδευση γενικότερα και η Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Ε.Π.Α) ειδικότερα επιτελούν και σε ποιον βαθμό το σκοπό τους. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει διαφανεί ότι τα υπό εξέταση εγχειρίδια έχουν αποτελέσει αντικείμενο ανάλυσης στο χώρο του οικολογικού



εγγραμματοσμού αλλά με τελείως διαφορετικό προσανατολισμό (Lemoni et al. 2010, 2011). Αυτό το κενό επιχειρεί να καλύψει η συγκεκριμένη εργασία εστιάζοντας στα εγχειρίδια των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού, της *Γεωγραφίας* και των *Φυσικών*.

2. Μεθοδολογία

Το υλικό της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν τα βιβλία μαθητή και τα τετράδια εργασιών των μαθημάτων της *Γεωγραφίας* και των *Φυσικών* που διδάσκονται στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού και τα οποία περιλαμβάνουν στοιχεία τόσο από το φυσικό όσο και από το ανθρωπογενές περιβάλλον αλλά και την αλληλεπίδρασή τους. Τα ερευνητικά ερωτήματα που ετέθησαν αφορούσαν στο είδος των σχετικών προς την Κλιματική αλλαγή ζητημάτων που τίγονται, στον τρόπο εξέλιξης της σχετικής γνώσης στις δύο τάξεις, στα μέσα παρουσίασής τους και στη συχνότητα εμφάνισης των αντίστοιχων αναφορών.

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της Ανάλυσης Περιεχομένου (Μπονίδης 2004, Krippendorff 2013) και το παραγωγικό σύστημα ορισμού κατηγοριών, μελετήθηκε τόσο το ρητό (manifest) όσο και το λανθάνον (latent) περιεχόμενο της επικοινωνίας (Downe-Wamboldt 1992) σε κείμενα και εικόνες σε μια παράλληλη προσπάθεια διερεύνησης της ισχύος της πολυτροπικής θεωρίας μάθησης, με τον ταυτόχρονο διαχωρισμό των εικόνων σε επιμέρους τύπους. Ειδικότερα για τις εικόνες, ακολουθήθηκε η τυπολογία των Vekiri (2002) και Pozzer & Roth (2003) σε ρεαλιστικές (φωτογραφίες και νατουραλιστικά σχέδια), συμβατικές (διαγράμματα, πίνακες και χάρτες) και υβρίδια (συνθέτονται από περισσότερους του ενός από τους παραπάνω τύπους). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειώσουμε ότι οι εικόνες εξετάστηκαν χωριστά από τις λεζάντες τους, ενώ δεν αξιολογήθηκε το μέγεθός τους. Στην περίπτωση της κειμενογραφικής ανάλυσης, ως μονάδα ανάλυσης αξιοποιήθηκε το «θέμα», που μπορεί να είναι μία πρόταση, μία παράγραφος ή και ολόκληρη σελίδα το νόημα της οποίας περιστρέφεται γύρω από ένα συγκεκριμένο αντικείμενο και η οποία θεωρείται ως η καταλληλότερη στην ανάλυση περιεχομένου (Krippendorff 2013), ενώ στη περίπτωση της εικονογραφικής ανάλυσης η κάθε εικόνα χωριστά. Η ανάλυση περιεχομένου δίνει τη δυνατότητα στους ερευνητές να εξετάσουν με συστηματικό τρόπο μεγάλους όγκους δεδομένων. Η τεχνική αυτή, εκτός από μεθοδικότητα, προσφέρει ακόμη αντικειμενικότητα και εγκυρότητα στη διεξαγωγή συμπερασμάτων από λεκτικά, οπτικά ή γραπτά δεδομένα με σκοπό την περιγραφή και την ποσοτικοποίησή τους (Stemler 2001).

Δεδομένου ότι στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχει αντίστοιχη έρευνα που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί, οι κατηγορίες καθορίστηκαν εκ των προτέρων βάσει πληροφοριών που αντλούμε από τη σχετική βιβλιογραφία για τον κλιματικό εγγραμματοσμό (McCaffrey & Comer 2008, USGCRP 2009, Durigny-Giroux 2010). Ως εκ τούτου, ορίστηκαν τρεις μεγάλες κατηγορίες με τις υποκατηγορίες τους, (1) Οικοσυστήματα και Κλιματική αλλαγή, (2) Ατμόσφαιρα και Κλιματική αλλαγή, (3) Ενέργεια – Ορυκτά – Καύσιμα – Απορρίμματα και Κλιματική αλλαγή. Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας αξιοποιήθηκαν εφαρμογές της περιγραφικής στατιστικής.

3. Αποτελέσματα

Η ανάλυση των *Φυσικών* και της *Γεωγραφίας* της Ε΄ και Στ΄ τάξης έδειξε ότι σχετικές προς την Κλιματική αλλαγή πληροφορίες περιλαμβάνονται συνολικά στο 17,3% των σελίδων τους με 423 κειμενογραφικές και 214 εικονογραφικές αναφορές που εντάσσονται κυρίως στη λανθάνουσα μορφή επικοινωνίας. Ως προς το διδακτικό αντικείμενο, τα *Φυσικά* υπερισχύουν σε σχετικές αναφορές σε σχέση με τη *Γεωγραφία*



(με 350 έναντι 287 αναφορών). Ειδικότερα, τα Φυσικά της Στ' εμφανίζουν σημαντική διαφορά έναντι του αντίστοιχου εγχειριδίου της Ε', εικόνα που αντιστρέφεται στη Γεωγραφία. Ως προς την τάξη, η Στ' υπερτερεί με 400 συνολικά αναφορές (εκ των οποίων οι 257 κειμενογραφικές) έναντι της Ε' με 237 (εκ των οποίων οι 166 κειμενογραφικές). Αξιοσημείωτο είναι πως καμία εικόνα δεν εντοπίστηκε στο τετράδιο εργασιών της Γεωγραφίας της Στ' τάξης, καθιστώντας το ως το λιγότερο αξιοποιήσιμο εγχειρίδιο για το υπό εξέταση θέμα.

Στους παρακάτω Πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επιμέρους ανάλυσης στα εγχειρίδια (βιβλίο μαθητή και τετράδιο εργασιών) των Φυσικών και της Γεωγραφίας της Ε' και Στ' τάξης, αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, το βιβλίο μαθητή των Φυσικών της Ε' τάξης αποτελείται συνολικά από 9 θεματικές ενότητες, 42 κεφάλαια και 113 σελίδες. Τις 26 σχετικές αναφορές τις συναντούμε στα 3/4 των ενότητων (77,8%) και σε μικρότερα ποσοστά των κεφαλαίων και των σελίδων (31% και 16,8%, αντίστοιχα), ενώ συναντούμε και 33 σχετικές φωτογραφίες (Πίνακας 1). Αντίστοιχα στο τετράδιο εργασιών βρίσκουμε μόλις 8 αναφορές στο 44,4% των ενότητων και 9,8% των κεφαλαίων, που μοιράζονται μόλις στο 4% του συνόλου των σελίδων. Επίσης, συναντούμε και 15 εικόνες, οι περισσότερες εκ των οποίων εντάσσονται στις ρεαλιστικές απεικονίσεις και ειδικότερα στις φωτογραφίες (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Σχετικές συχνότητες (α) των ενότητων, κεφαλαίων και σελίδων του κειμενογραφικού υλικού συνολικά και για κάθε κατηγορία χωριστά και (β) του εικονογραφικού υλικού κατά τύπο στο βιβλίο μαθητή και το τετράδιο εργασιών των Φυσικών της Ε' Δημοτικού

	Βιβλίο Μαθητή					Τετράδιο Εργασιών				
	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών	Αριθμός εικόνων	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών	Αριθμός εικόνων
Κλιματική αλλαγή και...:										
1. Οικοσυστήματα	22,2	4,8	1,8	4		11,1	2,0	0,5	2	
2. Ατμόσφαιρα	22,2	4,8	1,8	2		22,2	4,0	1,5	2	
3. Ενέργεια – ορυκτά – καύσιμα – απορρίμματα	66,7	26,2	13,3	20		11,1	4,0	2,0	4	
Σύνολο	77,8	31,0	16,8	26	33	44,4	9,8	4,0	8	15
Ρεαλιστικές απεικονίσεις										
Φωτογραφίες					100,0%					60,0%
Νατουραλιστικά σχέδια					-					40,0%
Συμβατικές απεικονίσεις										
Διαγράμματα										
Πίνακες										
Χάρτες										
Υβρίδια										
Σύνολο					100,0%					100,0%

Το βιβλίο μαθητή των Φυσικών της Στ' τάξης αποτελείται συνολικά από 13 θεματικές ενότητες, 56 κεφάλαια και 127 σελίδες. Τις 90 σχετικές αναφορές τις συναντούμε σχεδόν στις μισές ενότητες (53,9%) και σε μικρότερα ποσοστά των κεφαλαίων και των σελίδων (48,2% και 31,5%, αντίστοιχα), ενώ συναντούμε και 56 εικόνες, οι περισσότερες εκ των οποίων έχουν και πάλι τη μορφή των φωτογραφιών (Πίνακας 2). Αντίστοιχα στο τετράδιο εργασιών βρίσκουμε 55 αναφορές στο 23,1% των ενότητων και 31,9% των κεφαλαίων, που μοιράζονται μόλις στο 16,4% του συνόλου των σελίδων. Επίσης αρκετά μεγάλος είναι και ο αριθμός των εικόνων (67) που συναντώνται σε αυτό το επικουρικό εγχειρίδιο κυρίως με τη μορφή φωτογραφιών και με παρόμοια με το βιβλίο του μαθητή ποσοστά (Πίνακας 2).



Το βιβλίο μαθητή της Γεωγραφίας της Ε΄ τάξης αποτελείται συνολικά από 4 θεματικές ενότητες, 47 κεφάλαια και 155 σελίδες. Τις 99 σχετικές αναφορές τις συναντούμε στα 3/4 των ενοτήτων (75,0%) και σε μικρότερα ποσοστά των κεφαλαίων και των σελίδων (34,0% και 19,4%, αντίστοιχα), ενώ συναντούμε και 21 εικόνες, οι περισσότερες εκ των οποίων είναι νατουραλιστικά σχέδια, ενώ υπάρχουν και αρκετές φωτογραφίες (Πίνακας 3). Αντίστοιχα στο τετράδιο εργασιών βρίσκουμε 33 αναφορές στις μισές ενότητες και στο 14,9% των κεφαλαίων, που μοιράζονται μόλις στο 19,4% του συνόλου των σελίδων. Αξιοσημείωτος είναι ο ισχνός αριθμός των σχετικών εικόνων, μόλις 2, που συναντώνται με τη μορφή χαρτών (Πίνακας 3).

Πίνακας 2: Σχετικές συχνότητες (α) των ενοτήτων, κεφαλαίων και σελίδων του κειμενογραφικού υλικού συνολικά και για κάθε κατηγορία χωριστά και (β) του εικονογραφικού υλικού κατά τύπο στο βιβλίο μαθητή και το τετράδιο εργασιών των Φυσικών της Στ΄ Δημοτικού

	Βιβλίο Μαθητή				Τετράδιο Εργασιών					
	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών ν	Αριθμός εικόνων	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών ν	Αριθμός εικόνων
Κλιματική αλλαγή και...:										
1. Οικοσυστήματα	46,2	25,0	11,8	18		15,4	4,3	1,1	3	
2. Ατμόσφαιρα	15,4	7,1	3,9	5		-	-	-	-	
3. Ενέργεια – ορυκτά – καύσιμα – απορρίμματα	23,1	37,5	26,0	67		15,4	29,8	15,9	52	
Σύνολο	53,9	48,2	31,5	90	56	23,1	31,9	16,4	55	67
Ρεαλιστικές απεικονίσεις										
Φωτογραφίες					73,2%					74,6%
Νατουραλιστικά σχέδια					25,0%					25,4%
Συμβατικές απεικονίσεις										
Διαγράμματα					-					-
Πίνακες					-					-
Χάρτες					1,8%					-
Υβρίδια					-					-
Σύνολο					100,0%					100,0%

Το βιβλίο μαθητή της Γεωγραφίας της Στ΄ τάξης αποτελείται συνολικά από 4 θεματικές ενότητες, 51 κεφάλαια και 155 σελίδες. Τις 74 σχετικές αναφορές τις συναντούμε στο σύνολο των ενοτήτων και σε μικρότερα ποσοστά των κεφαλαίων και των σελίδων (27,5% και 18,7%, αντίστοιχα), ενώ συναντούμε και 20 εικόνες οι περισσότερες εκ των οποίων είναι νατουραλιστικά σχέδια και ακολουθούν σε απόσταση οι χάρτες και οι φωτογραφίες (Πίνακας 4). Αντίστοιχα στο τετράδιο εργασιών βρίσκουμε 38 αναφορές στο σύνολο των ενοτήτων και στο 27,5% των κεφαλαίων, που μοιράζονται μόλις στο 23,3% του συνόλου των σελίδων. Χαρακτηριστική είναι η απουσία σχετικών εικόνων από το συγκεκριμένο εγχειρίδιο (Πίνακας 4).



Πίνακας 3: Σχετικές συχνότητες (α) των ενότητων, κεφαλαίων και σελίδων του κειμενογραφικού υλικού συνολικά και για κάθε κατηγορία χωριστά και (β) του εικονογραφικού υλικού κατά τύπο στο βιβλίο μαθητή και το τετράδιο εργασιών της *Γεωγραφίας* της Ε΄ Δημοτικού

	Βιβλίο Μαθητή					Τετράδιο Εργασιών				
	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών	Αριθμός εικόνων	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών	Αριθμός εικόνων
<i>Κλιματική αλλαγή και...:</i>										
1. Οικοσυστήματα	75,0	25,5	9,7	41		50,0	8,5	7,5	12	
2. Ατμόσφαιρα	50,0	12,8	8,4	48		25,0	8,5	10,5	18	
3. Ενέργεια – ορυκτά – καύσιμα – απορρίμματα	50,0	10,6	4,5	10		25,0	2,1	4,5	3	
Σύνολο	75,0	34,0	19,4	99	21	50,0	14,9	19,4	33	2
<i>Ρεαλιστικές απεικονίσεις</i>										
Φωτογραφίες					28,6%					-
Νατουραλιστικά σχέδια					52,4%					-
Συμβατικές απεικονίσεις										
Διαγράμματα					-					-
Πίνακες					9,5%					-
Χάρτες					9,5%					100,0%
Υβρίδια					-					-
Σύνολο					100,0%					100,0%

Πίνακας 4: Σχετικές συχνότητες (α) των ενότητων, κεφαλαίων και σελίδων του κειμενογραφικού υλικού συνολικά και για κάθε κατηγορία χωριστά και (β) του εικονογραφικού υλικού κατά τύπο στο βιβλίο μαθητή και το τετράδιο εργασιών της *Γεωγραφίας* της ΣΤ΄ Δημοτικού

	Βιβλίο Μαθητή					Τετράδιο Εργασιών				
	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών	Αριθμός εικόνων	Ενότητες (%)	Κεφάλαια (%)	Σελίδες (%)	Αριθμός αναφορών	Αριθμός εικόνων
<i>Κλιματική αλλαγή και...:</i>										
1. Οικοσυστήματα	50,0	15,7	9,7	25		25,0	9,8	9,6	12	
2. Ατμόσφαιρα	100,0	13,7	10,3	48		75,0	17,7	15,1	26	
3. Ενέργεια – ορυκτά – καύσιμα – απορρίμματα	25,0	2,0	0,7	1		-	-	-	-	
Σύνολο	100,0	27,5	18,7	74	20	100,0	27,5	23,3	38	-
<i>Ρεαλιστικές απεικονίσεις</i>										
Φωτογραφίες					15,0%					-
Νατουραλιστικά σχέδια					55,0%					-
Συμβατικές απεικονίσεις										
Διαγράμματα					5,0%					-
Πίνακες					5,0%					-
Χάρτες					20,0%					-
Υβρίδια					-					-
Σύνολο					100,0%					-



4. Συμπεράσματα

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα εγχειρίδια των *Φυσικών* και της *Γεωγραφίας* της Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού κατέδειξε με τρόπο εμφανή ότι η Κλιματική αλλαγή δεν κατέχει ιδιαίτερη θέση, καθώς εμφανίζεται τόσο κειμενογραφικά όσο και εικονογραφικά σε σχετικά λίγες περιπτώσεις, επιφανειακά και ακροθιγώς, και μάλιστα με λανθάνοντα ως επί το πλείστον τρόπο. Είναι αξιοσημείωτο ότι σε κανένα από τα εγχειρίδια δεν υπήρξε διακριτή ενότητα που να θίγει ρητά το ζήτημα της Κλιματικής αλλαγής. Το γεγονός αυτό δυσχεραίνει τη μαθησιακή διαδικασία, καθώς η ανίχνευση της σχετικής πληροφορίας απαιτεί μεγαλύτερες δυνατότητες τόσο από τη μεριά του διδάσκοντα όσο και των μαθητών. Οι περισσότερες αναφορές καταγράφηκαν στα εγχειρίδια της Στ΄ τάξης και στην κατηγορία *Ατμόσφαιρα και Κλιματική αλλαγή*. Ειδικότερα, τα θέματα, που καταγράφηκαν και τα οποία παρουσιάζονται πολυτροπικά στα υπό μελέτη εγχειρίδια, αφορούν κυρίως στη σχέση του καιρού και του κλίματος με τον άνθρωπο, τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, την εξοικονόμηση του νερού και της ενέργειας και τη σωστή διαχείριση των απορριμμάτων.

Ως προς τον τύπο των εικόνων, η ανάλυση έδειξε να υπερτερούν οι ρεαλιστικές απεικονίσεις (κυρίως οι φωτογραφίες), ενώ ενδιαφέρον αποτελεί και το γεγονός ότι εντοπίζονται ελάχιστα διαγράμματα, πίνακες ή χάρτες. Όσον αφορά στην εξέλιξη της σχετικής γνώσης από την Ε΄ στη Στ΄ τάξη, παρατηρούμε μια επιτυχή σπειροειδή, κατά Bruner, διάταξη της ύλης, όπου αναπτύσσεται διαδοχικά από τις χαμηλές δομές που κατέχει ο μαθητής στις ανώτερες χωρίς ποτέ, όπως αναφέρουν οι Κασσωτάκης & Φλουρής (2013), να διακόπτεται η συνέχεια ανάμεσα στις στοιχειώδεις και τις προχωρημένες γνώσεις.

Η Κλιματική αλλαγή θεωρείται ίσως η πιο σοβαρή περιβαλλοντική πρόκληση που έχει να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα. Ως εκ τούτου, ο κλιματικός εγγραμματισμός που αναδύθηκε κατά την τελευταία δεκαετία στο προσκήνιο δεν μπορεί να συνεχίσει να βρίσκεται στο περιθώριο των Αναλυτικών Προγραμμάτων, τουλάχιστον του Δυτικού κόσμου, και η εισαγωγή του στα σχολικά εγχειρίδια με τρόπο συστηματικό και μεθοδευμένο είναι πλέον περισσότερο από επιβεβλημένη.

5. Βιβλιογραφία

Κασσωτάκης, Μ., & Φλουρής, Σ. Γ. (2013). *Μάθηση και Διδασκαλία: Σύγχρονες απόψεις για τις διαδικασίες της μάθησης και της μεθοδολογίας της διδασκαλίας*. Αθήνα: Γρηγόρης.

Μπονίδης, Κ. (2004). *Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας: Διαχρονική εξέταση της σχετικής έρευνας και μεθοδολογικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Τσουκαλά, Α., & Κωφόπουλος, Γ. (2010). Η κλιματική αλλαγή στην εκπαίδευση. Στο *"Το Σταυροδρόμι της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη"*, 5^ο Συνέδριο Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε, Ιωάννινα 26-28 Νοεμβρίου 2010.

Χρόνη, Μ., & Ράγκου, Π. (2015). Η προσέγγιση της έννοιας του περιβάλλοντος μέσα από τα Βιβλία της Μελέτης Περιβάλλοντος της Γ΄ και Δ΄ Τάξης. Στο *"Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Αειφορία": Αλλάζοντας στάσεις και συμπεριφορές μέσα από εκπαιδευτικά προγράμματα, έρευνα, σχολικά δίκτυα, δράσεις και δραστηριότητες στην Ελλάδα*. 7^ο Συνέδριο Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε, Βόλος 8-10 Μαΐου 2015.

Anderson, A. (2012). Climate change education for mitigation and adaptation. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(2), 191-206.



- Boykoff, M. T. (2007). Flogging a dead norm? Newspaper coverage of anthropogenic climate change in the United States and United Kingdom from 2003 to 2006. *Area*, 39 (4), 470–481.
- Damsø, T., [Kjær](#), T., & [Christensen](#), T. B. (2015). Local climate action plans in climate change mitigation – examining the case of Denmark. *Energy Policy*, 89, 74-83.
- [Dotson](#), D. M., & [Jacobson](#), S. K. (2012). Media coverage of climate change in Chile: A content analysis of conservative and liberal newspapers. *Environmental Communication*, 6, 64-81.
- Downe-Wamboldt, B. (1992). Content analysis: Method, applications, and issues. *Health Care for Women International*, 13(3), 313-321.
- Dupigny-Giroux, L-A. L. (2010). Exploring the challenges of climate science literacy: Lessons from students, teachers, and lifelong learners. *Geography Compass*, 4(9), 1203-1217.
- Hinojosa, T. T., Ingber, J. D., LaDue, N. D., Marcos-Iga, J., Mohan, L., & Treiber, T. G. (2012). *Changing climate: A guide for teaching climate change in grades 3 to 8*. Washington: National Geographic Society.
- Krippendorff, K. (2013). *Content analysis: An introduction to its methodology*. USA: Sage.
- Lemoni, R., Lefkaditou, A., Stamou, A. G., Schizas, D., & Stamou, G. P. (2011). Views of nature and the human-nature relations: An analysis of the visual syntax of pictures about the environment in Greek primary school textbooks — Diachronic considerations. *Research in Science Education*, 43(1), 117–140.
- Lemoni, R., Stamou, A. G., & Stamou, G. P. (2010). “Romantic”, “Classic” and “Baroque” views of nature: An analysis of pictures about the environment in Greek primary school textbooks — Diachronic considerations. *Research in Science Education*, 41(5), 811–832.
- McCaffrey, M., & Comer, C. C. (2008). Meeting the urgent need for climate literacy. American Geophysical Union, Fall Meeting, abstract id. ED14A-02.
- McCaffrey, M. S., & Buhr, S. M. (2008). Clarifying climate confusion: Addressing systemic holes, cognitive gaps, and misconceptions through climate literacy. *Physical Geography*, 29(6), 512-528.
- Metag, J. (2016). Content analysis methods for assessing climate change communication and media portrayals. In: M. Nisbet., S. Ho., E. Markowitz., S. O’Neill., M. S. Schäfer., J. Thaker. (eds.): *Oxford Encyclopedia of Climate Change Communication*. New York: Oxford University Press.
- Mochizuki, Y., & Bryan, A. (2015). Climate change education in the context of education for sustainable development: Rationale and principles. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 4-26.
- Pozzer, L. L., & Roth, W. M. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089-1114.
- Smith, N. W., & Joffe, H. (2009). [Climate change in the British press: The role of the visual](#). *Journal of Risk Research*, 12(5), 647-663.
- Stemler, S. (2001). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(17).
- Thomas, J. (2015). Climate change skeptics teach climate literacy? A content analysis of children’s books *DBER Speaker Series*. 77. Ανάκτηση από τον ιστότοπο: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1075&context=dberspeakers>
- Trumbo, C. (1996). Constructing climate change: Claims and frames in US news coverage of an environmental issue. *Public Understanding of Science*, 5, 269-283.
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives*. Paris: UNESCO, Education 2030.
- United Nations (2006). Framework Convention on Climate Change Handbook. Ανάκτηση από τον ιστότοπο: <https://unfccc.int/resource/docs/publications/handbook.pdf>



USGCRP (2009). Climate literacy: The Essential Principles of Climate Science. Ανάκτηση από τον ιστότοπο:
https://downloads.globalchange.gov/Literacy/climate_literacy_highres_english.pdf

Vekiri, I. (2002). What is the value of graphical displays in learning? *Educational Psychology Review*, 14(3), 261-312.

Weber, R.P. (1990). *Basic content analysis*. (2nd edition). U.K.: Sage Publications.



Η συγκρότηση των γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια βιολογίας του ελληνικού σχολείου

Ακριβή Χρηστίδου, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της συγκρότησης των ιστορικών γονιδιακών μοντέλων (Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο), εμβαθύνοντας στα επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά τους, έτσι όπως αυτά αναπαρίστανται στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας. Από την ανάλυση του κυρίαρχου για τα ελληνικά εγχειρίδια, Βιοχημικού μοντέλου, προκύπτει ότι το συχνότερο χαρακτηριστικό του σε όλα τα εγχειρίδια αφορά την απουσία περιβαλλοντικών στοιχείων στη γονιδιακή λειτουργία ενώ αυτό το χαρακτηριστικό περιγράφει συγχρόνως και το Μεντελικό και το Κλασικό μοντέλο. Το γεγονός αυτό ενδέχεται να ενισχύει τον γενετικό ντετερμινισμό δημιουργώντας εναλλακτικές αντιλήψεις στους μαθητές.

Λέξεις-κλειδιά: διδακτικά εγχειρίδια, βιολογία, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ιστορικά μοντέλα γονιδίου, γονιδιακή λειτουργία

The compilation of gene models in biology textbooks of Greek education

Akrivi Christidou, Pinelopi Papadopoulou

University of Western Macedonia (Greece)

Abstract

The purpose of this study is to investigate the formation of the historical gene models (Mendelian, Classical, Biochemical, Neoclassical, Modern), deepening their individual epistemological features, as they are represented in the Greek biology textbooks. The results show that the most common feature of the dominant Biochemical model in Greek textbooks concerns the absence of the environmental elements in gene function that describes also the Mendelian and Classical models. This feature may enhance genetic determinism by creating alternative concepts to students.

Keywords: textbooks, biology, secondary school, historical gene models, gene function



1. Εισαγωγή

Η ιστορική ανάπτυξη της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του έχει κατηγοριοποιηθεί σε πέντε ιστορικά μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας, που είναι το Μεντελικό μοντέλο, το Κλασικό μοντέλο, το Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο, το Νεοκλασικό μοντέλο και το Σύγχρονο μοντέλο (Gericke & Hagberg 2007). Η ομαδοποίηση αυτή αντικατοπτρίζει την εξέλιξη της γονιδιακής λειτουργίας έτσι όπως γινόταν αντιληπτή από τους επιστήμονες σε διαφορετικές περιόδους ανάπτυξης του κλάδου της βιολογίας (Albuquerque et al. 2008, Foldin 2009, Foldin 2017). Πιο συγκεκριμένα και σύμφωνα με τους Gericke και Hagberg (2007), στο Μεντελικό μοντέλο, το γονίδιο αναφέρεται κυρίως ως χαρακτηριστικό ή αλληλόμορφο, που εντοπίζεται σε ορισμένο γενετικό τόπο και χρησιμοποιείται στη Μεντελική γενετική. Στο Κλασικό μοντέλο, το γονίδιο αποτελεί πληροφορία, είναι συνώνυμο της νουκλεοτιδικής ακολουθίας, παρέχει οδηγίες, εκφράζεται και ρυθμίζεται, και απαντάται στη μοριακή βιολογία. Στο Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο, το γονίδιο παρουσιάζεται ως παράγοντας ή DNA που αλληλεπιδρά, διπλασιάζεται και μετατοπίζεται, στο πεδίο της γενωμικής. Στο Νεοκλασικό μοντέλο, ως ρυθμιστής, το DNA ελέγχει και κατευθύνει την έκφραση στην αναπτυξιακή βιολογία. Και τέλος, στο Σύγχρονο μοντέλο, το γονίδιο ή αλληλόμορφο χρησιμοποιείται ως δείκτης που εμφανίζεται σε ορισμένες συχνότητες, μπορεί να είναι σταθερό ή να προστίθεται, συναντάται στη γενετική πληθυσμών.

Τα εν λόγω ιστορικά γονιδιακά μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν από ορισμένους ερευνητές ως εργαλείο ανάλυσης σε διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας και χημείας, Δευτεροβάθμιας και Πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, διαφόρων χωρών, για να προσδιοριστεί το είδος των μοντέλων που αναπαριστούν τη γονιδιακή λειτουργία. Βρέθηκε ότι, στα διδακτικά εγχειρίδια της Σουηδίας (Gericke & Hagberg 2010a & b) και της Βραζιλίας (Santos et al. 2012) το ιστορικό μοντέλο που υπερέχει είναι το Νεοκλασικό, ενώ στα διδακτικά εγχειρίδια αγγλόφωνων χωρών εντοπίζεται σε μεγάλο ποσοστό και το Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο (Gericke & Hagberg 2010a & b). Στα φιλανδικά διδακτικά εγχειρίδια περισσότερο διαδεδομένο είναι το Μεντελικό μοντέλο (Aivelo & Uitto 2015). Στις μελέτες που προαναφέρθηκαν, τα στοιχεία του Σύγχρονου μοντέλου είναι περιορισμένα σε όλα τα διδακτικά εγχειρίδια που αναλύθηκαν. Επιπλέον, προκύπτει μεγάλη εννοιολογική ποικιλότητα στην περιγραφή της γονιδιακής λειτουργίας λόγω της ταυτόχρονης παρουσία πολλαπλών/υβριδικών μοντέλων.

Σε προηγούμενες μελέτες μας, η ανάλυση κειμένου των διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας του ελληνικού σχολείου πραγματοποιήθηκε με μικρές τροποποιήσεις γύρω από τους θεματικούς άξονες που ορίζουν τα ιστορικά μοντέλα του γονιδίου και βασίστηκε στις προκαθορισμένες κατηγορίες των επιστημολογικών τους χαρακτηριστικών, όπως έχουν οριστεί από τους Gericke & Hagberg 2010a & b και Santos et al. 2012. Στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων βιολογίας, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά του Βιοχημικού μοντέλου κυριαρχούν (25,9%), ενώ εκείνα του Σύγχρονου μοντέλου είναι τα λιγότερο συχνά (9%). Τα αποτελέσματα αυτά είναι εν μέρει συγκρίσιμα με τη διεθνή βιβλιογραφία όσο αφορά το κυρίαρχο μοντέλο των διδακτικών εγχειριδίων των αγγλόφωνων χωρών και όσο αφορά την ελάχιστη παρουσία του Σύγχρονου μοντέλου. Εν μέρει όμως, τα αποτελέσματα που αφορούν τα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια διαφοροποιούνται καθώς συμπεριλαμβάνεται στην ανάλυση το σχολικό εγχειρίδιο της ΣΤ΄ δημοτικού που απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 12 ετών, δηλαδή ηλικία πολύ μικρότερη συγκριτικά με τις υπόλοιπες διεθνείς έρευνες. Επιπρόσθετα, το πιο αντιπροσωπευτικό μοντέλο των ελληνικών εγχειριδίων είναι το Βιοχημικό μοντέλο, που δε φαίνεται να κυριαρχεί στα εγχειρίδια της Σουηδίας, της Βραζιλίας και της Φιλανδίας (Χρηστίδου & Παπαδοπούλου 2017a & b, Christidou & Papadopoulou 2018).

Σε συνέχεια της παραπάνω έρευνας, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της συγκρότησης των ιστορικών γονιδιακών μοντέλων με την εμβάθυνση στα επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά τους, που βρέθηκαν να αναπαριστούν τις έννοιες του γονιδίου και των λειτουργιών του



μέσα στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας. Τα ερευνητικά ερωτήματα που καθοδηγούν την εργασία είναι: 1. Από ποια επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά συγκροτούνται τα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα που εντοπίζονται στο σύνολο των ελληνικών εγχειριδίων βιολογίας; και 2. Ποιο είναι το ποσοστό εμφάνισης των επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών κάθε ιστορικού γονιδιακού μοντέλου σε κάθε ένα από τα επτά ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας;

2. Μεθοδολογία

Η ανάλυση κειμένου των διδακτικών εγχειριδίων βασίστηκε στα επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά των επτά κύριων κατηγοριών που περιγράφουν τα πέντε ιστορικά γονιδιακά μοντέλα (Πίνακας 1). Αυτά έχουν οριστεί από τον Gericke και τους συνεργάτες του (Gericke & Hagberg 2010a & b, Santos et al. 2012), με προσθήκες άλλων ερευνητών και επιπλέον ορισμένα προέκυψαν από τη δική μας ανάλυση (Χρηστίδου & Παπαδοπούλου 2017a & b, Christidou & Papadopoulou 2018). Το κάθε χαρακτηριστικό αντιστοιχεί σε ένα ή περισσότερα ιστορικά μοντέλα, ενώ επιπλέον, έχουν προσδιοριστεί και μη ιστορικά επιστημολογικά χαρακτηριστικά, δηλαδή εκείνα που δεν αντιστοιχούν σε κάποιο από τα ιστορικά μοντέλα, και χαρακτηρίζονται ως αταξινόμητα (Πίνακας 2). Συνεπώς προκύπτουν ορισμένοι μεθοδολογικοί περιορισμοί στον υπολογισμό της συχνότητας εμφάνισης των ιστορικών μοντέλων, καθώς είτε θα πρέπει να εξαιρεθούν τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν σε περισσότερα μοντέλα, αφαιρώντας κατά αυτόν τον τρόπο μονάδες ανάλυσης κειμένου, είτε να ενταχθεί το κάθε ένα επιστημολογικό χαρακτηριστικό σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο βάσει ενός αυθαίρετου κριτηρίου, ή να αποδοθεί εξίσου σε όλα τα μοντέλα που αντιστοιχεί σχηματίζοντας έτσι μη αμοιβαία αποκλειόμενες κατηγορίες δημιουργώντας εικονικά πολλαπλάσιες μονάδες ανάλυσης. Επιλέχθηκε η τρίτη περίπτωση. Επισημαίνουμε ότι από την ανάλυση μας εξαιρέθηκε η κατηγορία 5 που αφορά την ανάλυση εικόνων.

Στα κείμενα των επτά διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας του ελληνικού σχολείου εντοπίστηκαν άμεσες ή έμμεσες αναφορές στη γονιδιακή λειτουργία. Τα εγχειρίδια αυτά διδάσκονται στη ΣΤ΄ δημοτικού: για το μάθημα Φυσικά-Ερευνών και ανακαλύπτω - Textbook 1, στην Α΄ γυμνασίου: Textbook 2, στις Β΄ και Γ΄ γυμνασίου: Textbook 3, στην Α΄ γενικού λυκείου: Textbook 4, στη Β΄ γενικού λυκείου: Textbook 5, στη Γ΄ γενικού λυκείου: για το μάθημα γενικής παιδείας - Textbook 6 και για το μάθημα της ομάδας προσανατολισμού θετικών σπουδών - Textbook 7. Ως μονάδες ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν οι ενότητες που συγκροτούν το κάθε κεφάλαιο και δύναται να αποτελέσουν ημερήσιο μάθημα καθώς αποτελούν μία ολοκληρωμένη νοηματική οντότητα, με έκταση 2-4 σελίδες κατά μέσο όρο. Βρέθηκε το πλήθος των επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών που αναγνωρίζονται μέσα στα εγχειρίδια (από Textbook 1 έως Textbook 7) και στη συνέχεια τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά αντιστοιχήθηκαν στα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα που περιγράφουν. Το πλήθος των μονάδων ανάλυσης και των επιστημολογικών χαρακτηριστικών για το κάθε εγχειρίδιο παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, η ανάλυση περιεχομένου πραγματοποιήθηκε ανεξάρτητα από δύο ερευνήτριες, οι οποίες σε περίπτωση διαφωνίας συζητούσαν μέχρι να καταλήξουν σε συμφωνία.

Για παράδειγμα στο Βιοχημικό μοντέλο, που αναπτύχθηκε όταν ξεκίνησαν οι μελέτες πάνω στους μονοκύτταρους μικροοργανισμούς και βρέθηκαν βιοχημικά μονοπάτια για τη σύνθεση βιταμινών, το γονίδιο και οι λειτουργίες του γίνονται αντιληπτές ως εξής: Όσο αφορά τη δομή του γονιδίου, είναι ένα σωματίδιο που βρίσκεται πάνω στο χρωμόσωμα (συμβολίζεται ως: 1b). Οι οντότητες στις οποίες γίνεται αναφορά, αναγνωρίζονται στο μακρο-επίπεδο και στο κυτταρικό επίπεδο (21b). Ένα μόνο γονίδιο ελέγχει την έκφραση ενός ενζύμου ή ένα βήμα των αλυσιδωτών αντιδράσεων (211a) αλλά και πολλά γονίδια ελέγχουν πολλά ένζυμα (211b). Ο ορισμός της γονιδιακής λειτουργίας ξεκινάει από το χαρακτηριστικό



που εκφράζεται ή το προϊόν που παράγεται και οδηγείται πίσω στο γονίδιο (3a) αλλά και αντίστροφα (3b). Ο γενότυπος διαχωρίζεται από το φαινότυπο, καθώς ένα ένζυμο διαμεσολαβεί κατά την πρωτεϊνοσύνθεση (4c). Στην εξήγηση της γονιδιακής λειτουργίας συμπεριλαμβάνεται επαγωγική ερμηνεία από το μακρο-επίπεδο στο κυτταρικό επίπεδο (6b). Στη γονιδιακή έκφραση δε συμπεριλαμβάνονται περιβαλλοντικά στοιχεία (7a). Πρέπει να σημειωθεί ότι το χαρακτηριστικό 4c περιγράφει αποκλειστικά το Βιοχημικό μοντέλο και δεν αντιστοιχεί και σε κάποιο άλλο ιστορικό μοντέλο. Με αντίστοιχο τρόπο περιγράφονται και τα υπόλοιπα τέσσερα μοντέλα.

Για να εκτιμηθεί η συγκρότηση του κάθε ιστορικού γονιδιακού μοντέλου από τα επιμέρους επιστημολογικά του χαρακτηριστικά υπολογίστηκε το ποσοστό εμφάνισης τους στο κάθε εγχειρίδιο ξεχωριστά καθώς και το μέσο ποσοστό εμφάνισης τους στο σύνολο των εγχειριδίων.

Πίνακας 1: Περιγραφή των επιστημολογικών χαρακτηριστικών-μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση των διδακτικών εγχειριδίων (Christidou & Papadopoulou 2018, Gericke & Hagberg 2010b, Santos et al. 2012).

Επιστημολογικά χαρακτηριστικά	Εξήγηση
1	Η σχέση δομής και λειτουργίας του γονιδίου.
1a	Το γονίδιο είναι μια αφηρημένη οντότητα και δεν έχει δομή.
1b	Το γονίδιο είναι ένα σωματίδιο πάνω στο χρωμόσωμα.
1c	Το γονίδιο είναι ένα τμήμα DNA.
1cx	<i>Το γονίδιο και οι λειτουργίες του σχετίζονται με το DNA.*</i>
1d	Το γονίδιο αποτελείται από ένα ή περισσότερα DNA τμήματα με διάφορους σκοπούς.
1e	Το γονίδιο είναι φορέας και/ή μονάδα πληροφορίας (Santos et al. 2012).
1f	<i>Το γονίδιο υπάρχει σε συχνότητες.*</i>
2I	Η σχέση μεταξύ οργανωτικού επιπέδου και καθορισμού προς γονιδιακής λειτουργίας.
2Ia	Το μοντέλο έχει οντότητες στο μακρο- και συμβολικό επίπεδο.
2Ib	Το μοντέλο έχει οντότητες στο μακρο- και κυτταρικό επίπεδο.
2Ibx	Το μοντέλο έχει οντότητες στο μακρο-, κυτταρικό- και μοριακό επίπεδο.
2Ic	Το μοντέλο έχει οντότητες στο μοριακό επίπεδο.
2Icx	Το μοντέλο έχει οντότητες στο κυτταρικό- και μοριακό επίπεδο.
2Icy	Το μοντέλο έχει οντότητες στο φαινοτυπικό και στο μοριακό επίπεδο (Santos et al. 2012).
2II	Η σχέση μεταξύ οργανωτικού επιπέδου και καθορισμού προς γονιδιακής λειτουργίας.
2IIa	Η αντιστοιχία μεταξύ ενός γονιδίου και μιας γονιδιακής λειτουργίας είναι ένα-προς-ένα.
2IIb	Η αντιστοιχία μεταξύ ενός γονιδίου και μιας γονιδιακής λειτουργίας είναι πολλά-προς-πολλά.
3	Η «πραγματική» προσέγγιση στον καθορισμό προς γονιδιακής λειτουργίας.
3a	Η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται από πάνω προς τα κάτω (top-down).
3b	Η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται από κάτω προς τα πάνω (bottom-up).
3c	Η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται μέσω μιας διαδικασίας.



<p>4 Η σχέση μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου.</p> <p>4 Δεν υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου.</p> <p>4a Υπάρχει διαχωρισμός, χωρίς επεξήγηση, μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου.</p> <p>4b Υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου με ένα ένζυμο ως</p> <p>4c διαμεσολαβητή.</p> <p>4d Υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου, που εξηγείται με βιοχημικές</p> <p>4e διαδικασίες.</p> <p><i>Υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου, με χρωμοσωμική εξήγηση.*</i></p>
<p>5 Οι ιδεαλιστικές έναντι των νατουραλιστικών σχέσεις στα μοντέλα.</p>
<p>6 Το πρόβλημα της επαγωγικής ερμηνείας.</p> <p>6a Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο συμβολικό επίπεδο.</p> <p>6b Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο κυτταρικό επίπεδο.</p> <p>6bx Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο μοριακό επίπεδο.</p> <p>6c Δεν υπάρχει επαγωγική ερμηνεία.</p>
<p>7 Η σχέση μεταξύ περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων.</p> <p>7a Δε συμπεριλαμβάνονται περιβαλλοντικά στοιχεία.</p> <p>7ax Περιβαλλοντικά και γενετικά στοιχεία οδηγούν σε ένα γνώρισμα / προϊόν / λειτουργία.</p> <p>7b Περιβαλλοντικά στοιχεία υπονοούνται από το αναπτυξιακό σύστημα.</p> <p>7c Περιβαλλοντικά στοιχεία εμφανίζονται ως μέρος μιας διαδικασίας.</p>

*Με αστερίσκο οι μεταβλητές που προέκυψαν από τη δική μας ανάλυση.

Πίνακας 2: Τα μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας και τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά-μεταβλητές που τα περιγράφουν (Gericke & Hagberg 2010b, Christidou & Papadopoulou 2018, Santos et al. 2012).

Μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας	Επιστημολογικά χαρακτηριστικά-μεταβλητές						
	1	2I	2II	3	4	6	7
Μεντελικό Μοντέλο	1a	2Ia	2IIa	3a	4a	6a	7a
Κλασικό Μοντέλο	1b	2Ib	2IIb	3a	4b, 4e*	6b	7a
Βιοχημικό-κλασικό Μοντέλο	1b	2Ib	2IIa, 2IIb	3a, 3b	4c	6b	7a
Νεοκλασικό Μοντέλο	1c, 1cx*, 1e	2Ic	2IIa	3b	4d	6c	7b
Σύγχρονο Μοντέλο	1d, 1f*	2Ic	2IIa	3c	4d	6c	7c
Αταξινόμητα χαρακτηριστικά		2Ibx, 2Icx, 2Icy				6bx	7ax

*Με αστερίσκο οι μεταβλητές που προέκυψαν από τη δική μας ανάλυση.

3. Αποτελέσματα

Υπολογίστηκε το ποσοστό εμφάνισης των επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών του κάθε ιστορικού γονιδιακού μοντέλου, ξεχωριστά για το κάθε ένα εγχειρίδιο από τη ΣΤ' δημοτικού (Τ1) έως και τη Γ' λυκείου (Τ7), καθώς και το μέσο ποσοστό εμφάνισής τους στο σύνολο των εγχειριδίων. Πιο συγκεκριμένα, όσο αφορά τα χαρακτηριστικά του κυρίαρχου για τα ελληνικά εγχειρίδια Βιοχημικού μοντέλου (1b, 2Ib, 2IIa, 2IIb, 3a, 3b, 4c, 6b, 7a), βρέθηκε το πώς μεταβάλλεται το ποσοστό των επιμέρους



χαρακτηριστικών του στα εγχειρίδια βιολογίας από τις μικρότερες προς τις μεγαλύτερες τάξεις του ελληνικού σχολείου και παρουσιάζεται στην Εικόνα 1, με φθίνουσα τη σειρά εμφάνισης των χαρακτηριστικών. Παρατηρείται ότι το 7a (:δε συμπεριλαμβάνονται περιβαλλοντικά στοιχεία) εντοπίζεται σε μεγαλύτερο ποσοστό μέσα στα εγχειρίδια και μάλιστα κυρίως στο εγχειρίδιο της Α΄ Γυμνασίου. Επίσης το 2IIa (:η αντιστοιχία μεταξύ ενός γονιδίου και μιας γονιδιακής λειτουργίας είναι ένα-προς-ένα) είναι πολύ συχνό σε όλα τα σχολικά εγχειρίδια. Η επόμενη ομάδα χαρακτηριστικών περιλαμβάνει τα: 1b (:το γονίδιο είναι ένα σωματίδιο πάνω στο χρωμόσωμα), 3b (:η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται bottom-up), 3a (:η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται top-down) και 2Ib (:το μοντέλο έχει οντότητες στο μακρο- και κυτταρικό επίπεδο), ενώ σε πολύ μικρά ποσοστά υπάρχουν τα: 4c (:υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου με ένα ένζυμο ως διαμεσολαβητή), 6b (:υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο κυτταρικό επίπεδο) και 2IIb (:η αντιστοιχία μεταξύ ενός γονιδίου και μιας γονιδιακής λειτουργίας είναι πολλά-προς-πολλά).

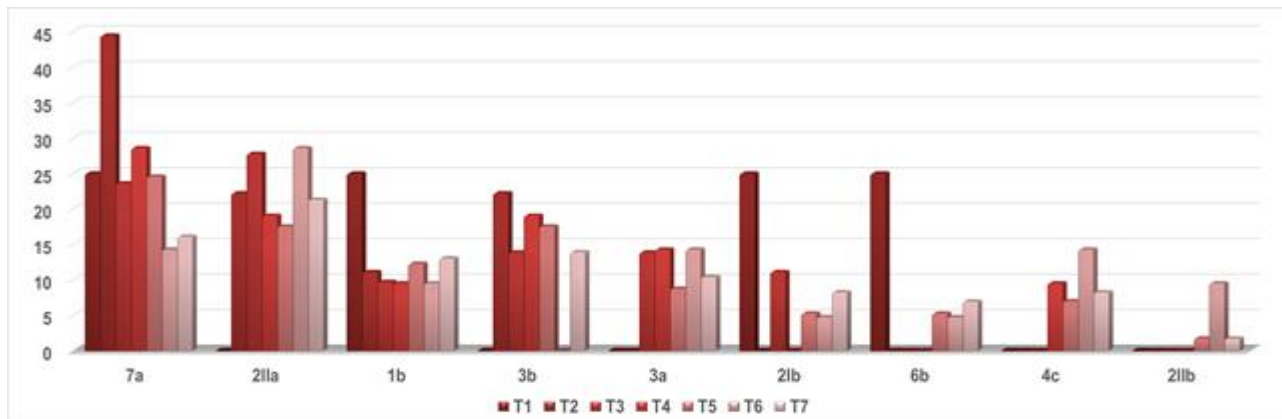
Πίνακας 3: Το πλήθος των μονάδων ανάλυσης και των επιστημολογικών χαρακτηριστικών για το κάθε εγχειρίδιο (Christidou & Papadopoulou 2018).

Διδακτικά εγχειρίδια	Μονάδες ανάλυσης	Επιστημολογικά χαρακτηριστικά
T1	1	10
T2	5	25
T3	13	147
T4	11	52
T5	11	104
T6	9	73
T7	33	455
Σύνολο: 7	83	866

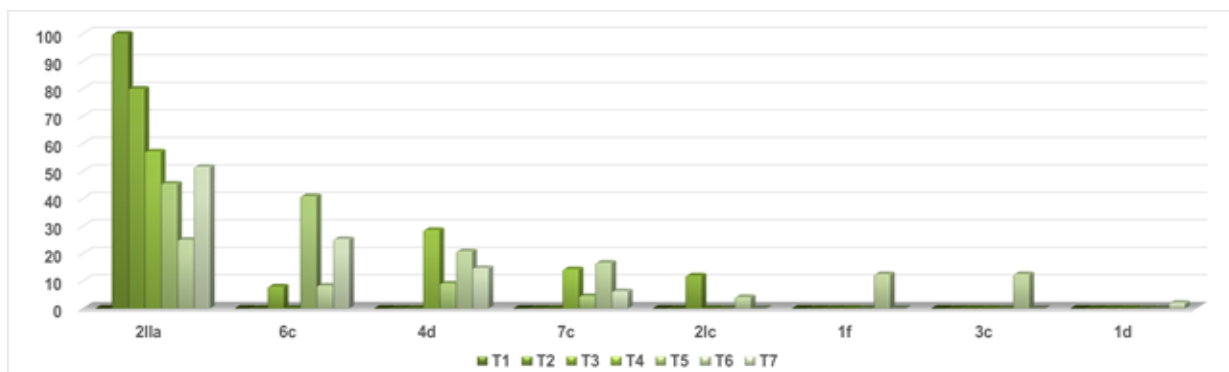
Με αντίστοιχο τρόπο, βρέθηκε και παρουσιάζεται στην Εικόνα 2, από τις μικρότερες προς τις μεγαλύτερες σχολικές βαθμίδες, το ποσοστό εμφάνισης των επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών που περιγράφουν το Σύγχρονο μοντέλο (1d, 1f, 2Ic, 2IIa, 3c, 4d, 6c και 7c), το οποίο είναι το λιγότερο συχνό στα ελληνικά εγχειρίδια βιολογίας. Το χαρακτηριστικό του Σύγχρονου μοντέλου με τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφάνισης στα εγχειρίδια είναι το 2IIa που περιγράφει όμως και τα υπόλοιπα ιστορικά μοντέλα εκτός του Κλασικού. Τα λιγότερο αντιπροσωπευτικά χαρακτηριστικά του Σύγχρονου μοντέλου στα ελληνικά εγχειρίδια είναι τα: 1f (:το γονίδιο υπάρχει σε συχνότητες) και 3c (:η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται μέσω μιας διαδικασίας) που εντοπίζονται στο εγχειρίδιο της Γ΄ λυκείου για το μάθημα γενικής παιδείας και το 1d (:το γονίδιο αποτελείται από ένα ή περισσότερα DNA τμήματα με διάφορους σκοπούς) που εντοπίζεται μόνο στο εγχειρίδιο της Γ΄ λυκείου για το μάθημα της ομάδας προσανατολισμού.



Εικόνα 1: Ποσοστό εμφάνισης (%) των επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών που συγκροτούν το Βιοχημικό μοντέλο στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας Τ1-Τ7.



Εικόνα 2: Ποσοστό εμφάνισης (%) των επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών που συγκροτούν το Σύγχρονο μοντέλο στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας Τ1-Τ7.



Έπειτα, υπολογίστηκε το μέσο ποσοστό εμφάνισης του κάθε επιστημολογικού χαρακτηριστικού των πέντε ιστορικών γονιδιακών μοντέλων, που βρέθηκαν μέσα στο σύνολο του υλικού ανάλυσης. Στον Πίνακα 4, παρατίθενται τα χαρακτηριστικά κάθε μοντέλου ξεχωριστά με φθίνουσα σειρά εμφάνισης και γίνεται φανερό κατά πόσο η παρουσία των μοντέλων οφείλεται στα μοναδικά τους χαρακτηριστικά, δηλαδή σε εκείνα τα χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν μόνο σε ένα μοντέλο (σημαίνονται με κόκκινο χρώμα στον Πίνακα 4). Πιο ειδικά, η παρουσία του Μεντελικού μοντέλου φαίνεται να οφείλεται μόνο 10% στα μοναδικά του χαρακτηριστικά, δηλαδή στα: 1a (:το γονίδιο είναι μια αφηρημένη οντότητα και δεν έχει δομή), 4a (:δεν υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου), 21a (:το μοντέλο έχει οντότητες στο μακρο- και συμβολικό επίπεδο) και 6a (:υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο-επίπεδο στο συμβολικό επίπεδο). Το 4b (:υπάρχει διαχωρισμός, χωρίς επεξήγηση, μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου) που περιγράφει αποκλειστικά το Κλασικό μοντέλο είναι σχετικά συχνό, περίπου 25%. Επίσης, το 4c (:υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου με ένα ένζυμο ως διαμεσολαβητή) που είναι μοναδικό χαρακτηριστικό για το Βιοχημικό μοντέλο εμφανίζεται με πολύ χαμηλό ποσοστό, μόνο 5,6%. Δύο από τα τέσσερα χαρακτηριστικά που περιγράφουν αποκλειστικά το Νεοκλασικό μοντέλο είναι συχνά μέσα στα εγχειρίδια, το 1e (:το γονίδιο είναι φορέας και/ή μονάδα



πληροφορίας) και το 1c (:το γονίδιο είναι ένα τμήμα DNA). Τέλος, η περιορισμένη παρουσία του Σύγχρονου μοντέλου δεν οφείλεται στα χαρακτηριστικά που περιγράφουν μόνο αυτό. Λεπτομερέστερα, το 7c (:περιβαλλοντικά στοιχεία εμφανίζονται ως μέρος μιας διαδικασίας) συναντάται σε ποσοστό 6% και σε ακόμα χαμηλότερα ποσοστά απαντώνται το 1f (:το γονίδιο υπάρχει σε συχνότητες) μαζί με το 3c (:η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται μέσω μιας διαδικασίας) σε ποσοστό 1,9% και το 1d (:το γονίδιο αποτελείται από ένα ή περισσότερα DNA τμήματα με διάφορους σκοπούς) σε ποσοστό 0,3%.

Πίνακας 4: Μέσο ποσοστό εμφάνισης (%) των επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών που συγκροτούν τα 5 ιστορικά γονιδιακά μοντέλα στο σύνολο των ελληνικών διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας. Με κόκκινο χρώμα επισημαίνονται τα μοναδικά χαρακτηριστικά των μοντέλων.

Επιστημ. Χαρακτ. Μεντελικού μ.	7a	2IIa	3a	1a	4a	2Ia	6a		
Μέσο ποσοστό εμφάνισης %	45,0%	30,1%	14,6%	5,7%	2,7%	1,9%	0%		
Επιστημ. Χαρακτ. Κλασικού μ.	7a	4b	1b	3a	2Ib	6b	4e	2IIb	
Μέσο ποσοστό εμφάνισης %	28,1%	24,7%	14,3%	11,0%	8,1%	6,1%	5,0%	2,6%	
Επιστημ. Χαρακτ. Βιοχημικού μ.	7a	2IIa	1b	3b	3a	2Ib	6b	4c	2IIb
Μέσο ποσοστό εμφάνισης %	25,3%	19,4%	12,9%	12,4%	8,9%	7,7%	6,0%	5,6%	1,9%
Επιστημ. Χαρακτ. Νεοκλασικού μ.	2IIa	3b	1e	1c	4d	6c	1cx	2Ic	7b
Μέσο ποσοστό εμφάνισης %	24,7%	17,4%	15,3%	10,7%	6,6%	6,6%	2,9%	1,4%	0,1%
Επιστημ. Χαρακτ. Σύγχρονου μ.	2IIa	6c	4d	7c	2Ic	1f	3c	1d	
Μέσο ποσοστό εμφάνισης %	51,3%	11,9%	10,4%	6,0%	2,3%	1,9%	1,9%	0,3%	

4. Συμπεράσματα

Όπως είναι γνωστό και από τη βιβλιογραφία, το Βιοχημικό μοντέλο που είναι περισσότερο συχνό στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας, περιλαμβάνει ορισμένες εσωτερικές ασυμβατότητες που ενδέχεται να συμβάλλουν στη δημιουργία εναλλακτικών αντιλήψεων στους μαθητές. Τα ασύμβατα μεταξύ τους αυτά χαρακτηριστικά αφορούν τη γονιδιακή λειτουργία και την επαγωγική ερμηνεία (2IIa-2IIb και 3a-3b), καθώς το Βιοχημικό μοντέλο διατηρεί ορισμένα χαρακτηριστικά του Κλασικού μοντέλου ενώ παράλληλα υιοθετεί και κάποια του Νεοκλασικού (Gericke & Hagberg 2007).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι ο κυριότερος αντιπρόσωπος του Βιοχημικού μοντέλου στα ελληνικά εγχειρίδια βιολογίας είναι το 7a που αφορά την απουσία περιβαλλοντικών στοιχείων στη γονιδιακή λειτουργία. Αυτό το χαρακτηριστικό αντιστοιχεί επίσης και σε δύο ακόμα μοντέλα, το



Μεντελικό και το Κλασικό, χωρίς να είναι ξεκάθαρη η χρήση των διαφορετικών γονιδιακών μοντέλων μέσα στο κείμενο, δηλαδή ο διαφορετικός τρόπος παρουσίασης της γονιδιακής λειτουργίας αναλόγως του περιεχομένου και του διδακτικού στόχου της εκάστοτε θεματικής ενότητας. Επιπλέον, το χαρακτηριστικό αυτό δύναται να δημιουργεί πρόβλημα στην κατανόηση από τους μαθητές, της επίδρασης του περιβάλλοντος στη γονιδιακή λειτουργία και είναι πιθανό να ενισχύει τον γενετικό ντετερμινισμό.

Επιπρόσθετα, το χαρακτηριστικό 4c που αφορά τη διαμεσολάβηση ενζύμου για τον διαχωρισμό μεταξύ γενοτύπου-φαινοτύπου και περιγράφει αποκλειστικά το Βιοχημικό μοντέλο, ενώ δεν αντιστοιχεί σε κάποιο άλλο ιστορικό μοντέλο, εντοπίζεται σε πολύ μικρό ποσοστό. Αυτό φαίνεται να προκύπτει λόγω της αναμενόμενης Μεντελικής και Κλασικής προσέγγισης της γονιδιακής λειτουργίας, ειδικότερα στα σχολικά εγχειρίδια των μικρότερων σχολικών βαθμίδων, καθώς το βιοχημικό επίπεδο είναι πιο περίπλοκο στην κατανόηση.

Συνεπώς, η παρουσία του Βιοχημικού μοντέλου στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας βασίζεται κυρίως (περίπου 94%) στα κοινά του χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα ιστορικά μοντέλα. Όσο αφορά το Μεντελικό και το Σύγχρονο μοντέλο, αυτά επίσης εμφανίζονται μόνο μέσω των μη αποκλειστικών τους επιστημολογικών χαρακτηριστικών (περίπου 90%, έκαστο). Ωστόσο, τόσο η παρουσία του Κλασικού όσο και του Νεοκλασικού μοντέλου, φαίνεται να οφείλεται στα μοναδικά τους χαρακτηριστικά. Δηλαδή, τα αποκλειστικά χαρακτηριστικά 4b και 4e του Κλασικού μοντέλου συγκεντρώνουν ποσοστό εμφάνισης 30% και το ίδιο ποσοστό προκύπτει επίσης και για τα αποκλειστικά χαρακτηριστικά 1e, 1c, 1cx και 7b του Νεοκλασικού μοντέλου, συνολικά. Συμπερασματικά, η εννοιολογική ποικιλότητα στο σύνολο των ελληνικών διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας, φαίνεται να περιορίζεται και να οφείλεται κυρίως στο Κλασικό μοντέλο και στο Νεοκλασικό μοντέλο, που εμφανίζονται μέσω των μοναδικών τους χαρακτηριστικών.

5. Ευχαριστίες

Η έρευνα που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία αποτελεί μέρος εκπονούμενου διδακτορικού το οποίο χρηματοδοτείται από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) και το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ).

6. Βιβλιογραφία

Χρηστίδου Α. & Παπαδοπούλου Π. (2017). Αναπαραστάσεις γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας: Το εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.) Πρακτικά εργασιών 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση «Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης», (σσ. 446-454). Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης. a

Χρηστίδου Α. & Παπαδοπούλου Π. (2017). Αναπαραστάσεις γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας του Γυμνασίου: Μια σύγκριση. Στο Α. Πολύζος, Λ. Άνθης (Επιμ.) Πρακτικά εργασιών 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση», (σσ. 133-142). Πειραιάς: Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων. ISBN: 978-618-81159-5-8. b



- Aivelo, T., & Uitto, A. (2015). Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *Nordic Studies in Science Education*, 11(2), 139–152.
- Albuquerque, P. M., de Almeida, A. M. R., El-Hani, N. C. (2008). Gene Concepts in Higher Education Cell and Molecular Biology Textbooks. *Science Education International*, 19(2), 219-234.
- Christidou, A., & Papadopoulou, P. (2018). Representations of gene models in Greek secondary school biology textbooks. *ERIDOB 2018: XII Conference of European of Researchers in Didactics of Biology*, Zaragoza, Spain.
- Flodin, V. S. (2009). The necessity of making visible concepts with multiple meanings in science education: The use of the gene concept in a biology textbook. *Science and Education*, 18(1), 73–94.
- Flodin, V. S. (2017). Characterisation of the Context-Dependence of the Gene Concept in Research Articles. *Science and Education*, 26, 141–170.
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual incoherence as a result of the use of multiple historical models in school textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), 605–623. a
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual Variation in the Depiction of Gene Function in Upper Secondary School Textbooks. *Science and Education*, 19(10), 963–994. b
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science and Education* 16, 849-881.
- Santos, V. C., Joaquim, L. M., & El-Hani, C. N. (2012). Hybrid Deterministic Views about Genes in Biology Textbooks: A Key Problem in Genetics Teaching. *Science and Education*, 21(4), 543–578.



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ



Αξιολόγηση ευχρηστίας και αποτελεσματικότητας γνωστικού εργαλείου σχεδίασης και χειρισμού συντακτικών τύπων Οργανικών Ενώσεων

Δέσποινα Γανίτη¹, Λάζαρος Πασσιάς¹, Μαρία-Παναγιώτα Βλαχολιά², Βασίλειος Κουταλάς¹,
Νικόλας Χαριστός¹, Μιχάλης Σιγάλας¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,

²Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται η αξιολόγηση της ευχρηστίας και η μελέτη της αποτελεσματικότητας του γνωστικού εργαλείου 2DrawChemQuiz, το οποίο επιτρέπει τον ελεύθερο σχεδιασμό και χειρισμό συντακτικών τύπων άκυκλων οργανικών ενώσεων, μέσα από στοχευμένες δραστηριότητες για την επίλυση προβλημάτων χημείας. Μαθητές της Β λυκείου και εμπειρογνώμονες αξιολόγησαν θετικά την ευχρηστία του λογισμικού. Εντοπίστηκαν συγκεκριμένα μοτίβα διάδρασης κατά την επίλυση των προβλημάτων από τους εμπειρογνώμονες. Η χρήση του λογισμικού βελτίωσε τις επιδόσεις των μαθητών σε ερωτηματολόγια κατανόησης συντακτικών τύπων.

Λέξεις-κλειδιά: Γνωστικά εργαλεία, διαδραστικότητα, οργανική χημεία, eye-tracking.

Evaluation of usability and effectiveness of a cognitive tool for drawing and handling structural formulas of Organic Compounds

Despoina Ganiti¹, Lazaros Passias¹, Maria-Panagiota Vlacholia², Vasileios Koutalas¹,
Nickolas Charistos¹, Michael Sigalas¹

¹Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki

² Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

In this study we present the evaluation of usability and effectiveness of the cognitive tool 2DrawChemQuiz, which enables free drawing and handling of structural formulas of acyclic organic compounds, via directed tasks for solving chemistry problems. Students of 2nd grade of General Lyceum and experts gave positive evaluations of the tool's usability. Specific interaction patterns of experts during the problem-solving tasks were identified. The engagement of students with the tool improved their performance in questionnaires involving the understanding of structural formulas.

Keywords: Cognitive tools, interactivity, organic chemistry, eye-tracking.



1. Εισαγωγή

Η δημιουργία, η κατανόηση, οι μετασχηματισμοί και οι μεταφράσεις των δισδιάστατων συμβολικών χημικών αναπαραστάσεων αποτελούν ίσως την πιο κρίσιμη και ουσιώδη δεξιότητα που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητευόμενοι χημικοί (Kozma *et. al.*, 2000). Η εκτέλεση πολύπλοκων γνωστικών διεργασιών κατά τη διάρκεια της μάθησης με συμβολικές αναπαραστάσεις απαιτεί τη δημιουργία, διατήρηση, επεξεργασία και αλληλεπίδραση εσωτερικών αναπαραστάσεων και νοητικών μοντέλων της πληροφορίας στην περιορισμένης χωρητικότητας μνήμη εργασίας, η οποία μπορεί εύκολα να υπερφορτωθεί, καθιστώντας δύσκολη την εκτέλεση των γνωστικών διεργασιών, δυσκολεύοντας ή και αποτρέποντας την μάθηση (Sweller, 1994). Οι εξωτερικές αναπαραστάσεις αποφορτίζουν το γνωστικό φορτίο διατηρώντας και παρουσιάζοντας την πληροφορία σε οπτική μορφή, με συνέπεια την απελευθέρωση γνωστικών πόρων, που μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν από το μαθητευόμενο για να εστιάσει στις τρέχουσες απαιτήσεις της εργασίας του. Επιπροσθέτως, οι διαδραστικές αναπαραστάσεις των γνωστικών εργαλείων παρέχουν τη δυνατότητα για ρύθμιση, μεταβολή και επεξεργασία ιδιοτήτων των οπτικών αναπαραστάσεων που μπορούν να διαλευκάνουν και να αποκαλύψουν υποκείμενες σχέσεις και έννοιες του γνωστικού αντικείμενου και επιπλέον προσθέτουν τη χρονική διάσταση στην πληροφορία, υποστηρίζοντας την εποικοδομητική δημιουργία νοήματος με έναν διαρκή τρόπο που είναι απαραίτητος για την ενεργητική μάθηση (Parsons & Sedig, 2012). Μέσα από αυτή τη δυναμική χρονική διαδικασία που περιλαμβάνει τη δράση, την αντίδραση, την αντίληψη και την ερμηνεία, στο πλαίσιο μιας στοχευμένης δραστηριότητας, ένα γνωστικό εργαλείο διαμεσολαβεί την διάδραση του μαθητευόμενου με το γνωστικό αντικείμενο με σκοπό να υποστηρίξει τη μάθηση (Parsons & Sedig, 2014a). Έτσι, μπορεί να δημιουργηθεί μια ισχυρή σύζευξη ανάμεσα στο μαθητευόμενο και το γνωστικό εργαλείο, επιτρέποντας στο εργαλείο να έχει ενεργή συμμετοχή στις γνωστικές διεργασίες του μαθητευόμενου (Parsons & Sedig, 2014b).

Σε αυτό το θεωρητικό πλαίσιο σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε το γνωστικό εργαλείο σχεδιασμού και μοντελοποίησης συντακτικών τύπων άκυκλων οργανικών ενώσεων 2DrawChemQuiz (Χαριστός *et al.*, 2017). Το 2DrawChemQuiz περιέχει 50 στοχευμένες δραστηριότητες με τη μορφή προβλημάτων οργανικής χημείας και ενσωματώνει στην παρούσα έκδοση 4 μοτίβα διάδρασης ανθρώπου-πληροφορίας (τροποποίηση, μετασχηματισμός, δόμηση, επισήμανση), στα οποία κατανέμονται διαφορετικές διαδράσεις που σχεδιάστηκαν με βάση τρία δομικά στοιχεία μικρο-διαδραστικότητας: α) διαιρετότητα, β) εστίαση και γ) ροή. Οι στοχευμένες δραστηριότητες περιλαμβάνουν προβλήματα στα οποία ο χρήστης καλείται να τροποποιήσει, να μετασχηματίσει, να δημιουργήσει ή να επισημάνει κατάλληλα μια δεδομένη δισδιάστατη μοριακή αναπαράσταση προκειμένου αυτή να ταυτιστεί με μια αναπαράσταση που ζητείται από την εκφώνηση του προβλήματος. Για την εκτέλεση αυτών των δράσεων παρέχονται διαφορετικά εργαλεία διάδρασης: α) εργαλεία δόμησης, με τα οποία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέτει ή να αφαιρεί ομάδες στον συντακτικό τύπο, β) εργαλεία μετασχηματισμού, με τα οποία ο χρήστης μπορεί να εκτελεί αυτόματες περιστροφές και κατοπτρισμούς (διακριτή ροή, έμμεση εστίαση, ατομική διαιρετότητα) ή να εκτελεί χειροκίνητες περιστροφές θραυσμάτων ή ολοκλήρου του συντακτικού τύπου (συνεχής ροή, άμεση εστίαση, σύνθετη διαιρετότητα), γ) εργαλεία διαρρυθμισμού, με τα οποία ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την τάξη δεσμού και δ) εργαλεία επισήμανσης, όπου ο χρήστης μπορεί να αριθμεί διαδοχικά τους άνθρακες της αλυσίδας.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η αξιολόγηση της ευχρηστίας του λογισμικού 2DrawChemQuiz και η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας του στην εκμάθηση συντακτικών τύπων Οργανικής Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Οι επιμέρους στόχοι αφορούν: α) τη διερεύνηση του τρόπου χρήσης του διδακτικού εργαλείου καθώς και του τρόπου επίλυσης συγκεκριμένων προβλημάτων από εμπειρογνώμονες, β) τη μελέτη της



ευχρηστίας του λογισμικού από εμπειρογνώμονες και μαθητές, γ) τη μελέτη της βελτίωσης των επιδόσεων μαθητών της Β λυκείου στην κατανόηση συντακτικών τύπων.

2. Μεθοδολογία

2.1 Ερευνητικά Εργαλεία

Για την εκπλήρωση των στόχων, χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω ερευνητικά εργαλεία:

- *Ερωτηματολόγιο μέτρησης ευχρηστίας λογισμικού SUMI (Software Usability Measurement Inventory)*, που διατίθεται σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή (Kirakowski & Corbett, 2012). Τα αποτελέσματα που εξάγει η εγκεκριμένη και διεθνώς αποδεκτή αυτή μέθοδος, προκύπτουν μέσα από αλγόριθμο υψηλής αξιοπιστίας.
- Δύο ερωτηματολόγια διερεύνησης επιδόσεων με βάση το *εργαλείο διερεύνησης της χρήσης οπτικών ή/και αναλυτικών στρατηγικών στη Χημεία, VACT (Visual Analytic Chemistry Task)* (Vlacholia et al., 2017). Τα ερωτηματολόγια χορηγήθηκαν πριν (pre-test) και μετά (post-test) από την ενασχόληση με το λογισμικό και περιλαμβάνουν 20 ερωτήματα γεωμετρίας συντακτικών τύπων άκυκλων οργανικών ενώσεων, στα οποία αναπαριστώνται δύο συντακτικοί τύποι και ο λύτης καλείται να απαντήσει αν οι δύο αυτές οπτικοποιήσεις αναπαριστούν το ίδιο μόριο.
- Οφθαλμικές καταγραφές (Eye-Tracking) με χρήση του λογισμικού TobiiStudio και του καταγραφέα Tobii T120 κατά την επίλυση των προβλημάτων του 2DrawChemQuiz. Για τη διαδικασία αυτήν επιλέχθηκαν και διαμορφώθηκαν κατάλληλα 16 αντιπροσωπευτικές ερωτήσεις.

2.2 Ερευνητική Διαδικασία

Αρχικά το λογισμικό χορηγήθηκε σε 43 φοιτητές κι εκπαιδευτικούς από σχολές των θετικών επιστημών (εμπειρογνώμονες). Οι συμμετέχοντες ασχολήθηκαν με το λογισμικό και έπειτα συμπλήρωσαν το *Ερωτηματολόγιο μέτρησης ευχρηστίας λογισμικού (SUMI)*. Από το παραπάνω δείγμα επιλέχθηκαν τυχαία 20 άτομα και απάντησαν 16 ερωτήσεις του 2DrawChemQuiz, με ταυτόχρονη καταγραφή των οφθαλμικών τους κινήσεων.

Στο δεύτερο τμήμα της έρευνας έλαβαν μέρος 56 μαθητές της Β' Λυκείου από δύο σχολεία της Θεσσαλονίκης. Αρχικά, όλοι οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα διαγνωστικό ερωτηματολόγιο (pre-test). Στη συνέχεια οι 41 από τους μαθητές χρησιμοποίησαν το λογισμικό 2DrawChemQuiz, που χορηγήθηκε διαδικτυακά, εκτός σχολικού ωραρίου. Σε διάρκεια δύο εβδομάδων από την ενασχόληση τους με το λογισμικό, συμπλήρωσαν ένα δεύτερο ερωτηματολόγιο (post-test) ίδιας δυσκολίας και έκτασης με το αρχικό. Τέλος, ζητήθηκε από τους μαθητές να αξιολογήσουν το λογισμικό, συμπληρώνοντας το έντυπο ερωτηματολόγιο SUMI. Όλα τα ερωτηματολόγια δόθηκαν έντυπα στους μαθητές στο χώρο του σχολείου, κατά τη διάρκεια δύο συνολικά διδακτικών ωρών.



3. Αποτελέσματα

3.1 Μοτίβα Διάδρασης Εμπειρογνομόνων

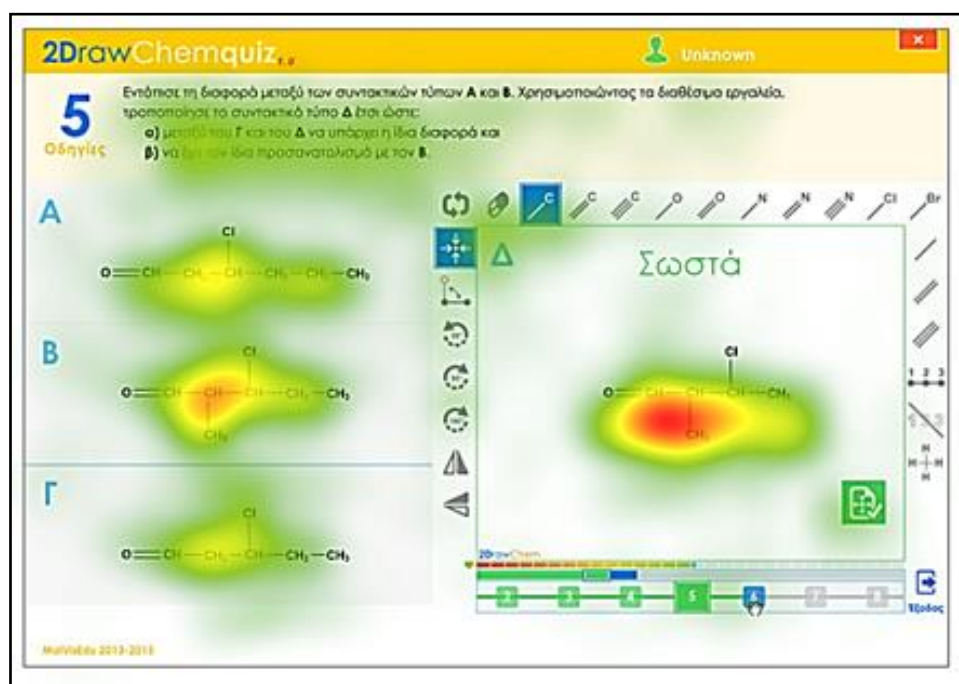
Η μελέτη των μοτίβων διάδρασης έγινε: α) ποιοτικά με την ενδελεχή παρατήρηση της πορείας του βλέμματος των συμμετεχόντων (Scanpath) και των θερμικών χαρτών καταγραφής βλέμματος (Heatmaps) (Εικόνα 1) και β) ποσοτικά μέσω της ανάλυσης των χρόνων εστίασης και του αριθμού εστιάσεων στις περιοχές ενδιαφέροντος (AOI) και των επιλογών (μέσω ποντικιού) των χρηστών. Συνοπτικά παρατηρήθηκαν τα εξής:

α) Σε ερωτήματα που υπήρχε η δυνατότητα να απαντηθούν είτε με χρήση των εργαλείων μετασχηματισμού είτε με εργαλεία δόμησης χρησιμοποιήθηκε κυρίως ο πρώτος τρόπος. Υπάρχει όμως και ένα μικρό ποσοστό συμμετεχόντων ανά ερώτηση που χρησιμοποιεί τα εργαλεία δόμησης. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει το μοτίβο διάδρασης των χρηστών (30% του δείγματος) που επαναδομούν το μόριο όταν τους ζητούνταν να ευθυγραμμίσουν την κύρια αλυσίδα.

β) Σε ερωτήματα που εμπειρείχαν μετατροπή ενός τύπου βάσει παραδείγματος, παρατηρήθηκαν μεγαλύτεροι χρόνοι εστίασης, $F(2,38)=6.662$, $p<.05$, για την Ερώτηση 6 και αριθμοί εστιάσεων στην τελική κατάσταση του παραδείγματος, $F(2,38)=11.714$, $p<.05$, για την Ερώτηση 5, ενώ μεγαλύτεροι χρόνοι εστίασης παρουσιάστηκαν στη χαρακτηριστική ομάδα του παραδείγματος, καθώς και γύρω από αυτή, $F(1,19)=7.054$, $p<.05$, για την Ερώτηση 6.

γ) Η ομάδα των εργαλείων μετασχηματισμού διακριτής ροής φαίνεται σε συγκεκριμένες ερωτήσεις να χρησιμοποιείται από υψηλά ποσοστά χρηστών (90% των συμμετεχόντων για την Ερώτηση 4).

Εικόνα 1: Θερμικός χάρτης οπτικής καταγραφής κατά την χρήση του 2DrawChemQuiz

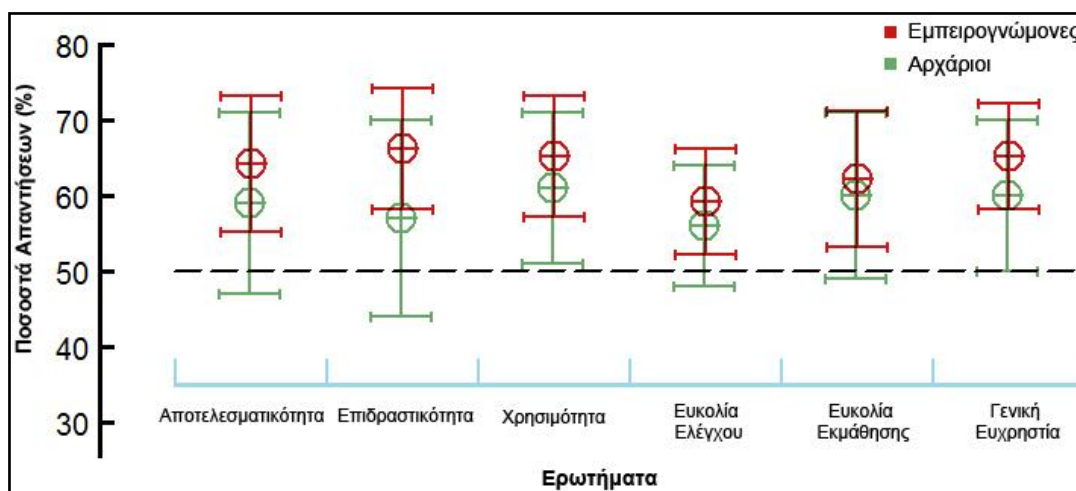




3.2 Αξιολόγηση Ευχρηστίας

Η αξιολόγηση της ευχρηστίας του 2DrawChemQuiz έγινε μέσω της στατιστικής ανάλυσης των απαντήσεων των συμμετεχόντων στα ερωτηματολόγια SUMI. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε ξεχωριστά για τους αρχάριους και τους έμπειρους συμμετέχοντες. Παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά σε όλες τις κατηγορίες από τα οποία φαίνεται πως και οι δύο ομάδες ατόμων θεωρούν πως το λογισμικό είναι εύχρηστο με εμφανή την τάση για τους έμπειρους να δίνουν θετικότερες απαντήσεις (Εικόνα 2). Στην ερώτηση που αφορούσε την ευκολία εκμάθησης τα αποτελέσματα δείχνουν και για τις δύο ομάδες θετικές απαντήσεις με αρκετά κοντινούς μέσους όρους, ενώ η μεγαλύτερη απόκλιση των αποτελεσμάτων φαίνεται να υπάρχει στην επιδραστικότητα του λογισμικού, η οποία αντικατοπτρίζει το βαθμό στον οποίο οι χρήστες θεωρούν ότι το λογισμικό τους βοηθά στη δουλειά τους.

Εικόνα 2: Διάγραμμα ποσοστών του SUMI για τη λειτουργικότητα και την ευχρηστία του λογισμικού 2DrawChemQuiz



3.3 Αποτελεσματικότητα

Από τα αποτελέσματα του αρχικού και του τελικού τεστ για τους μαθητές της Β΄ Λυκείου, φαίνεται να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά για τους μαθητές που χρησιμοποίησαν το λογισμικό, $F(1,40)=4.812$, $p<.05$, πριν και μετά τη χρήση του λογισμικού (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Μεταβολή επιδόσεων πριν και μετά τη χρήση του λογισμικού 2DrawChemQuiz για τους 41 μαθητές

Τεστ	Σύνολο	Μέση Τιμή (Κλίμακα 0-20)	Τυπική Απόκλιση
PreTest	41	15,22	2,62
PostTest	41	16,15	2,98



4. Συμπεράσματα

Το 2DrawChemQuiz αποδείχθηκε εύχρηστο τόσο για τους εμπειρογνώμονες, όσο και για τους αρχάριους. Τα αποτελέσματά της εφαρμογής στους μαθητές έδειξαν πως το 2DrawChemQuiz έχει θετική επίδραση στο τρόπο που αντιλαμβάνονται τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων, καθώς οι επιδόσεις τους βελτιώθηκαν σε ανάλογα προβλήματα. Από τα μοτίβα διάδρασης των εμπειρογνώμωνων παρατηρήθηκαν συγκεκριμένες συμπεριφορές ως προς την χρήση του λογισμικού για την επίλυση των ερωτημάτων, όπως η χρήση των μετασχηματισμών διακριτής ροής που θα μπορούσε να ερμηνευτεί ως ευχέρεια στον χειρισμό των συντακτικών τύπων. Επιπλέον χαρακτηριστικό μοτίβο διάδρασης των εμπειρογνώμωνων είναι η επαναδόμηση των τύπων καθώς και η εστίαση στην χαρακτηριστική ομάδα. Ερευνητικό ενδιαφέρον για μελλοντική έρευνα παρουσιάζει η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα μοτίβα διάδρασης αρχαρίων στη χρήση συντακτικών τύπων.

5. Βιβλιογραφία

Χαριστός Ν., Κουταλάς Β., Βλαχολιά Μ., Σάλτα Κ., Τζουγκράκη Χ., Σιγάλας Μ. (2017), 2DrawChemQuiz: Σχεδιασμός, ανάπτυξη και εφαρμογή ενός γνωστικού εργαλείου εξάσκησης στη σχεδίαση και χειρισμό συντακτικών τύπων, 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 352-358.

Kirakowski, J., & Corbett, M. (1993). SUMI: the Software Usability Measurement Inventory. *BJET*, 24, 210-212.

Kozma, R., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. (2000). The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. *Journal of the Learning Sciences*, 9, 105–143.

Parsons, P. and Sedig, K. (2012). The Role of Interactive Representations in Cognitive Tools for Learning. *Computers in Education*, 2(3), 27-45.

Parsons, P. & Sedig, K. (2014a). Adjustable properties of visual representations: Improving the quality of human-information interaction. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(3), 455–482.

Parsons, P. & Sedig, K. (2014b). Distribution of Information Processing While Performing Complex Cognitive Activities with Visualization Tools. In W. Huang (Ed.), *Handbook of Human Centric Visualization* (pp. 693–715). New York, NY: Springer New York.

Sweller J. (1994) Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295–312.

Vlacholia, M., Vosniadou, S., Roussos, P., Salta, K., Kazi, S., Sigalas, M., & Tzougraki, C. (2017). Changes in visual/spatial and analytic strategy use in organic chemistry with the development of expertise. *Chemistry Education Research And Practice*, 18(4), 763-773.



Εφαρμογή καινοτόμου εκπαιδευτικού σεναρίου μάθησης σε μαθητές και μαθήτριες Δημοτικού Σχολείου. Ανάπτυξη δράσεων στην κατανόηση του υδρολογικού κύκλου

Φώτιος Ζυγούρης¹, Αθανάσιος Καπουλίτσας², Σοφία Αντωνιάδου², Αγγελική Μακατσώρη³,
Βασιλική Βλάχου²

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, ³Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Περίληψη

Η κατανόηση του υδρολογικού κύκλου αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο στη μάθηση των φυσικών επιστημών από τα παιδιά του Δημοτικού Σχολείου. Ωστόσο οι αντιλήψεις τις οποίες έχουν, τους δημιουργούν ζητήματα στην κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Η εφαρμογή της εκπαιδευτικής εφαρμογής με τη βοήθεια του προγράμματος scratch, έδωσε τη δυνατότητα της αλληλεπίδρασης και μάθησης των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα από την ανάλυση των ερωτηματολογίων διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά κατανόησαν το συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο και οι γνώσεις τους αυξήθηκαν σημαντικά. Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία ήταν η μεγάλη συνεργασία και αλληλεπίδραση μεταξύ τους αλλά και η επικράτηση ενός εποικοδομητικού μαθησιακού κλίματος.

Λέξεις-κλειδιά: Υδρολογικός κύκλος, αλληλεπίδραση, εκπαιδευτικό σενάριο

Implementation of an innovative educational learning scenario for elementary school pupils. Developing actions to understand the hydrologic cycle

Fotios Zygouris¹, Athanasios Kapoulitsas², Sofia Antoniadou², Angeliki Makatsori³, Vasiliki Vlachou²

¹University of Western Macedonia, ²Primary Education Teacher, ³Secondary Education Teacher

Abstract

Understanding the hydrological cycle is an important element in the learning of natural sciences by primary school children. However, the perceptions that have them raise questions in understanding natural phenomena. The implementation of the educational application with the help of the scratch program enabled the interaction and learning of children. More specifically, the analysis of the questionnaires found that children understood the specific natural phenomenon and their knowledge increased significantly. One of the most important elements was the great cooperation and interaction between them, but also the prevailing of a constructive learning climate.

Keywords: Hydrological cycle, interaction, educational scenario



1. Εισαγωγή

Η σύγχρονη διδακτική η οποία αφορά τις φυσικές επιστήμες θεωρεί ότι για τη μάθηση αρχών και εννοιών των φυσικών επιστημών, βασικό ρόλο έχουν οι ιδέες–αντιλήψεις τις οποίες έχουν τα παιδιά για τα φυσικά φαινόμενα και τις έννοιες πριν ακόμα διδαχθούν αυτά στο σχολείο. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρθηκε ο όρος εσφαλμένες αντιλήψεις για μαθητές, σε έννοιες της φυσικής (Burge, 1967). Επίσης ερευνητές ξεκίνησαν να ερευνούν συστηματικά τις σκέψεις των παιδιών σχετικά με τις έννοιες και τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών. Αυτό πραγματοποιήθηκε όταν ανέπτυξαν τη σύνδεση της μάθησης του γνωστικού αντικείμενου των φυσικών επιστημών με τη αντίστοιχη νοητική ανάπτυξή τους. Τα παιδιά δια μέσου των αλληλεπιδράσεων που έχουν με το περιβάλλον (πολιτιστικό, τεχνολογικό και κοινωνικό), τη γλώσσα και την κοινωνική επαφή τους, αρχίζουν να δημιουργούν ένα φάσμα ιδεών για τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται ο κόσμος γύρω τους (Driver and Easley, 1978).

Έρευνες έχουν δείξει, ότι οι μαθητές και μαθήτριες του δημοτικού σχολείου κατέχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, οι οποίες διαφέρουν από παιδί σε παιδί. Οι αντιλήψεις αυτές ονομάζονται πρώιμες αντιλήψεις (preconceptions), οι οποίες σε μεγαλύτερη ηλικία και παρά τις ενέργειες του εκπαιδευτικού, είναι πιθανόν να μην εξελιχθούν σε αντιλήψεις συμβατές με το επιστημονικό μοντέλο/επιστημονική γνώση. Αυτές αναφέρονται ως εσφαλμένες (misconceptions) ή εναλλακτικές ιδέες (alternative ideas) των παιδιών. Η επιστήμη της μάθησης των φυσικών επιστημών οφείλει να προβαίνει σε ποιοτική ανάλυση των παρανοήσεων και των λαθών των παιδιών ώστε να οικοδομείται η γνώση με ορθό τρόπο.

Στόχος της εργασίας μας, στα πλαίσια της ενσώματης μάθησης και της επαυξημένης πραγματικότητας, είναι η ανάδειξη τρόπων, με τους οποίους οι μαθητές αλληλεπιδρούν και συνδυάζουν τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο για την κατανόηση του υδρολογικού κύκλου. Προτείνουμε το εποικοδομητικό μοντέλο (constructivism), το πλεονέκτημα του οποίου είναι ότι η γνώση που διδάσκει ο εκπαιδευτικός, πρέπει να ενσωματωθεί με την προϋπάρχουσα γνωστική δομή, συχνά εσφαλμένη και με κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις να οικοδομηθεί νέα γνώση (Driverl, Squires A., Rushworth P., Wood – Robinson, V. 1998) και να επέλθει γνωστική σύγκρουση και εννοιολογική αλλαγή (Vosniadou 1994) με την προϋπάρχουσα λανθασμένη. Οι περισσότερες έρευνες συγκλίνουν στο ότι οι μαθητές έχουν μια ατελή αντίληψη για τον κύκλο του νερού και δεν μπορούν να αντιληφθούν τις σχέσεις μεταξύ των γήινων σφαιρών ατμόσφαιρα, βιόσφαιρα, γεώσφαιρα (Λαμπρινός & Ρέλλου, 2011). Σύμφωνα με την Kastens (2010), τα περισσότερα διαγράμματα που είναι αναρτημένα στο διαδίκτυο και που απεικονίζουν τον κύκλο του νερού στη φύση δείχνουν ότι η εξάτμιση συμβαίνει μόνο πάνω από τους ωκεανούς, τα κατακρημνίσματα πέφτουν μόνο στο έδαφος και συνήθως μόνο πάνω στα βουνά, ενώ η θάλασσα τοποθετείται στη δεξιά πλευρά του διαγράμματος και το έδαφος στην αριστερή. Έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες σχετικά με τις παρανοήσεις των παιδιών αναφορικά με τον κύκλο του νερού. Η συνειδητοποίηση των παρερμηνειών των μαθητών μπορεί να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να βελτιώσουν τη διδασκαλία τους και να σχεδιάσουν μια καλύτερη και πιο αποτελεσματική μάθηση. Σχετικά με την ατμόσφαιρα, οι μαθητές τείνουν να επικεντρώνονται μόνο στο άνω μισό του κύκλου του νερού. Οι περισσότεροι μαθητές εκφράζουν δυσκολίες σχετικά με την κατανόηση της διαδικασίας εξάτμισης. Σχετικά με τα νερά στην επιφάνεια της γης οι μαθητές δεν συνδέουν τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες με το νερό, την κατανάλωση και τη ρύπανση, σε σχέση με τον κύκλο του νερού. Επίσης δεν κατανοούν πώς αυτές οι δραστηριότητες επηρεάζουν την κατανομή των υδάτινων πόρων.

Αποτελεί σημαντικό στοιχείο η κονστρουκτιβική μάθηση η οποία αναφέρει ότι οι μαθητές χτίζουν την μάθηση τους βασισμένη σε προηγούμενες ιδέες και εμπειρίες. Ο κύκλος του νερού αποτελεί ένα βασικό ζήτημα στους μαθητές και αναδύει αρκετές παρανοήσεις και ζητήματα κατανόησης. Επίσης αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις μέρες μας εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και της μείωσης των αποθεμάτων



νερού. Οι παρανοήσεις των μαθητών σχετίζονται με την διαδικασία του νέφους και της βροχής αναφορικά με τον κύκλο του νερού. (Malleus, Kikas & Marken, 2017, Smith & Samakoon, 2014). Οι σκέψεις των μαθητών για τον υδρολογικό κύκλο δεν μπορούν να περιοριστούν μόνο στο φαινόμενο της βροχής, αλλά και σε όλα τα φαινόμενα και τις διαδικασίες που λαμβάνουν μέρος σε αυτόν. Τέτοια φαινόμενα είναι η εξάτμιση, η υγροποίηση, γενικότερα η αλλαγή των καταστάσεων της ύλης, καθώς και η δημιουργία των σύννεφων. Οι περισσότεροι μαθητές ως την ηλικία των 12 ετών δυσκολεύονται να διατυπώσουν τη δυναμική φύση του Κύκλου του νερού Δεν μπορούν να συνδυάσουν το νερό της ατμόσφαιρας με τα υπόγεια ύδατα, θεωρούν τη συμβολή του ανθρώπου ως κύρια αιτία του υδρολογικού κύκλου, δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη μετατροπή του νερού στα διάφορα στάδια του Υδρολογικού κύκλου ώστε να συνθέσουν τα συστατικά σε ένα λογικό σύστημα (Παναγιωτάκη, Παρκοσίδης & Στούμπα, 2009).

Η συγκεκριμένη διδακτική προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί στην αίθουσα διδασκαλίας με έναν υπολογιστή κι έναν βιντεοπροβολέα.

Στόχοι διδακτικής προσέγγισης

Οι μαθητές έχουν ήδη οικοδομήσει τις γνώσεις τους για τον κύκλο του νερού, κατά κύριο λόγο μέσα από τα μέσα ενημέρωσης, την οικογένειά τους, το σχολείο και γενικότερα το φυσικό και κοινωνικό τους περιβάλλον. Έχουν όμως δυσκολία να ερμηνεύσουν επιστημονικές έννοιες που σχετίζονται με τον υδρολογικό κύκλο του νερού. Με τη συγκεκριμένη εργασία δημιουργήσαμε μια απτική φυσική διεπαφή με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch (Εικόνα 1), σε συνδυασμό με τη συσκευή Makey-Makey στην οποία μπορούν να συνδεθούν αντικείμενα από το γύρω περιβάλλον.

Αυτά τα αντικείμενα μπορούν να αντικαταστήσουν τα πλήκτρα του πληκτρολογίου ή το ποντίκι. Η φυσική αυτή διεπαφή δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές, με παιγνιώδη τρόπο και σε ένα περιβάλλον συνεργασίας, να γνωρίσουν όλα τα στάδια του “κύκλου του νερού” με τη βοήθεια της ενσώματης μάθησης, που είναι μια νέα παιδαγωγική προσέγγιση που βοηθάει την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα φυσικά φαινόμενα που δημιουργούνται, γιατί μέσα από αυτές τις κινητικές δραστηριότητες το σώμα δέχεται ερεθίσματα που μετασχηματίζονται σε προσωπικό βίωμα και τελικά σε μάθηση. Για το λόγο αυτό κατασκευάστηκε ένα ομοίωμα φυσικού περιβάλλοντος, που είναι εύκολο στην κατασκευή του και με υλικά χαμηλού κόστους, καθιστώντας την ιδέα αναπαραγωγής του ελκυστική και δυνατή σε μια σχολική τάξη από μαθητές και καθηγητές. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι ένα μακετόχαρτο με διαστάσεις 1,30 μ. X 1,00 μ. πάνω στο οποίο κατασκευάσαμε ένα ομοίωμα φυσικού περιβάλλοντος στις διαστάσεις του μακετόχαρτου με φελιζόλ και χρώματα. Το ομοίωμα επαυξάνεται με τη χρήση προβολικού και δημιουργείται ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας, όπου οι μαθητές αγγίζουν το ομοίωμα και διάφορες πληροφορίες γύρω και πάνω από το ομοίωμα προσαρμόζονται ανάλογα. Οι μαθητές έχουν άμεση επαφή με τα φυσικά φαινόμενα και γενικότερα με τα στοιχεία τα οποία απεικονίζουν τον κύκλο του νερού. Αναλαμβάνουν μόνοι τους την διαδικασία της μάθησης, καθώς έχουν τη δυνατότητα να επιβεβαιώσουν τις γνώσεις τους μέσω ερωτήσεων και απαντήσεων. Επιπλέον οι εικόνες, οι ήχοι καθώς και η άμεση επαφή των παιδιών με τα αντικείμενα βοηθούν καταλυτικά στην κατανόηση των φαινομένων του κύκλου του νερού.



Εικόνα 1: Απόσπασμα κώδικα σε Scratch



Το Scratch επιλέχθηκε γιατί είναι ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού που απευθύνεται κυρίως σε παιδιά Δημοτικού Σχολείου αλλά και εφήβους. Σχεδιάστηκε στο MIT, με σκοπό να δώσει τη δυνατότητα ακόμα και στους αρχάριους χρήστες των υπολογιστών, που στερούνται προαπαιτούμενης γνώσης προγραμματισμού, να αναπτύξουν τη δημιουργικότητά τους, να παράγουν προϊόντα πολυμέσων και να τα μοιραστούν με τους φίλους τους ή με τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (Wilson, 2010). Το Scratch στηρίζεται στη συνένωση εικονικών εντολών που μοιάζουν με τουβλάκια, τα διαφορετικά σχήματα των οποίων αποτρέπουν τα παρατηρούμενα λάθη άλλων προγραμματιστικών περιβαλλόντων (Maloney, 2004). Το πρόγραμμα Scratch συνδυάστηκε με το Makey-Makey. Το τελευταίο είναι ένα ηλεκτρονικό εργαλείο, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να συνδέουν καθημερινά αντικείμενα με προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών. Πρόκειται για μια συσκευή κατάλληλη για αυτοσχεδιασμό απτικών διεπαφών που αποτελείται από την πλακέτα MakeyMakey, ένα καλώδιο USB (για τη σύνδεση της πλακέτας με τον Η/Υ) και επτά κροκοδειλάκια (καλώδια που συνδέουν την πλακέτα με το νέο πλήκτρο). Επιτρέπει στους χρήστες του να κάνουν διασυνδέσεις με αντικείμενα καθημερινής χρήσης τα οποία αντιμετωπίζονται ως “πλήκτρα” και να τα μετατρέψουν σε διαδραστικά παιχνίδια (Leduc-Mills, 2013). Ο συνδυασμός τους δίνει τη δυνατότητα στην εφαρμογή να γίνει διαδραστική και αλληλεπιδραστική στους μαθητές, έτσι ώστε να αναπτύξουν τη συνεργατική μάθηση.

Οι μαθητές έχουν άμεση επαφή με τα φυσικά φαινόμενα και γενικότερα με τα στοιχεία τα οποία απεικονίζουν τον κύκλο του νερού. Αναλαμβάνουν μόνοι τους την διαδικασία της μάθησης, καθώς έχουν τη δυνατότητα να επιβεβαιώσουν τις γνώσεις τους μέσω ερωτήσεων και απαντήσεων. Επιπλέον οι εικόνες, οι ήχοι καθώς και η άμεση επαφή των παιδιών με τα αντικείμενα βοηθούν καταλυτικά στην κατανόηση των φαινομένων του κύκλου του νερού.

Οι μαθησιακοί στόχοι της διδακτικής μας προσέγγισης είναι:

- Να περιγράψουν τον κύκλο και τις μορφές του νερού στη φύση (νερό, υδρατμοί, σύννεφα, βροχή, χιόνι, πάγος).
- Να συνδέσουν τις διάφορες μορφές του νερού με τις μεταβολές της φυσικής κατάστασής του.
- Να αναγνωρίζουν τη θερμότητα ως “αιτία” της μεταβολής της κατάστασης από υγρό σε αέριο και αντίστροφα



2. Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε μαθητές και μαθήτριες της Δ΄ και Ε΄ τάξης, Δημοτικών σχολείων της Διεύθυνσης Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Φλώρινας, κατά τη διάρκεια του 3ου Φεστιβάλ Εκπαιδευτικών Περιβαλλόντων Μεικτής Πραγματικότητας και Απτικών Συσκευών που πραγματοποιήθηκε στους χώρους της Παιδαγωγικής Σχολής Φλώρινας στις 26 και 27 Μαρτίου 2018. Συνολικά συμμετείχαν 36 μαθητές, σε 12 ομάδες τριών ατόμων και η διάρκεια κάθε μαθησιακής συνεδρίας διαρκούσε από 15-20 λεπτά.

Διαδικασία

Πριν από τη χρήση της διδακτικής εφαρμογής δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις σχετικές με το γνωστικό αντικείμενο, έτσι ώστε να καταγραφεί η προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών για τα φαινόμενα του κύκλου του νερού. Στη συνέχεια δόθηκαν από τους ερευνητές σύντομες οδηγίες με τις οποίες εξηγούσαν το πλαίσιο της εφαρμογής και παρουσίαζαν τα συλ αλληλεπίδρασης τόσο με τη διεπαφή όσο και τις δυνατότητες συνεργασίας τους. Το Makey Makey συνδέθηκε με τον υπολογιστή. Οι μαθητές μπορούσαν να αλληλεπιδράσουν με την εκπαιδευτική εφαρμογή με 2 τρόπους: α) να αγγίζουν τα διάφορα όργανα β) να επιλέγουν τη σωστή απάντηση από το κουτί όπου υπήρχαν οι τρεις επαφές για τις δυνατές απαντήσεις στις ερωτήσεις που έθετε η εφαρμογή. Αν η απάντηση είναι σωστή, τότε το κύκλωμα κλείνει και το πρόγραμμα στη γλώσσα προγραμματισμού Scratch εκφωνεί το κατάλληλο μήνυμα. Αν η απάντηση είναι λανθασμένη, τότε το κύκλωμα δεν κλείνει και ακούγεται μήνυμα που καλεί τον μαθητή να ξαναπροσπαθήσει.

Οι μαθητές κλήθηκαν να σταθούν αριστερά του ομοιώματος φυσικού περιβάλλοντος και να εκτελέσουν τις τέσσερις δραστηριότητες, ακολουθώντας τις οδηγίες και τις παροτρύνσεις των πρωταγωνιστών της εφαρμογής, του ντετέκτιβ Νερού και της Νίτσας της σταγονίτσας, για να βιώσουν αλληλοεπιδρώντας όλα τα στάδια του κύκλου του νερού, αγγίζοντάς με το δάχτυλό τους τις επαφές που υπάρχουν στις εικόνες των αντίστοιχων φυσικών φαινομένων που σχηματίζονται.

Οι 4 δραστηριότητες γραμμένες στη γλώσσα προγραμματισμού Scratch είναι οι εξής:

Στην 1η δραστηριότητα εμφανίζεται η Νίτσα η σταγονίτσα, η οποία είναι η ξεναγός μας στο ταξίδι του νερού. Παροτρύνει τα παιδιά να αγγίζουν ένα θερμόμετρο για να δουν τι συμβαίνει μέσα σε μία κατσαρόλα που ζεσταίνεται σταδιακά. Στη συνέχεια τα παιδιά πατούν πάνω στην κατσαρόλα για να καταλάβουν γιατί αδειάζει το νερό της κατσαρόλας και που πηγαίνει. Ο ντετέκτιβ Νερού δίνει τις απαραίτητες εξηγήσεις και πληροφορίες με εικόνες και αφηγήσεις. Τέλος για να μάθουν οι μαθητές τι παθαίνει το νερό της επιφάνειας της γης, το νερό των θαλασσών, των λιμνών και των ποταμών όταν θερμανθεί από τον ήλιο, η Νίτσα η σταγονίτσα τους ζητάει να απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις. Αν οι μαθητές απαντήσουν σωστά τους επιβραβεύει και το ταξίδι συνεχίζεται, ενώ αν απαντήσουν λάθος τους προτρέπει να δώσουν μία διαφορετική απάντηση για να μπορέσουν να συνεχίσουν

Στη 2η δραστηριότητα ο ντετέκτιβ Νερού αναλαμβάνει να εξερευνήσει με τη βοήθεια των μαθητών, πού πηγαίνουν οι σταγόνες του νερού, που εξαφανίζονται, τι συμβαίνει όταν οι μικρές σταγονίτσες κρυσώσουν, πως σχηματίζονται τα σύννεφα και άλλα φυσικά φαινόμενα του κύκλου του νερού.

Στην 3η δραστηριότητα η ηρωίδα μας Νίτσα η σταγονίτσα παροτρύνει τα παιδιά να πατήσουν πάνω στο σύννεφο, τη βροχή, το χιόνι για να μάθουν πως σχηματίζονται τα μαύρα σύννεφα, η βροχή, το χαλάζι και το χιόνι, ενώ ο ντετέκτιβ Νερού προσπαθεί να βρει και να δώσει εξηγήσεις για τον σχηματισμό



αυτών των φυσικών φαινομένων. Οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τις μέχρι τώρα πληροφορίες που τους δίνονται και να απαντήσουν σωστά στις ερωτήσεις που τους τίθενται.

Στην 4η δραστηριότητα ο ντεντέκιβ Νερουλώ προσπαθεί να συλλάβει τις σταγόνες του νερού. Αυτές για να τον ξεγελάσουν και να αποφύγουν τη σύλληψη χωρίζονται και πέφτουν άλλες στο βουνό με τη μορφή χιονιού, άλλες στις πεδιάδες και άλλες στη θάλασσα με τη μορφή βροχής. Όταν ο Νερουλώ καλεί τους μαθητές να πατήσουν πάνω στον ήλιο, τα χιόνια λιώνουν και εμφανίζονται οι σταγόνες οι οποίες σχηματίζουν ρυάκια-ποτάμια που χύνονται τελικά στη θάλασσα. Εκεί, ενώ παίζουν αμέριμες, μόλις αντιλαμβάνονται τον κίνδυνο να συλληφθούν ζητούν από τους μαθητές να πατήσουν γρήγορα πάνω στον ήλιο για να τις ζεστάνει και να εξατμιστούν. Με αυτόν τον παιγνιώδη τρόπο και τις ευχάριστες εικόνες το ταξίδι του νερού συνεχίζεται, κάνοντας διαρκώς κύκλο. Μόλις τελειώνει το παιχνίδι οι μαθητές συμπληρώνουν ένα δεύτερο ερωτηματολόγιο όμοιο με το πρώτο, ώστε να αξιολογηθεί η όποια γνωστική βελτίωση.

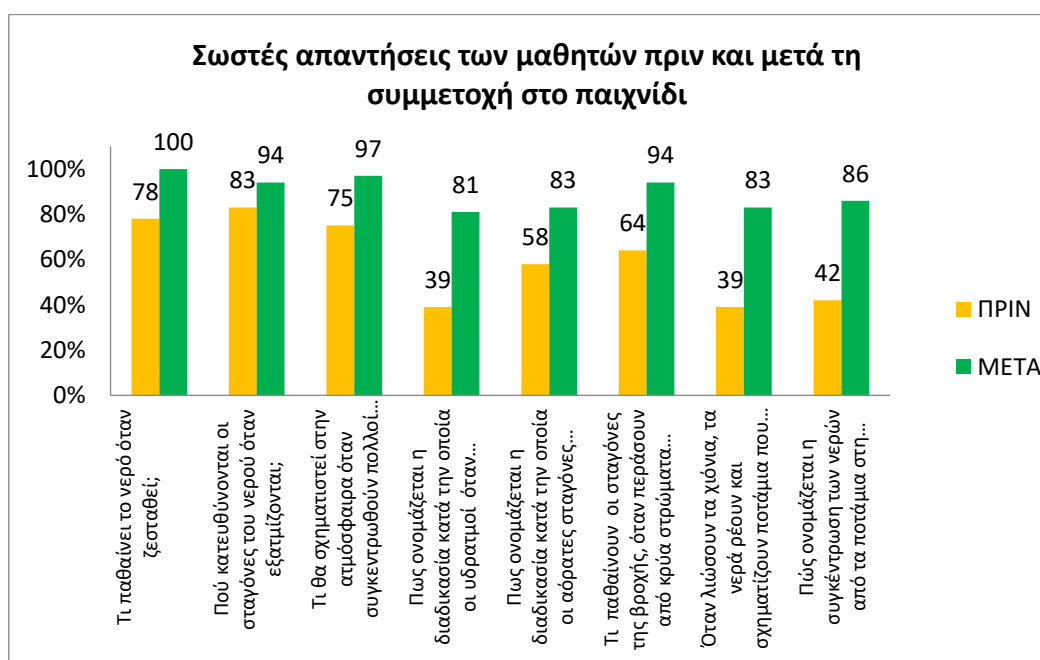
Μέσα συλλογής δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων βασίστηκε στα ερωτηματολόγια που διανεμήθηκαν πριν και μετά το παιχνίδι και περιελάμβαναν 8 ερωτήσεις κλειστού τύπου γνωστικού περιεχομένου, με τρεις επιλογές.

3. Αποτελέσματα

Απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο γνωστικού περιεχομένου

Γράφημα 1: Ποσοστό σωστών απαντήσεων πριν και μετά τη συμμετοχή των μαθητών στο παιχνίδι





Όπως φαίνεται στο Γράφημα 1, πολλοί συμμετέχοντες μαθητές αντιμετώπισαν γνωστικές δυσκολίες σχετικά με τα φαινόμενα του κύκλου του νερού, αφού ορισμένες σωστές απαντήσεις που έδωσαν πριν από το παιχνίδι ήταν κάτω από το 50%. Η εικόνα αυτή άλλαξε μετά την ενασχόλησή τους με την εφαρμογή, αφού στο σύνολο των ερωτήσεων παρατηρήθηκε μεγάλη πρόοδος, μια και οι σωστές απαντήσεις ήταν πάνω από 80%. Παρατηρούμε ότι στις τρεις πρώτες ερωτήσεις έχουμε μεγάλα ποσοστά σωστών απαντήσεων πριν ακόμη οι μαθητές χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή Αυτό μάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι οι ερωτήσεις είναι απλές και γνωστές στους μαθητές, οι οποίοι διδάσκονται τον Κύκλο του νερού από τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού. Η αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων στην πρώτη ερώτηση έφτασε το 100% μετά τη χρησιμοποίηση της εφαρμογής, από 78%, που ήταν πριν. Στη δεύτερη και τρίτη ερώτηση από 83% και 75% πριν τη χρησιμοποίηση της εφαρμογής, έφτασε το 94% και 97% αντίστοιχα μετά τη χρησιμοποίηση της εφαρμογής. Στις υπόλοιπες ερωτήσεις παρατηρούμε μια σημαντική αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων μετά τη χρησιμοποίηση της εφαρμογής.

Με βάση αυτά τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι οι γνωστικοί στόχοι της εφαρμογής επιτεύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό, γιατί τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων, για όλες τις ερωτήσεις του δεύτερου ερωτηματολογίου, πλησίαζαν το 100%.

4. Συμπεράσματα

Οι μαθητές προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα γεγονότα και να κάνουν προβλέψεις. Τα νοητικά αυτά μοντέλα βοηθούν σημαντικά τους μαθητές να ερμηνεύσουν κάποιες αιτίες, αναπαριστώντας ευκολότερα συγκεκριμένες καταστάσεις. Επιπλέον, τους βοηθούν να δίνουν απαντήσεις σε ερωτήσεις της καθημερινότητας μέσα αλλά και έξω από το σχολείο (Σπυροπούλου - Κατσάνη 2000).

Οι μαθητές μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος scratch και της βοήθειας του makey-makey είχαν τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με τη χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Το εκπαιδευτικό σενάριο σχεδιάστηκε με κύριο στόχο να ανταποκρίνεται στις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα και το γνωστικό επίπεδο των παιδιών. Επιπλέον βασίστηκε στο πλαίσιο της παιδαγωγικής και της αλληλεπίδρασης. Σε αυτό το πλαίσιο τα παιδιά ενθαρρύνονται να εκφράσουν και να αντιπαραθέσουν τις ιδέες τους για τον κύκλο του νερού και να εντοπίσουν προβλήματα. Επιπλέον να δέχονται ερωτήσεις, να κάνουν προβλέψεις, να αναζητούν απαντήσεις και να τις ελέγχουν με τις αντίστοιχες απαντήσεις που δίνονται στα πλαίσια του παιχνιδιού καθώς συμμετέχουν ατομικά ή ομαδικά. Στα πλαίσια της ενσώματης μάθησης, οι μαθήτριες και οι μαθητές αλληλεπιδρούν με τον φυσικό χώρο, με τις κινήσεις όλου του σώματός τους. Με αυτό τον τρόπο αναπτύσσεται η κιναισθητική, η πολυτροπική και η συνεργατική μάθηση. Επιπλέον συνδυάζουν, μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες έμαθαν και έπαιξαν. Στην ουσία έμαθαν μέσω του παιχνιδιού και συμμετείχαν ενεργά στην διαδικασία της μάθησης καθώς βίωναν την διαδικασία των σταδίων στον “Κύκλο του Νερού”. Τους άρεσε η διαδραστικότητα με τις ερωτήσεις, αφηγήσεις αλλά και του πατήματος των κουμπιών. Από την ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών πριν και μετά την αλληλεπίδραση με την εκπαιδευτική εφαρμογή, διαπιστώθηκαν ουσιαστικά συμπεράσματα. Κατανόησαν σε πολύ μεγάλο βαθμό τα φαινόμενα του Κύκλου του Νερού και επιπλέον έμαθαν περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τα στάδιά του. Σημαντική διαπίστωση από τα παιδιά είναι και το γεγονός ότι κατανόησαν πως το νερό συναντάται και στις τρεις μορφές του. Επίσης κατανόησαν τα επιμέρους φαινόμενα. Ενώ αρχικά οι γνώσεις των μαθητών ήταν περιορισμένες για τον Κύκλο του Νερού, μετά την παρακολούθηση της εφαρμογής, οι γνώσεις τους αυξήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, η εκπαιδευτική εφαρμογή τους βοήθησε να ανακαλύπτουν τις απαντήσεις χωρίς καμία βοήθεια με ένα διασκεδαστικό και παιχνιδιάρικο τρόπο. Ένα



από τα σημαντικότερα στοιχεία ήταν η μεγάλη συνεργασία και αλληλεπίδραση μεταξύ τους αλλά και η επικράτηση ενός εποικοδομητικού μαθησιακού κλίματος

Με βάση τις απαντήσεις των παιδιών, διαπιστώθηκε ότι επιτεύχθηκαν οι γνωστικοί στόχοι σε μεγάλο βαθμό. Τα αποτελέσματα ενισχύουν τις δυνατότητες εφαρμογής αυτών των διδακτικών σεναρίων στην εκπαιδευτική καθημερινότητα.

5. Βιβλιογραφία

Λαμπρινός, Ν., & Ρέλλου, Μ. (2011). Η εξάτμιση και υγροποίηση ως φαινόμενα του κύκλου του νερού στη φύση. *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΚοΔιΦΕΕΤ*, με θέμα «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», σελ. 958-966. 15-18 Απριλίου, Αλεξανδρούπολη.

Παναγιωτάκη, Π., Παρκοσίδης, Ι., & Στούμπα, Α. (2009). Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού για τη Μελέτη Ατμοσφαιρικών Φαινομένων, *1ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*. 24-26 Απριλίου 2009, Βόλος.

Στυροπούλου – Κατσάνη, Δ. (2000). Διδακτικές και παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες. Τυπωθήτω: Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood – Robinson, V. (1998). Οικοδομώντας τις έννοιες Των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών. Εκδόσεις Τυποθήτω, Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα.

Kastens, K., (2010). Teaching Complex Earth Systems using visualizations. In: Cutting Edge Workshop on “Developing Student Understanding of Complex Earth Systems” Carleton College, Northfield, MN, April 18-20, Workshop Conveners: Manduca, C., Mogk, D., Bice, D.,

Leduc-Mills, B., Dec, J., & Schimmel, J. (2013) Evaluating Accessibility in Fabrication Tools for Children. In Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children (pp. 617-620). ACM.

Malleus, E., Kikas, E., & Marken, T. (2017). Kindergarten and Primary School Children ‘Everyday, Synthetic, and Scientific Concepts of Clouds and Rainfall’

Maloney, J., Burd, L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B., & Resnick, M. (2004, January). Scratch: a sneak preview [education]. In *Creating, connecting and collaborating through computing, 2004. Proceedings. Second International Conference on* (pp. 104-109). IEEE. (Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net>)

Smith, L., & Samarakoon D. (2014). Teaching Kindergarten Students about the Water. *Cycle through Arts and Invention*.

Vosniadou S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

Wilson, A., & Moffat, D. C. (2010). Evaluating Scratch to introduce younger schoolchildren to programming. Proceedings of the 22nd Annual Psychology of Programming Interest Group (Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, Spain. (Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net>)



Ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών Α΄ Λυκείου για την έννοια της Δύναμης: Επίτευξη γνωστικών συγκρούσεων με τη χρήση προσομοιώσεων

Χρήστος Ν. Ιωαννίδης¹, Γεώργιος Κ. Ζαχαρής²

¹3^ο Γενικό Λύκειο Ξάνθης, ²Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην ανίχνευση των αντιλήψεων μαθητών της Α΄ Λυκείου μέσω ερωτηματολογίου, για την έννοια της δύναμης στην κίνηση και στην αλληλεπίδραση σωμάτων. Επιπλέον, στοχεύει στην επίτευξη γνωστικής σύγκρουσης μέσω της εφαρμογής διδακτικής παρέμβασης σύμφωνα με το διερευνητικό μοντέλο και τη χρήση των ΤΠΕ. Τα αποτελέσματα του αρχικού ερωτηματολογίου υποδεικνύουν ότι οι αντιλήψεις των μαθητών συμβαδίζουν με αυτές της βιβλιογραφίας. Παράλληλα, μέρος των αρχικών αντιλήψεών τους μετά την διδακτική παρέμβαση με τη χρήση προσομοιώσεων φαίνεται να μετατοπίζονται προς τις επιστημονικά αποδεκτές σύμφωνα με τα αποτελέσματα του τελικού ερωτηματολογίου.

Λέξεις – Κλειδιά

Δύναμη, Διδακτική, Προσομοίωση, Εικονικά πειράματα, Γνωστική σύγκρουση.

Detecting misconceptions of High School students on the concept of force: Achieving cognitive conflicts using simulations

Christos N. Ioannidis¹, Georgios K. Zacharis²

¹3rd Lyceum of Xanthi, ²Hellenic Open University

Abstract

This work aims at detecting the perceptions of students of Lyceum students' of the first grade in Greece through a questionnaire, on the concept of force and on bodies' interaction. In addition, it aims at achieving cognitive conflict with the use of didactic intervention according to the exploratory model and the use of ICT. The results of the initial questionnaire indicate that students' perceptions are consistent with those of the literature. At the same time, some of their initial perceptions after didactic intervention using simulations seem to shift to the scientifically acceptable according to the results of the final questionnaire.



Keywords: Force, Teaching, Simulation, Perceptions, Virtual Experiments, Cognitive Conflict.

1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην ανίχνευση και μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών της Α΄ Λυκείου σχετικά με την έννοια της δύναμης με τη χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Η δύναμη ή η συνισταμένη των δυνάμεων είναι η σημαντικότερη έννοια, γιατί εμπλέκεται σε διαφορετικές περιοχές της Φυσικής (Serway 1990). Για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να λάβει υπόψη τις αντιλήψεις των μαθητών του ώστε να δημιουργήσει και να εφαρμόσει κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις για τη δημιουργία γνωστικών συγκρούσεων. Η εισαγωγή των ΤΠΕ στην διδασκαλία προσφέρει δυνατότητες διαθεματικής προσέγγισης και επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν συλλογικά νέες δεξιότητες εγκαταλείποντας τον παραδοσιακό τρόπο μάθησης (Γκιόλμας 2013, Καλκάνης κ. ά. 2010, Jacobson & Wilensky 2006). Μεταξύ των διαφόρων εφαρμογών των ΤΠΕ, οι προσομοιώσεις έχουν ιδιαίτερη σημασία στη διδασκαλία και τη μάθηση της Φυσικής στοχεύοντας στην ενίσχυση των εκπαιδευτικών δυνατοτήτων των εκπαιδευτικών και στη διευκόλυνση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών. Επιπλέον, προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία ευκαιριών για τη μοντελοποίηση εννοιών και διαδικασιών ενώ αποτελούν μια γέφυρα ανάμεσα στην προηγούμενη γνώση των μαθητών και την εκμάθηση νέων φυσικών εννοιών, βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν επιστημονική κατανόηση (Jimoγιannis & Komis 2001).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο εντοπισμός και η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών της Α΄ Λυκείου σχετικά με την έννοια της δύναμης και την επίδρασή της στην κίνηση ενός σώματος και η εφαρμογή κατάλληλης διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση προσομοιώσεων που λαμβάνει υπόψη τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών. Ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας αποτελούν α) οι αντιλήψεις των μαθητών Α΄ Λυκείου για την έννοια της δύναμης και β) οι πιθανές αλλαγές που παρατηρούνται σε αυτές ως αποτέλεσμα των γνωστικών συγκρούσεων που επιτυγχάνονται μέσω κατάλληλων σχεδιασμένων διδακτικών παρεμβάσεων.

2. Μεθοδολογία

Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 74 μαθητές της Α Λυκείου του 3^{ου} ΓΕΛ Ν. Ξάνθης, οι οποίοι δεν είχαν διδαχτεί τους νόμους του Νεύτωνα και την ελεύθερη πτώση από το σχολικό εγχειρίδιο της Α΄ Λυκείου. Οι μαθητές εργάστηκαν ομαδοσυνεργατικά και ακολουθήθηκαν τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο τους δόθηκε προς συμπλήρωση ερωτηματολόγιο (pre questionnaire) για τη διερεύνηση των αντιλήψεών τους για την έννοια της δύναμης και την σχέση της με την κίνηση. Οι ερωτήσεις συντάχθηκαν ύστερα από μελέτη τόσο της ελληνικής όσο και της διεθνούς βιβλιογραφίας αναφορικά με τις ιδέες των μαθητών για την κατακόρυφη κίνηση σε βαρυτικό πεδίο και την σχέση της συνισταμένης δύναμης με το μέτρο της ταχύτητας (Ευαγγελοπούλου 2012, Καράογλου & Κώτσης 2013, Κασσέτας 2010, Bar, Zinn, & Rubin 1997, Clement 1982, Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson 1994, Viennot 1979). Οι ερωτήσεις, για την διερεύνηση των αντιλήψεων, χωρίστηκαν σε δύο σκέλη: α) την εννοιολογική κατανόηση της δύναμης και β) τη σχέση της δύναμης με την ταχύτητα, την επιτάχυνση και τη μάζα του σώματος.

Μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων του αρχικού ερωτηματολογίου σε δεύτερο στάδιο, σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν τρεις διδασκαλίες για τη σχεδίαση του διανύσματος της δύναμης και τις σχέσεις δράσης-αντίδρασης, δύναμης-μάζας, ταχύτητας-επιτάχυνσης και δύναμης της τριβής. Αναπτύχθηκαν πέντε φύλλα εργασίας λαμβάνοντας υπόψη τις αντιλήψεις των μαθητών που αποτυπώθηκαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο ενώ υιοθετήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E για τις

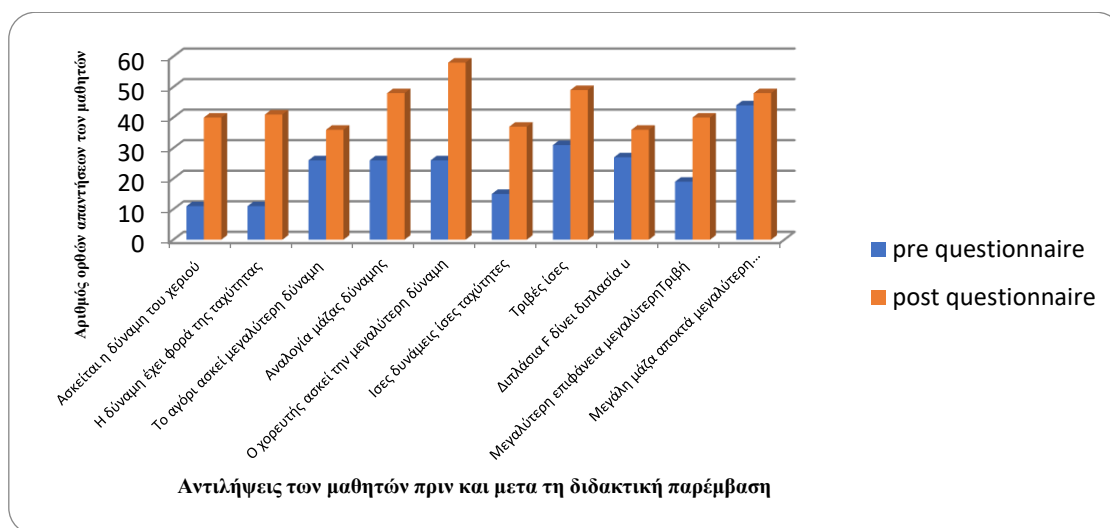


δραστηριότητες που περιελάμβαναν (Bybee, Taylor, Gardner, Scotter, Bowell, Westbrook & Landes 2006). Χρησιμοποιήθηκαν προσομοιώσεις από τον διαδικτυακό τόπο του Φωτόδεντρου και του PheT. Στο τελικό στάδιο, συμπληρώθηκε εκ νέου ένα ερωτηματολόγιο (post questionnaire), ίδιο με το αρχικό για τη διερεύνηση τυχόν εννοιολογικών αλλαγών που μπορεί να επιτεύχθηκαν μέσω των διδακτικών παρεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν.

3.Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του αρχικού ερωτηματολογίου αναδεικνύουν το γεγονός ότι οι περισσότεροι μαθητές αντιλήφθηκαν την έννοια της αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο σωμάτων. Σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες (Driver et al. 1994, Bar et al. 1997, Viennot 1979) οι μαθητές θεωρούν ότι το μεγαλύτερο σε μάζα σώμα ασκεί μεγαλύτερη δύναμη, συνδέουν την ταχύτητα με την δύναμη, ταυτίζουν την κατεύθυνση της ταχύτητας με το διάνυσμα της δύναμης και επιπλέον, θεωρούν ότι το μέτρο της ταχύτητας είναι ανάλογο με αυτό της δύναμης. Κάποιοι μαθητές απάντησαν όταν ένα σώμα είναι ακίνητο δεν ασκείται δύναμη σε συμφωνία με την έρευνα των Ioannides & Vosniadou (2002). Όταν τους ζητήθηκε να σχεδιάσουν τα διανύσματα επιτάχυνσης σε σχέση με της δύναμης, όπως και τη σχέση των μέτρων τους οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σύμφωνα με την Νευτώνεια αντίληψη. Σχετικά με την τριβή, οι περισσότεροι μαθητές την συνδύασαν με το είδος των επιφανειών που έρχονται σε επαφή. Πολλοί την θεώρησαν ότι βρίσκεται στο ίδιο το σώμα, ενώ πολλοί θεώρησαν ότι εξαρτάται από το εμβαδό της επιφάνειας που έρχεται σε επαφή. Μετά τη διδακτική παρέμβαση φαίνεται πως υπήρξε μετατόπιση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών σε επιστημονικά συμβατές ερμηνείες όπως αποτυπώνεται στο σχήμα 1.

Σχήμα 1: Ραβδόγραμμα αποτύπωσης των αντιλήψεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.



Σχετικά με την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων οι περισσότεροι μετατοπίστηκαν από τις αρχικές τους ιδέες αλλά αρκετοί συνέχισαν να συσχετίζουν την δύναμη με την ταχύτητα και την φορά της δύναμης με την φορά της κίνησης ενώ συνέδεσαν την φορά της δύναμης με την φορά της κίνησης. Ωστόσο, φάνηκε η



δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όταν υπάρχουν σώματα που αλληλεπιδρούν, γιατί δεν είναι εμφανής η ισότητα των δυνάμεων όταν το ένα σώμα (μεγαλύτερης μάζας) σπρώχνει το άλλο.

4. Συμπεράσματα

Είναι γεγονός ότι οι μαθητές εμφανίζουν εναλλακτικές ιδέες στο πεδίο της Μηχανικής. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι μεγάλο ποσοστό των μαθητών σχεδιάζουν την δύναμη συνδέοντας την με το διάνυσμα της ταχύτητας επιβεβαιώνοντας παρόμοιες έρευνες (Bar et al. 1997, Driver et al. 1994, Viennot 1979) ή θεωρούν την δύναμη ιδιότητα του σώματος. Κατά την άνοδο ενός σώματος που βάλλεται προς τα πάνω απάντησαν ότι ασκείται συνεχώς η δύναμη του χεριού, όπως σε έρευνες των Gunstone & Watts (1985) και McCloskey (1983). Αρκετοί μαθητές συσχετίζουν το μέτρο της ταχύτητας με το μέτρο της δύναμης (αναλογία ταχύτητας – δύναμης) και δεν αντιλαμβάνονται την σχέση της μάζας με την δύναμη (Allen 2002, Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson 2000, Viennot 1979, Κώσης & Αναγνωστόπουλος 2006, Τουλάτου 2006). Αρκετοί μαθητές αδυνατούν να αντιληφθούν ότι η τριβή είναι ίση με την δύναμη που ασκείται, όταν το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα και πως η τριβή δεν αλλάζει, αν αλλάξει το εμβαδό της ίδιας επιφάνεια του σώματος, που έρχεται σε επαφή με το δάπεδο επιβεβαιώνοντας έρευνες των Ευαγγελοπούλου (2012) και Κουκουτσάκη κ.ά.(2004).

Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά, επέδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και έθεσαν περισσότερα ερωτήματα σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία. Κατά τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας και την εκτέλεση των προσομοιώσεων διατύπωσαν εύστοχες ερωτήσεις σχετικά με την έννοια της δύναμης. Από τα αποτελέσματα του αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου φαίνεται πως αρκετοί μαθητές εγκαταλείπουν τις αρχικές τους ιδέες προς πιο επιστημονικές. Επιπλέον, φάνηκε ότι η χρήση φύλλων εργασίας με συνδυασμό με τα εικονικά πειράματα (προσομοιώσεις) λειτούργησε θετικά στην επιδιωκόμενη γνωστική σύγκρουση με τις αντιλήψεις των μαθητών σε συμφωνία με την έρευνα των Jimoyianni & Komi (2001). Η παρούσα έρευνα προτείνει τη χρήση των εικονικών πειραμάτων στο σχεδιασμό διδακτικών προσεγγίσεων που στοχεύουν στην επίτευξη γνωστικών συγκρούσεων για τη μετατόπιση των αντιλήψεων των μαθητών προς τις επιστημονικά ορθές.

5. Βιβλιογραφία

Γκιόλμας, Σ. Α. (2013). «*Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών: Διδασκαλία της Πολυπλοκότητας στα Οικοσυστήματα*». Διδακτορική διατριβή Αθήνα.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). «*Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών: Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*», Αθήνα, Τυπωθήτω.

Ευαγγελοπούλου, Α. (2012). «*Αντιλήψεις των μαθητών της Α΄ Λυκείου για την έννοια της τριβής, τους νόμους της και το ρόλο της στη σχετική μεταφορική και περιστροφική κίνηση. Πρόταση για εποικοδομητική διδακτική παρέμβαση σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης και διδασκαλίας*». Διδακτορική διατριβή. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Καλκάνης, Γ., Κασιμάτη, Α., Κυρκίνη, Α., Μπότσαρη-Μακρή, Ε., Παρασκευά, Φ., Περάκη, Β., Ρετάλης, Σ., & Ψυχάρης, Σ. (2010). «*ΤΠΕ και Θεωρίες Μάθησης - Οι ΤΠΕ ως καινοτόμος δράση*» Παιδαγωγικό Ινστιτούτο: *Επιμορφωτικό υλικό γενικού μέρους του προγράμματος σπουδών για την εκπαίδευση των επιμορφωτών*.

Καράογλου, Γ., & Κώσης, Κ. (2013). Διερεύνηση της συνέπειας εφαρμογής των αντιλήψεων των μαθητών Λυκείου σε έννοιες της μηχανικής. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 6(1-2), 37-48.



Κασσέτας, Α. (2010). Διδάσκοντας Φυσική στην Α΄ Λυκείου. Το φαινόμενο Ελεύθερη Πτώση Κοστροκτιβιστική διδασκαλία. Ανακτήθηκε από <http://users.sch.gr/kassetas/educ8.htm>

Κουκουτσάκης, Α., Μητρόπουλος, Δ., Σαμαράκου, Μ., Γρηγοριάδου, Μ., & Βοσνιάδου, Σ. (2004). Διδασκαλία της τριβής με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Διανύσματα στη Φυσική και τα Μαθηματικά». *Πρακτικά του 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ)*, 3544, Αθήνα.

Κώτσης, Κ., & Αναγνωστοπούλου, Α. (2006). Αντιλήψεις των μαθητών Α Λυκείου για βασικές έννοιες και αρχές της Φυσικής, όπως ταχύτητα, επιτάχυνση, μάζα, βάρος και 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα, στο: Ε. Σταυρίδου (επιμ.). *Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Σχάσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Διδακτική Φυσικών Επιστημών: Μέθοδοι και Τεχνολογίες Μάθησης*, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 411-418.

Τουλάτου, Μ. (2006). Η «Δύναμη» της καθημερινής πρακτικο-βιωματικής εμπειρίας: Μια έρευνα για τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την έννοια της Δύναμης και τη σχέση της με την Κίνηση, Αδημοσίευτη, Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Allen, A., Black, P., & Wallin, H. (2002). *An evaluation on the LUMA programme for the Ministry of Education committee reports*, 48:2002. Helsinki: University Press.

Bar, V., Zinn, B., & Rubin, E. (1997). Children's ideas about action at a distance. *International Journal of Science Education*, 19(1), 711-724.

Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The basics 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado: Spring.

Clement, J. (1982). Student's preconceptions in introductory mechanics, *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. New York: Routledge.

Gunstone, R., & Watts, M. (1985). «Force and motion», in Driver, R. Guesne, E. and Tiberghien, A. (eds). *Children's Ideas in Science*, Open University Press. Milton Keynes, 85-104.

Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The changing meanings of force. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 5-62.

Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex Systems in Education: Scientific and Educational Importance and Implications for the Learning Sciences. *The Journal of the Learning Sciences*. 15(1), 11-34.

Lampport, L. (1994). *LaTeX: A Document Preparation System*. Addison-Wesley Professional, 2nd Edition.

McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In: Gentner, D., & Stevens, A. L. (Eds.), *Mental Models*. Hillsdale (pp. 299–324). NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Searway, A. R. (1990). *Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics*. 3rd edition. Sander College Publishing.

Viennot, L. (1979). Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. *European Journal Science Education*, 1(2), 205-221.

Jimoyiannins, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36 183-204.



Εισαγωγή της υπολογιστικής σκέψης και βασικών εννοιών του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού στην πρώτη σχολική ηλικία στα πλαίσια της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών

Καλλιόπη Κανάκη, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Στη σύγχρονη ψηφιακή εποχή, η εισαγωγή της υπολογιστικής σκέψης σε όλα τα στάδια της εκπαίδευσης θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς συνδέεται με δεξιότητες εφαρμόσιμες και χρήσιμες στην καθημερινή ζωή. Σε αυτήν τη μελέτη, παρουσιάζουμε ένα καινοτόμο εκπαιδευτικό πλαίσιο, το οποίο στοχεύει στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης στην Α' και Β' τάξη του Δημοτικού, κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Παρουσιάζουμε επίσης δύο πιλοτικές εφαρμογές του πλαισίου, που αποσκοπούν στον έλεγχο της ικανοποίησης των εκπαιδευτικών στόχων που θέσαμε, καθώς και της εφαρμοσιμότητας του πλαισίου στη σχολική τάξη. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά και θα αποτελέσουν τη βάση για τη διεξαγωγή αντίστοιχης εκτεταμένης έρευνας.

Λέξεις-κλειδιά: υπολογιστική σκέψη, αντικειμενοστραφής προγραμματισμός, φυσικές επιστήμες, πρώτη σχολική ηλικία, παιχνιδιοκεντρική μάθηση.

Introducing computational thinking and fundamental object-orientated programming concepts in early childhood education within the context of physical and natural science courses

Kalliopi Kanaki, Michail Kalogiannakis

Department of Preschool Education, University of Crete

Abstract

In the contemporary digital era, introducing computational thinking concepts is considered essential at all stages of schooling, since it is linked to skills applicable and beneficial in everyday life. In this study, we present a novel educational framework that aims to foster the growth of computational thinking at the first and the second grade of primary school, within the context of physical and natural science courses. We also report two pilot studies of the framework, intending to examine the achievement of goals set, as well as its feasibility. Findings are very promising and form the basis of a relevant extensive research.

Keywords: computational thinking, object-oriented programming, physical science, early childhood education, game-based learning.



1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας, η υπολογιστική σκέψη θεωρείται απαραίτητη για όλα τα παραγωγικά μέλη μίας σύγχρονης κοινωνίας, καθώς εκτιμάται ότι μέχρι το τέλος του αιώνα θα έχει εξελιχθεί σε μία θεμελιώδη δεξιότητα, σαν τη γραφή, την ανάγνωση και την αριθμητική (Wing 2006). Η καλλιέργειά της έχει ήδη αναγνωριστεί ως ένας σημαντικός μαθησιακός στόχος στην υποχρεωτική εκπαίδευση (K-12), με αποτέλεσμα, τα τελευταία χρόνια, να έχει τραβήξει την προσοχή ερευνητών και εκπαιδευτικών (Barr et al. 2011, Barr & Stephenson 2011, Grover 2015, Kalogiannakis & Papadakis 2020). Επίσης, έχει αναδειχθεί ως βασικό μέσο μελέτης μίας πληθώρας επιστημονικών πεδίων (Grover & Pea 2013). Μάλιστα, το Next Generation Science Standards (<https://ngss.nsta.org/Practices.aspx?id=5>) έχει συμπεριλάβει την υπολογιστική σκέψη, μαζί με τα μαθηματικά, στη λίστα των προτεινόμενων πρακτικών για μαθήματα επιστημών στην K-12. Η σύγχρονη βιβλιογραφία προτείνει την εισαγωγή της από τα πρώτα κίολας στάδια της εκπαίδευσης, ξεκινώντας ακόμα και από το Νηπιαγωγείο (Angeli et al. 2016, Kanaki & Kalogiannakis 2018, Kazakoff et al. 2013, Papadakis et al. 2016, Sullivan & Bers 2016, Sung et al. 2017).

Η αναζήτηση της διεθνούς βιβλιογραφίας αναδεικνύει ως δομικά στοιχεία της υπολογιστικής σκέψης, δεξιότητες όπως η συλλογή, η οργάνωση και η ανάλυση δεδομένων, η αλγοριθμική σκέψη, η αφαιρετική ικανότητα και η αξιολόγηση (Barr et al. 2011, Barr & Stephenson 2011). Τα στοιχεία αυτά αποτελούν τη βάση πολιτικών που αποσκοπούν στην καλλιέργειά της και στην αξιολόγηση της ανάπτυξής της (Barr & Stephenson 2011, Grover & Pea 2013).

Ο κύριος ερευνητικός μας στόχος είναι η καλλιέργεια δομικών στοιχείων της υπολογιστικής σκέψης, δεδομένου ότι αντιστοιχούν σε δεξιότητες που βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στην καθημερινή ζωή. Το βασικό ερευνητικό ερώτημα διαμορφώνεται ως εξής: «Θα μπορούσαν δομικές δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης να καλλιεργηθούν στην Α΄ και Β΄ τάξη του Δημοτικού, στα πλαίσια του μαθήματος της Μελέτης του Περιβάλλοντος, μέσω της δημιουργίας ψηφιακών παιχνιδιών, χρησιμοποιώντας εκπαιδευτικό υπολογιστικό περιβάλλον κατάλληλο για παιδιά ηλικίας 5-8 ετών;».

Στη μελέτη αυτή, παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό πλαίσιο που προτείνουμε για να απαντήσουμε στο παραπάνω ερευνητικό ερώτημα, καθώς και δύο πιλοτικές εφαρμογές του προτεινόμενου εκπαιδευτικού πλαισίου, μέσω των οποίων επιδιώξαμε να αποκτήσουμε μία αρχική εικόνα σχετικά με το αν η εφαρμογή του επιτυγχάνει τους ερευνητικούς μας στόχους. Επίσης, εξετάστηκε η εφαρμοσιμότητά του στη σχολική τάξη.

2. Μεθοδολογία

Το εκπαιδευτικό πλαίσιο που προτείνουμε ακολουθεί τις βασικές αρχές της θεωρίας μάθησης του εποικοδομητισμού (Mattar 2018) και της παιχνιδοκεντρικής μάθησης (Akman & Özgül 2015). Η καρδιά του είναι το εκπαιδευτικό υπολογιστικό περιβάλλον PhysGramming (ακρωνύμιο του Physical Science Programming), το οποίο υλοποιήσαμε για μαθητές ηλικίας 5-8 ετών, βασισμένοι στις ανάγκες και στις δεξιότητές τους (σε όλο το κείμενο χρησιμοποιείται το αρσενικό γραμματικό γένος για λόγους συντομίας και οικονομίας χώρου).

Το PhysGramming είναι συμβατό με οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα. Επίσης, είναι συμβατό με έξυπνες φορητές συσκευές, αξιοποιώντας έτσι τα πλεονεκτήματα της χρήσης φορητών συσκευών στη σχολική τάξη (Zhu et al. 2016). Για την υλοποίηση του PhysGramming χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα



προγραμματισμού Java (Arnold et al. 2015). Η υλοποίηση έγινε στο προγραμματιστικό περιβάλλον Eclipse (Wiegand 2004). Το PhysGramming μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη σχολική τάξη χωρίς να προαπαιτείται η υλοποίηση διδακτικών παρεμβάσεων ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης.

Ας σημειωθεί ότι ο όρος σχολική τάξη εστιάζει στο μαθητικό δυναμικό της και δεν συνεπάγεται χωρικούς περιορισμούς. Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πλαίσιο μπορεί να εφαρμοστεί στο εργαστήριο Πληροφορικής της σχολικής μονάδας, αλλά και σε οποιαδήποτε σχολική αίθουσα, αρκεί να υπάρχουν έξυπνες φορητές συσκευές. Το κομμάτι του εκπαιδευτικού πλαισίου που στηρίζεται στη χρήση του PhysGramming μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα και εκτός σχολικής μονάδας, κατά τη διάρκεια διδακτικών επισκέψεων, αξιοποιώντας έτσι τα πλεονεκτήματα των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων εκτός σχολικής αίθουσας (Dillon et al. 2006).

Η κύρια πρωτοτυπία του PhysGramming έγκειται στο γεγονός ότι, καθώς τα παιδιά δημιουργούν τα δικά τους ψηφιακά παιχνίδια και στη συνέχεια παίζουν με αυτά, εξασκούν δομικές δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης, χωρίς όμως να γίνεται κάποια άμεση αναφορά σε αυτές (Kanaki & Kalogiannakis 2018).

2.1. PhysGramming

Επιχειρώντας μία αρχική περιγραφή του, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι, μέσω του PhysGramming, οι μαθητές εξασκούνται στην ανάθεση τιμών σε χαρακτηριστικά οντοτήτων, στα πλαίσια μίας θεματικής ενότητας. Το ποιες οντότητες μελετώνται είναι επιλογή των ίδιων των μαθητών. Οι οντότητες απεικονίζονται μέσω εικόνων, ενσωματωμένων στο PhysGramming από τον εκπαιδευτικό, κατά την προετοιμασία του μαθήματος. Στην περίπτωση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων εκτός σχολικής μονάδας, οι μαθητές μπορούν να φωτογραφίσουν τις υπό μελέτη οντότητες με τις έξυπνες φορητές συσκευές και να χρησιμοποιήσουν τις φωτογραφίες που τράβηξαν. Εναλλακτικά, οι μαθητές μπορούν να ζωγραφίσουν τις δικές τους εικόνες, χρησιμοποιώντας μία εφαρμογή ζωγραφικής, που υλοποιήσαμε και ενσωματώσαμε στο PhysGramming. Όταν ολοκληρωθεί η ανάθεση τιμών, το PhysGramming δημιουργεί αυτόματα παζλ, παιχνίδια αντιστοίχισης και παιχνίδια ομαδοποίησης. Η μοναδικότητα των παιχνιδιών αυτών εξασφαλίζεται από τη μοναδικότητα των ζωγραφιών και φωτογραφιών των μαθητών, καθώς και από το ποιες οντότητες θα επιλέξει ο κάθε μαθητής.

Για να κατανοήσουμε τη λειτουργικότητα του PhysGramming, αλλά και τη μεθοδολογία ενσωμάτωσής του στην εκπαιδευτική διαδικασία, ας επικεντρωθούμε στη μελέτη των ζώων και ιδιαίτερα στη μελέτη των διατροφικών τους συνηθειών. Το περιεχόμενο της εν λόγω διδακτικής ενότητας θα πρέπει να έχει παρουσιαστεί στους μαθητές από τον εκπαιδευτικό πριν τη χρήση του PhysGramming. Το παράδειγμα είναι ενδεικτικό, εφόσον ο σχεδιασμός του PhysGramming επιτρέπει τη χρήση του για τη μελέτη οποιασδήποτε άλλης οντότητας, έμβιας ή άβιας. Σε κάθε περίπτωση, ο εκπαιδευτικός επιλέγει με ποια χαρακτηριστικά των υπό μελέτη οντοτήτων θα ασχοληθούν οι μαθητές, όμως οι τιμές των χαρακτηριστικών δίνονται από τους ίδιους τους μαθητές. Παραδείγματος χάριν, αν το αντικείμενο του μαθήματος είναι τα υλικά σώματα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ορίσει ότι τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά θα είναι το «ΟΝΟΜΑ» και το «ΥΛΙΚΟ» των σωμάτων. Το χαρακτηριστικό «ΥΛΙΚΟ» έχει 3 πιθανές τιμές (στερεό, υγρό, αέριο), οι οποίες εισάγονται στο PhysGramming από τους μαθητές.



Εικόνα 1: Απόδοση τιμών στο χαρακτηριστικό ΟΝΟΜΑ των υπό μελέτη οντοτήτων

Animal Image	Field Label	Entered Name
	. ΟΝΟΜΑ =	ΧΙΜΠΑΤΖΗΣ
	. ΟΝΟΜΑ =	ΚΡΟΚΟΔΕΙΛΟΣ
	. ΟΝΟΜΑ =	ΕΛΕΦΑΝΤΑΣ
	. ΟΝΟΜΑ =	

Επιστρέφοντας στην περίπτωση της μελέτης των ζώων, κατ' αρχάς, ο μαθητής – χρήστης του PhysGramming επιλέγει ή ζωγραφίζει εικόνες ζώων. Μπορεί επίσης να φωτογραφίσει ζώα, αν χρησιμοποιεί έξυπνη φορητή συσκευή. Όταν ολοκληρώνεται η επιλογή ή/και η δημιουργία των εικόνων, εμφανίζονται ισάριθμες γραμμές εντολών (Εικόνα 1). Το επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός της τιμής του χαρακτηριστικού «ΟΝΟΜΑ» για κάθε ζώο. Το παιδί μπορεί να προσθέσει όσες γραμμές επιθυμεί και να διαγράψει κάποιες από αυτές που έχει ήδη προσθέσει. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, μέσω του PhysGramming προτείνουμε ένα καινοτόμο υβριδικό σχήμα οπτικών και βασισμένων στο κείμενο προγραμματιστικών τεχνικών, δίνοντας έμφαση στην αντικειμενοστρέφεια. Ωστόσο, δεν γίνεται καμία άμεση αναφορά σε προγραμματιστικές έννοιες και πρακτικές. Το PhysGramming εστιάζει στην εξοικείωση των μαθητών με τη σύνταξη του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Επιπλέον, επιχειρείται μία πρώτη επαφή των μαθητών με έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού, όπως αυτές της κλάσης, του αντικειμένου και του χαρακτηριστικού, χωρίς όμως να γίνεται κάποια αναφορά σε αυτές (Kanaki & Kalogiannakis 2018). Με αυτόν τον τρόπο, ικανοποιείται η σύγχρονη τάση καλλιέργειας βασικών προγραμματιστικών δεξιοτήτων όσο το δυνατό νωρίτερα στην υποχρεωτική εκπαίδευση, ξεκινώντας από την προσχολική εκπαίδευση (Flannery et al. 2013, Voogt et al. 2015). Προτιμήσαμε τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, γιατί είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την αντικειμενοστραφή σκέψη, μία δεξιότητα που οι άνθρωποι καλλιεργούν από την αρχή της ζωής τους (Hillar 2015). Επίσης, η εκμάθηση του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού αποτελεί εξαιρετικό μέσο ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης (Dalal et al. 2012).

Αφού ο μαθητής – χρήστης του PhysGramming προσδιορίσει τα ονόματα των ζώων, θα πρέπει να προσδιορίσει και τις διατροφικές τους συνήθειες (Εικόνα 2). Για κάθε ζώο, το χαρακτηριστικό «ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ» μπορεί να πάρει μία μοναδική τιμή από ένα σύνολο τριών τιμών: [φυτοφάγο, σαρκοφάγο, παμφάγο]. Οι τιμές αυτές δίνονται από το παιδί σαν εισόδος στο PhysGramming μέσω μίας φόρμας, η οποία είναι σχεδιασμένη ειδικά για το σκοπό αυτό.

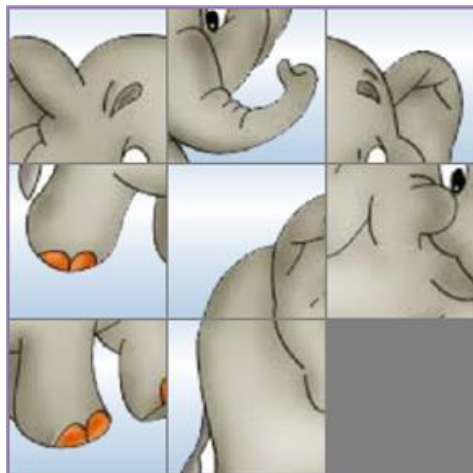


Εικόνα 2: Απόδοση τιμών στο χαρακτηριστικό ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ των υπό μελέτη οντοτήτων



Όταν ολοκληρωθεί η απόδοση τιμών στο χαρακτηριστικό «ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ», έχουν πλέον εισαχθεί όλες οι πληροφορίες που απαιτούνται για τη δημιουργία των ψηφιακών παιχνιδιών.

Εικόνα 8: Παζλ εικόνας ελέφαντα 9 κομματιών



Το PhysGramming δημιουργεί παζλ για κάθε εικόνα ζώου που ο μαθητής έχει επιλέξει, ζωγραφίσει ή φωτογραφίσει. Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει την εικόνα του παζλ, καθώς και σε πόσα κομμάτια θα κοπεί (4, 6, 9 ή 12). Κάθε παζλ (Εικόνα 3) αποτελείται από έναν πίνακα που περιέχει ανακατεμένα κομμάτια της εικόνας ενός ζώου. Όμως, ένα κομμάτι της εικόνας λείπει. Έτσι, ένα κελί του πίνακα είναι άδεια. Κάθε κομμάτι μπορεί να κινηθεί οριζόντια, κατακόρυφα ή διαγώνια, σε γειτονική θέση του πίνακα, αρκεί να είναι άδεια. Το κομμάτι που θα μετακινηθεί καταλαμβάνει την άδεια θέση και η προηγούμενη θέση που το κομμάτι καταλάμβανε τώρα αδειάζει. Ο χρήστης θα πρέπει να συνεχίσει να επανατοποθετεί τα κομμάτια της εικόνας μέχρι να λύσει το παζλ.



Στα παιχνίδια ομαδοποίησης, ο χρήστης καλείται να ομαδοποιήσει τις εικόνες των οντοτήτων με βάση κάποιο χαρακτηριστικό τους. Στο παράδειγμά μας, πρέπει να ομαδοποιήσει τις εικόνες των ζώων ανάλογα με τις διατροφικές τους συνήθειες.

Όσον αφορά στα παιχνίδια αντιστοίχισης, στο παράδειγμά μας εμφανίζονται εικόνες ζώων και τα ονόματά τους. Ο χρήστης πρέπει να προχωρήσει στις σωστές αντιστοιχίσεις.

Και στις τρεις περιπτώσεις παιχνιδιών, οι μαθητές, όταν τα λύνουν, επιβραβεύονται με κατάλληλα οπτικοακουστικά μέσα.

2.2 Εργαλείο αξιολόγησης

Το εκπαιδευτικό πλαίσιο που προτείνουμε συνοδεύεται από εργαλείο αξιολόγησης της καλλιέργειας των δομικών δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης. Ισχυριζόμαστε ότι, αν οι δομικές δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης καλλιεργηθούν επιτυχώς, τότε έχει καλλιεργηθεί και η ίδια η υπολογιστική σκέψη (Kanaki & Kalogiannakis 2018). Στα άμεσα ερευνητικά μας σχέδια συμπεριλαμβάνεται ο εμπλουτισμός του εργαλείου αξιολόγησης, ώστε να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την εξοικείωση των μαθητών με βασικές έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού και με τη σύνταξη των εντολών του.

Κατά την κατασκευή του εργαλείου αξιολόγησης, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη διασφάλιση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων που προκύπτουν κατά τη χρήση του (Heale & Twycross 2015, Kimberlin & Winterstein 2008, Sullivan 2011). Ακολουθεί σύντομη επεξήγηση των όρων της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας, καθώς και των βασικών παραμέτρων τους, οι οποίες ελέγχθηκαν κατά τη διάρκεια της κατασκευής του εργαλείου αξιολόγησης.

Η αξιοπιστία αναφέρεται στο κατά πόσο ένα εργαλείο αξιολόγησης παρέχει τα ίδια αποτελέσματα, κάθε φορά που χρησιμοποιείται στις ίδιες συνθήκες και με τον ίδιο τύπο υποκειμένων (Cohen et al. 2002, Sullivan 2011). Με άλλα λόγια, η αξιοπιστία έχει να κάνει με τη συνέπεια των δεδομένων. Έτσι, ένα εργαλείο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται και κατόπιν επαναχρησιμοποιείται σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα, παράγει αξιόπιστα αποτελέσματα όταν αυτά είναι παρόμοια. Η αξιοπιστία ενός εργαλείου αξιολόγησης μπορεί να εκτιμηθεί για: (α) την εσωτερική του συνέπεια, (β) τη σταθερότητα των μετρήσεων, (γ) το κατά πόσο επηρεάζονται τα αποτελέσματα που δίνει ανάλογα με τον αξιολογητή – παρατηρητή (Cohen et al. 2002, Kimberlin & Winterstein 2008, Sullivan 2011).

Η εγκυρότητα αναφέρεται στο κατά πόσο ένα εργαλείο αξιολόγησης μετράει καλά αυτά τα οποία επιδιώκει να μετρήσει. Ένα εργαλείο αξιολόγησης θεωρούμε ότι παρέχει έγκυρα αποτελέσματα, όταν έχει χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα με επιτυχία σε δείγμα για το οποίο έχει σχεδιαστεί. Επομένως, η εγκυρότητα οικοδομείται με την πάροδο του χρόνου, ελέγχοντας τα αποτελέσματα της έρευνας σε διάφορους πληθυσμούς (Cohen et al. 2002, Kimberlin & Winterstein 2008). Για να ισχυριστούμε ότι οι μετρήσεις που προκύπτουν χρησιμοποιώντας ένα εργαλείο αξιολόγησης είναι έγκυρες, θα πρέπει να ελεγχθούν με διάφορες στρατηγικές που εξακριβώνουν την εγκυρότητα. Στα πλαίσια της έρευνάς μας, ελέγχθηκε αν ικανοποιούνται τα κριτήρια των παρακάτω τύπων εγκυρότητας: εγκυρότητα δομήματος, εγκυρότητα κριτηρίων, εσωτερική εγκυρότητα, εξωτερική εγκυρότητα, συμπερασματική εγκυρότητα, εγκυρότητα περιεχομένου (Cohen et al. 2002).

Η έρευνα που υλοποιήσαμε πιστοποιεί την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που παράγει το προτεινόμενο εργαλείο αξιολόγησης. Ωστόσο, η παρουσίασή της δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης.



2.3 Η πιλοτική έρευνα

Στη μελέτη μας, επιχειρήθηκε η εξάσκηση βασικών δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης. Κατά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης προσέγγισης, εξετάστηκαν ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια για κάθε μία από αυτές (Cohen et al. 2002).

Η πιλοτική έρευνα υλοποιήθηκε σε Δημοτικό σχολείο της πόλης του Ηρακλείου Κρήτης, το Μάιο του 2018, σύμφωνα με τους κανόνες δεοντολογίας της εκπαιδευτικής έρευνας. Το δείγμα αποτελούνταν από 27 παιδιά: 15 μαθητές της Α΄ τάξης (4 κορίτσια και 11 αγόρια) και 12 μαθητές της Β΄ τάξης (7 κορίτσια και 5 αγόρια).

Υλοποιήθηκαν δύο διδακτικές παρεμβάσεις (μία για κάθε τάξη) στο εργαστήριο Πληροφορικής του σχολείου, διάρκειας δύο διδακτικών ωρών. Το αντικείμενο μελέτης, το οποίο η εκπαιδευτικός είχε παρουσιάσει την προηγούμενη ημέρα, ήταν τα ζώα και οι διατροφικές τους συνήθειες.

Τα παιδιά κάθισαν ανά δύο στους σταθμούς εργασίας. Αρχικά, δόθηκαν σύντομες οδηγίες για τη λειτουργικότητα του PhysGramming. Κάθε παιδί είχε στη διάθεσή του μία διδακτική ώρα για να δημιουργήσει τα ψηφιακά του παιχνίδια και να παίξει με αυτά.

Κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων, οι μαθητές επέλεξαν εικόνες ζώων που ήταν ήδη ενσωματωμένες στο PhysGramming ή ζωγράρισαν δικές τους. Για κάθε ζώο προσδιόρισαν αρχικά το όνομα (Εικόνα 1) και στη συνέχεια τις διατροφικές του συνήθειες (Εικόνα 2). Η ολοκλήρωση της απόδοσης τιμών στα δύο παραπάνω χαρακτηριστικά κάθε ζώου συνεπαγόταν την αυτόματη κατασκευή παζλ, παιχνιδιών αντιστοίχισης και παιχνιδιών ομαδοποίησης. Η απόφασή μας να υλοποιήσουμε το PhysGramming έτσι ώστε να κατασκευάζει αυτά τα τρία είδη παιχνιδιών δεν ήταν τυχαία. Μέσω των παζλ, επιδιώκουμε την καλλιέργεια της αλγοριθμικής σκέψης (Hsu & Wang 2018). Μέσω των παιχνιδιών ομαδοποίησης, αποσκοπούμε στην ενδυνάμωση της ικανότητας των παιδιών να οργανώνουν δεδομένα. Τα παιχνίδια αντιστοίχισης στοχεύουν στην ανάπτυξη της ικανότητας αναγνώρισης και δήλωσης των χαρακτηριστικών μίας οντότητας. Ακολουθεί σύντομη αναφορά στις μεθόδους καλλιέργειας των υπολοίπων δομικών δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης.

Όσον αφορά στην αφαιρετική ικανότητα, μοιράστηκαν στους μαθητές φύλλα εργασίας με εικόνες διαφόρων ζώων. Δεδομένου ότι η έρευνα έγινε στην Κρήτη, ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν τα ζώα που ζουν στην Κρήτη. Κάποια από αυτά, π.χ. τον ελέφαντα, μπορεί να τα έχουν δει σε τσίρκο. Όμως, το να έχουν δει ελέφαντες σε τσίρκο, δεν σημαίνει ότι οι ελέφαντες συγκαταλέγονται στην πανίδα του νησιού. Αυτό είναι συμπέρασμα που άπτεται της αφαιρετικής τους ικανότητας. Δεν έχει επίσης περάσει πολύς καιρός από τότε που ένας κροκόδειλος, ο επονομαζόμενος «Σήφης», εντοπίστηκε σε λίμνη του νησιού. Όπως στην περίπτωση του ελέφαντα, έτσι και σε αυτήν του κροκόδειλου, οι μαθητές έπρεπε να επιστρατεύσουν την αφαιρετική τους ικανότητα και να μην τον επιλέξουν σαν μέρος της πανίδας του νησιού. Ας σημειωθεί, ότι κατά τη διάρκεια της παρουσίασης του περιεχομένου της διδακτικής ενότητας, δεν συζητήθηκε η πανίδα της Κρήτης. Έτσι, η συμπλήρωση των φύλλων εργασίας δεν σχετιζόταν με την κατανόηση του περιεχομένου της διδακτικής ενότητας.

Για να εξασκηθεί η δεξιότητα συλλογής δεδομένων, εστίασαμε στα ζώα που ζουν στο αγρόκτημα. Καθώς τα παιδιά επέλεγαν εικόνες για να φτιάξουν τα παιχνίδια τους, έπρεπε να επιλέξουν μόνο ζώα που ζουν στα αγρόκτημα και όχι άλλα ζώα, που ζουν π.χ. στη ζούγκλα.

Για να επιτευχθεί η ενδυνάμωση της δεξιότητας της ανάλυσης δεδομένων, δώσαμε έμφαση στην εξάσκηση των μαθητών να εντοπίζουν εσφαλμένες αντιλήψεις. Κατά τη διάρκεια προσωπικών συνεντεύξεων, δείχναμε στους μαθητές γραμμές εντολών του PhysGramming, στις οποίες είχαν αποδοθεί επίτηδες λανθασμένες τιμές στις διατροφικές συνήθειες κάποιων ζώων. Οι μαθητές έπρεπε να εντοπίσουν τις λανθασμένες αναθέσεις τιμών.



Αναφορικά με τη δεξιότητα της αξιολόγησης, οι μαθητές όφειλαν να την επιστρατεύουν καθώς έπαιζαν με τα ψηφιακά παιχνίδια που δημιούργησαν. Έτσι, θεωρήσαμε ότι η δεξιότητα της αξιολόγησης εξασκήθηκε επιτυχώς στην περίπτωση που οι μαθητές κατάφεραν να λύσουν τα παιχνίδια.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων που υιοθετήσαμε. Διευκρινίζουμε ότι αναφέροντας αρχεία καταγραφής, εννοούμε τα αρχεία που προγραμματίσαμε το PhysGramming να δημιουργεί (log files), με σκοπό την αποθήκευση πληροφοριών για κάθε ενέργεια του χρήστη. Ας σημειωθεί ότι τα αρχεία αυτά δεν αποθηκεύουν ούτε περιέχουν πληροφορίες που με οποιονδήποτε τρόπο αποκαλύπτουν την ταυτότητα του χρήστη (Livingstone & Locatelli 2012). Τέλος, όσον αφορά στα φύλλα εργασίας και στις προσωπικές συνεντεύξεις, το περιεχόμενό τους προσαρμόζεται σύμφωνα με τη θεματική ενότητα που κάθε φορά επιλέγεται να εφαρμοστεί το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πλαίσιο.

Πίνακας 16: Μέθοδοι συλλογής δεδομένων

Δεξιότητα	Μέθοδοι συλλογής δεδομένων	
	Ποσοτικές	Ποιοτικές
Αλγοριθμική σκέψη	Αρχεία καταγραφής	Συνεντεύξεις
Συλλογή δεδομένων	Αρχεία καταγραφής	Παρατήρηση
Οργάνωση δεδομένων	Αρχεία καταγραφής	Παρατήρηση
Ανάλυση δεδομένων	Προσωπικές συνεντεύξεις	Παρατήρηση
Αφαιρετική ικανότητα	Φύλλα εργασίας	Παρατήρηση
Αξιολόγηση	Αρχεία καταγραφής	Παρατήρηση

3. Αποτελέσματα

Η μελέτη των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης στις οποίες εστιάσαμε εξασκήθηκαν σε υψηλά επίπεδα από όλους τους μαθητές. Στο κείμενό μας παρουσιάζουμε συνοπτικά τα βασικά ποιοτικού τύπου αποτελέσματα της έρευνας, ιδιαίτερα όσον αφορά στην εφαρμοσιμότητα του προτεινόμενου πλαισίου στη σχολική τάξη.

Οι μαθητές έτειναν να ζωγραφίζουν τις δικές τους εικόνες και όχι να διαλέγουν αυτές που ήταν ενσωματωμένες στο PhysGramming, γεγονός που εξασφάλισε τη μοναδικότητα των παιχνιδιών που κατασκευάστηκαν. Επίσης, η σύνταξη των εντολών δεν προβλημάτισε κανέναν από τους μαθητές. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει την ερευνητική μας υπόθεση ότι η καλύτερη περίοδος εισαγωγής του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού στην εκπαίδευση είναι στα πρώτα στάδιά της.

Η καταγραφή των εμπειριών των μαθητών κρίθηκε αναγκαία, πριν προχωρήσουμε σε μεγαλύτερης κλίμακας έρευνα. Μέσω προσωπικών συνεντεύξεων, επιχειρήσαμε να αναδείξουμε τη γενικότερη αίσθηση που άφησε στα παιδιά η εφαρμογή του στη σχολική τάξη. Οι συνεντεύξεις ήταν ημιδομημένες (Newcomer et al. 2015), διάρκειας περίπου 10 λεπτών. Διεξήχθησαν σε όλο το δείγμα (27 παιδιά), αμέσως μετά το πέρας των διδακτικών παρεμβάσεων. Οι ανοικτού τύπου ερωτήσεις που υποβλήθηκαν αποσκοπούσαν στην κάλυψη δύο βασικών σημείων: (α) την ανάδειξη των προβλημάτων που μπορεί να αντιμετωπίσαν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της προτεινόμενης εκπαιδευτικής δραστηριότητας και (β) τον εντοπισμό των πιο ελκυστικών χαρακτηριστικών της. Τα παραπάνω σημεία ήταν και οι βασικοί άξονες του ερευνητικού πρωτοκόλλου των συνεντεύξεων της έρευνας. Ο ημιδομημένος χαρακτήρας τους



επέτρεψε στα παιδιά να επισημάνουν θέματα σχετικά με την εκπαιδευτική δραστηριότητα, τα οποία έκριναν ότι ήταν άξια λόγου (Longhurst 2003).

Η μελέτη και ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων που συγκεντρώσαμε από τις συνεντεύξεις ανέδειξε ότι οι μαθητές αποδέχτηκαν θετικά το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Πράγματι, κανένα παιδί δεν εξέφρασε δυσαρέσκεια. Αντιθέτως, η συντριπτική τους πλειοψηφία επέδειξε ενθουσιασμό. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η απάντηση ενός παιδιού που, όταν του ζητήθηκε να πει γιατί του άρεσε η εκπαιδευτική δραστηριότητα στην οποία συμμετείχε, απάντησε: «Μου άρεσε γιατί έπρεπε να σκέφτομαι, να δημιουργώ, να αυτοσχεδιάζω». Οι πιο συνηθισμένες απαντήσεις ήταν: «Μου άρεσε γιατί πρώτη φορά έφτιαξα δικά μου παιχνίδια», «Μου αρέσει να παίζω παιχνίδια» και «Μου αρέσουν οι υπολογιστές».

4. Συμπεράσματα – Προοπτικές

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της εκπαιδευτικής μας πρότασης είναι ότι τα παιδιά γίνονται δημιουργοί, σύμφωνα με τη θεωρία μάθησης του εποικοδομητισμού, στα πλαίσια του μαθήματος της Μελέτης του Περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα εξοικειώνονται με τις βασικές αρχές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού και της υπολογιστικής σκέψης. Βασισμένοι στον ενθουσιασμό με τον οποίο οι μαθητές αποδέχτηκαν την προτεινόμενη εκπαιδευτική προσέγγιση, ισχυριζόμαστε ότι η εφαρμογή της συνεισφέρει στην αναβάθμιση της μαθησιακής διαδικασίας, δίνοντάς της παιγνιώδη υφή και ελκυστικό χαρακτήρα.

Η ανάγκη διεξαγωγής της έρευνάς μας προέκυψε όταν, μετά από διεξοδική βιβλιογραφική επισκόπηση, εντοπίσαμε ότι το πεδίο που αφορά στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης στις πρώτες τάξεις της υποχρεωτικής εκπαίδευσης δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Στην παρούσα μελέτη, παρουσιάζουμε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο που στοχεύει στην καλλιέργεια δομικών δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης στις δύο πρώτες τάξεις του Δημοτικού, μέσω ελκυστικών και δημιουργικών δραστηριοτήτων.

Οι περιορισμοί της έρευνας μας εντοπίζονται στο μικρό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε. Ωστόσο, πιστεύουμε ότι τα αποτελέσματα αυτής της μικρής κλίμακας έρευνας είναι σημαντικά, εφόσον αναδεικνύουν την ευκολία με την οποία το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πλαίσιο εφαρμόζεται στη σχολική τάξη, καθώς και το θετικό αντίκτυπο που μπορεί να έχει στην ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης.

Θεωρούμε ότι η έρευνά μας θα ενδιέφερε εκπαιδευτικούς και ερευνητές που επιδοκιμάζουν την καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης από τις πρώτες κιόλας τάξεις του Δημοτικού, θεωρούν ξεπερασμένο το δασκαλοκεντρικό μοντέλο μάθησης, υποστηρίζουν τη θεωρία μάθησης του εποικοδομητισμού, καθώς και την παιχνιδοκεντρική μάθηση και υιοθετούν εκπαιδευτικές πρακτικές που θέλουν τους μαθητές ενεργούς δημιουργούς και όχι παθητικούς καταναλωτές των ψηφιακών τεχνολογιών.

5. Βιβλιογραφία

Akman, B., & Özgül, S. G. (2015). Role of play in teaching science in the early childhood years. In *Research in early childhood science education* (pp. 237-258). Springer, Dordrecht.

Arnold, K., Gosling, J., & Holmes, D. (2005). *The Java programming language*. Addison Wesley Professional.



- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community?. *Acm Inroads*, 2(1), 48-54.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.
- Dalal, N., Kak, S., & Sohoni, S. (2012). Rapid digital game creation for learning object-oriented concepts. In *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference*. Montreal, Canada (pp. 22-27).
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School science review*, 87(320), 107-113.
- Flannery, L. P., Silverman, B., Kazakoff, E. R., Bers, M. U., Bontá, P., & Resnick, M. (2013). Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 1-10). New York, NY, USA.
- Grover, S. (2015). "Systems of Assessments" for deeper learning of computational thinking in K-12. In *Proceedings of the 2015 annual meeting of the American educational research association* (pp. 15-20).
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Heale, R., & Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-based nursing*, ebnurs-2015.
- Hillar, G. C. (2015). *Learning Object-oriented programming*. UK: Packt Publishing Ltd.
- Hsu, C. C., & Wang, T. I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. *Computers & Education*, 121, 73-88.
- Kalogiannakis, M., & Papadakis, St. (Eds). (2020). Tools for Teaching Computational Thinking in P-12 Education. USA-PA: IGI Global (under publication).
- Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2018). Introducing fundamental object-oriented programming concepts in preschool education within the context of physical science courses, *Education and Information Technologies*, 23(6), 2673-2698.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M.U. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood, *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255.
- Kimberlin, C. L., & Winterstein, A. G. (2008). Validity and reliability of measurement instruments used in research. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 65(23), 2276-2284.
- Livingstone, S., & Locatelli, E. (2012). Ethical dilemmas in qualitative research with youth on/offline. *International Journal of Learning and Media*, 4(2), 67-75.
- Longhurst, R. (2003). Semi-structured interviews and focus groups. *Key methods in geography*, 3, 143-156.
- Mattar, J. (2018). Constructivism and connectivism in education technology: Active, situated, authentic, experiential, and anchored learning. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 201-217.
- Newcomer, K. E., Hatry, H. P., & Wholey, J. S. (2015). Conducting semi-structured interviews. *Handbook of practical program evaluation*, 492.



- Papadakis, St., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in Preschool Education. A case study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(3), 187-202.
- Sullivan, G. M. (2011). A primer on the validity of assessment instruments. *J Grad Med Educ*. 2011, 3(2), 119–120.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20.
- Sung, W., Ahn, J., & Black, J.B. (2017). Introducing Computational Thinking to Young Learners: Practicing Computational Perspectives Through Embodiment in Mathematics Education, *Technology, Knowledge and Learning*, 22(3), 443-463.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728.
- Wiegand, J. (2004). Eclipse: A platform for integrating development tools. *IBM Systems Journal*, 43(2), 371-383.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Zhu, Z. T., Yu, M. H., & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart learning environments*, 3(4), 1-17.



Αντιλήψεις μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τις μεταβολές των παγετώνων μετά από διδακτικές προσεγγίσεις με χρήση δορυφορικών εικόνων

Αθηνά Καρατζά¹, Λία Γαλάνη¹, Ισαάκ Παρχαρίδης²

1Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Οι δορυφορικές εικόνες και η αξιοποίησή τους στη διδασκαλία, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, συμβάλλουν στην ανάπτυξη της γεωγραφικής σκέψης και στην ολιστικότερη κατανόηση προβλημάτων που οι μελλοντικοί πολίτες θα κληθούν να επιλύσουν. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις μεταβολές των παγετώνων και τα αίτια τους ως συνέχεια διδακτικής προσέγγισης με χρήση δορυφορικών εικόνων που έχει δημιουργηθεί από την ESA και προσέγγισης με βελτιώσεις που θα κάλυπταν τις αστοχίες του αρχικού υλικού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι περισσότεροι μαθητές αντιλήφθηκαν πως οι παγετώνες έχουν συρρικνωθεί τις τελευταίες δεκαετίες, ενώ επιχείρησαν κυρίως μονοπαραμετρικές ερμηνείες του φαινομένου.

Λέξεις-κλειδιά: δορυφορικές εικόνες, ESA, κλιματική αλλαγή, παγετώνες

Perceptions of lower secondary school students concerning glacier changes after teaching approaches with satellite images

Athina Karatza¹, Lia Galani¹, Issaak Parcharidis²

1National and Kapodistrian University of Athens, 2Harokopio University

Abstract

According to literature, satellite imagery and its use in teaching enhance the development of geographic thinking and the more holistic understanding of the problems the conscious citizen of the future will encounter. The purpose of this study was to investigate students' perceptions concerning glacier changes and their causes after implementing a teaching approach with satellite images created by ESA on the one hand, and, on the other, an approach with proposed improvements. According to the results, most students perceived glacier retreat over the last few decades, while the majority interpreted the phenomenon referring to one factor at a time.

Keywords: satellite images, ESA, climate change, glaciers



1. Εισαγωγή

Ένας από τους στόχους της σύγχρονης γεωγραφικής εκπαίδευσης είναι η διαμόρφωση γεωγραφικά εγγράμματων πολιτών ικανών να κατανοούν τις αλληλεπιδράσεις (interactions) συστημάτων του κόσμου, τις αλληλοσυνδέσεις (interconnections) τόπων και τις επιπτώσεις (impacts) αποφάσεων με σκοπό τη λήψη αποφάσεων σε σημαντικά ζητήματα (Edelson 2012). Η ένταξη της τηλεπισκόπησης στη γεωγραφική (και όχι μόνο) εκπαίδευση μπορεί να βοηθήσει προς αυτήν την κατεύθυνση (Dransfeld et al. 2009). Η κατάλληλη αξιοποίηση και ερμηνεία δορυφορικών εικόνων (σχηματίζονται με την απόκτηση πληροφορίας μέσω δορυφόρων που καταγράφουν το ηλεκτρομαγνητικό σήμα που ανακλάται από τους γήινους στόχους) (Παρχαρίδης 2015) μπορεί να ενισχύσει την αύξηση ενδιαφέροντος, την ενασχόληση με σύγχρονα ζητήματα, τη λήψη αποφάσεων, τη βελτίωση της χωρικής σκέψης/δεξιοτήτων και την απόκτηση δεξιοτήτων χειρισμού Νέων Τεχνολογιών (Klonari & Likouri 2015, Raselimo 2016).

Προς αυτή την κατεύθυνση, η ESA προσφέρει δωρεάν διαδικτυακό υλικό σε μορφή μαθημάτων με χρήση δορυφορικών εικόνων και το - σχεδιασμένο για εκπαιδευτικούς σκοπούς - λογισμικό επεξεργασίας τους. Το υλικό, που απευθύνεται κυρίως σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, είναι δομημένο σε ενότητες σχετικές με σύγχρονα γεωγραφικά - περιβαλλοντικά θέματα, έχει δημιουργηθεί ώστε να είναι εφαρμόσιμο στις ευρωπαϊκές σχολικές τάξεις και διατίθεται στα ελληνικά. Ωστόσο, είναι πιθανό να επιδέχεται βελτιώσεις, καθώς δεν έχει προηγηθεί πιλοτική εφαρμογή του στην τυπική ή μη τυπική εκπαίδευση.

Η ιστοσελίδα της ESA Eduspace είναι οργανωμένη σε ενότητες που περιλαμβάνουν μελέτες περίπτωσης, μία εκ των οποίων η ενότητα «Κλιματική αλλαγή και παγετώνες». Η κατανόηση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της αποτελεί προϋπόθεση για την αντιμετώπισή της (Deng et al. 2011). Το εκπαιδευτικό υλικό της θεματικής αυτής αποτελείται από μια εισαγωγή που περιλαμβάνει κάποιες βασικές έννοιες, ακολουθούν έξι ασκήσεις (έλεγχος σύνθετων εικόνων RGB πραγματικών χρωμάτων, κινούμενη εικόνα, αριθμητική έκφραση ζώνης, GIS, μέτρηση εμβαδού, εικόνα πολλαπλών χρονικών στιγμών) και, τέλος, αναγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτές.

Στην εισαγωγή παρουσιάζεται το σκεπτικό-διδακτικός στόχος της ενότητας που αποτελείται από δύο σκέλη: πρώτον, το ότι ο εντοπισμός μεταβολών στους παγετώνες υποδεικνύει έμμεσα την κλιματική αλλαγή και δεύτερον, το ότι η τηλεπισκόπηση και οι δορυφορικές εικόνες συνεισφέρουν στη μελέτη των παγετώνων και στην ανίχνευση των μεταβολών που συμβαίνουν σε αυτούς.

Η ποιοτική ανάλυση και αξιολόγηση του υλικού - που έχει παρουσιαστεί αναλυτικά σε προηγούμενη έρευνα (Καρατζά κ.ά. 2017) - έγινε με κριτήριο τους γνωστικούς στόχους (έννοιες και φαινόμενα) που προτείνεται να διδαχθούν οι μαθητές συγκριτικά με τις έννοιες που παρουσιάζονται στα ΠΣ του Γυμνασίου, την αντιστοίχιση του υλικού με το ηλικιακό/γνωστικό και λεκτικό επίπεδο των μαθητών Γυμνασίου και την διδακτική μεθοδολογία που ακολουθείται για την προσέγγιση της ενότητας. Από την ανάλυση διαπιστώθηκε πως υπήρχαν περιθώρια βελτίωσης του υλικού, ώστε να είναι πλήρως εκπαιδευτικά μετασχηματισμένο.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, αλλά και τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές στην πράξη κατά τη διδασκαλία του φύλλου εργασίας με την προσέγγιση της ESA, δημιουργήθηκε φύλλο εργασίας που θα εξυπηρετούσε τους ίδιους διδακτικούς στόχους με βελτιώσεις που θα κάλυπταν τις αστοχίες του υλικού στον μετασχηματισμό της γνώσης. Προτάθηκε ωστόσο μια σαφέστερη επαναδιατύπωση των διδακτικών στόχων ως εξής: Οι μαθητές μετά την διδασκαλία με χρήση και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων να είναι σε θέση να ερμηνεύουν τις μεταβολές που παρατηρούν στα παγετωνικά συστήματα αναφέροντας παραμέτρους μία εκ των οποίων είναι η κλιματική αλλαγή και, επιπλέον, να εξηγούν τη



συνεισφορά της τηλεπισκόπησης στη μελέτη των παγετώνων και στην ανίχνευση των μεταβολών που συμβαίνουν σε αυτούς.

2. Μεθοδολογία

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τις μεταβολές των παγετώνων είναι λίγες, ενώ έχουν μελετηθεί αντιλήψεις ενηλίκων σχετικά με τις παγετωνικές μεταβολές και τις επιπτώσεις που αναγνωρίζουν μέσω της άμεσης εμπειρικής σχέσης τους με το τοπικό περιβάλλον και την παρατήρησή του (Gagné et al. 2014). Ως τώρα, δεν έχουν διερευνηθεί αντιλήψεις μαθητών που έρχονται σε επαφή με τη θεματική «Κλιματική αλλαγή και παγετώνες» έμμεσα (μέσα δηλαδή από τα ΜΜΕ, τα βιβλία ή κάποια σχετικά ντοκιμαντέρ).

Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις μεταβολές των παγετώνων, ύστερα από δύο διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις με χρήση δορυφορικών εικόνων.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που εξυπηρετούσαν το σκοπό της έρευνας ήταν τα ακόλουθα: Αντιλαμβάνονται οι μαθητές των δύο διαφορετικών προσεγγίσεων μεταβολές στους παγετώνες; Αν ναι, τι είδους μεταβολές αντιλαμβάνονται και πού τις αποδίδουν/πώς τις ερμηνεύουν; Αντιλαμβάνονται τους παγετώνες ως συστήματα που επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες; Συνδέουν τις μεταβολές των παγετώνων με την κλιματική αλλαγή;

Η έρευνα εφαρμόστηκε στην Α΄ Γυμνασίου (n 63) σε τέσσερα τμήματα δύο σχολείων του κέντρου της Αθήνας (σχολικό έτος 2016–2017). Η τάξη επιλέχθηκε με κριτήριο την αναφορά της έννοιας του παγετώνα στο βιβλίο Γεωγραφίας. Το δείγμα ήταν βολικό (ευκολία πρόσβασης ερευνητών). Οι μαθητές δεν είχαν διδαχθεί συστηματικά από σχολικά εγχειρίδια για τους παγετώνες, ενώ δεν είχαν εργαστεί με δορυφορικές εικόνες. Επομένως, οι προϋπάρχουσες γνώσεις/δεξιότητες των μαθητών των ομάδων για τη συγκεκριμένη θεματική και τον τρόπο προσέγγισής της ήταν κοινές.

Λόγω του μικρού διαθέσιμου διδακτικού χρόνου (τέσσερις ώρες) ήταν αναγκαία η μείωση των αρχικά έξι προτεινόμενων ασκήσεων της ESA σε δύο. Επιλέχθηκε να πραγματοποιηθούν οι ασκήσεις «Κινούμενη εικόνα» και «Μέτρηση εμβαδού», καθώς κρίθηκε πως εξυπηρετούσαν καλύτερα τους διδακτικούς στόχους της ενότητας.

Προκειμένου οι διαδικασίες που θα διενεργούσαν οι μαθητές να είναι κατανοητές, πραγματοποιήθηκε σε κάθε διδασκαλία η ίδια εισαγωγική παρουσίαση - προσαρμοσμένη στο επίπεδό τους - για την τηλεπισκόπηση και τη χρησιμότητά της, τις δορυφορικές εικόνες, τα φασματικά κανάλια, τις εικόνες πραγματικών χρωμάτων (RGB) και τις ψευδέγχρωμες εικόνες.

Η διδασκαλία των παγετώνων ακολουθώντας αυστηρά την προσέγγιση της ESA πραγματοποιήθηκε σε 31 μαθητές (ομάδα ελέγχου). Το τροποποιημένο φύλλο εργασίας εφαρμόστηκε σε 32 μαθητές των ίδιων σχολείων (πειραματική ομάδα). Τα φύλλα εργασίας των δύο προσεγγίσεων εμπεριείχαν τις ίδιες δορυφορικές εικόνες των Άνδεων από το 1988 και το 2010 που διατίθενται από την ESA. Οι μαθητές επεξεργάστηκαν τις ίδιες δορυφορικές εικόνες χρησιμοποιώντας το λογισμικό LEOWorks 3. Καθεμία από τις προσεγγίσεις ολοκληρώθηκε σε τέσσερις διδακτικές ώρες.



Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ερώτηση ανοιχτού τύπου, που αξιολογήθηκε από δύο ειδικούς οι οποίοι, μετά από συζήτηση, πρότειναν διορθώσεις. Η ερώτηση εξυπηρετούσε τον διδακτικό στόχο «οι μαθητές μετά την διδασκαλία με χρήση και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων να είναι σε θέση να ερμηνεύουν τις μεταβολές που παρατηρούν στα παγετωνικά συστήματα αναφέροντας παραμέτρους μία εκ των οποίων είναι η κλιματική αλλαγή» που αναφέρθηκε παραπάνω.

Στους μαθητές δινόταν ένα διάγραμμα θερμοκρασιών/χρόνου και δορυφορικές εικόνες από διαφορετικές χρονολογίες. Στο υποερώτημα (i) οι μαθητές κατέγραφαν τις παρατηρήσεις τους με βάση τα δεδομένα και στο (ii) ερμήνευαν τα αίτια μεταβολών των παγετώνων. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών ήταν η ανάλυση περιεχομένου που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων από κείμενα (Krippendorff 2004).

3. Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις στο υποερώτημα (i) αναλύθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο το είδος της παρατηρούμενης μεταβολής. Οι κατηγορίες απαντήσεων των ομάδων ήταν όμοιες (υποχώρηση, προώθηση, άλλοτε προώθηση - άλλοτε υποχώρηση παγετώνων). Η πλειοψηφία παρατήρησε συρρίκνωση παγετώνων (15 μαθητές ομάδας ελέγχου, 20 πειραματικής).

Οι απαντήσεις στο υποερώτημα (ii) αναλύθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο τον παράγοντα (μονοπαραμετρική ερμηνεία) ή τους παράγοντες (πολυπαραμετρική ερμηνεία) που επικαλέστηκαν οι μαθητές ώστε να ερμηνεύσουν τις παρατηρήσεις τους (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Κατηγορίες ερμηνειών μεταβολών παγετώνων

Ερμηνεία μεταβολών		Ομάδα ελέγχου	Πειραματική ομάδα
Μονοπαραμετρική ερμηνεία			
Θερμοκρασία	Χωρίς διευκρίνιση μεταβολής	1	3
	Αύξηση	3	3
Κλιματική αλλαγή		7	2
Τοπικές συνθήκες (π.χ. εποχή)		5	3
Καταστροφή περιβάλλοντος		3	2
Λευκαύγεια (χωρίς αναφορά στον όρο)		1	-
Τρύπα όζοντος		1	1
Φαινόμενο θερμοκηπίου		-	1
Σύνολο		21	15
Πολυπαραμετρική ερμηνεία			
Φαινόμενο θερμοκηπίου-τρύπα όζοντος-αύξηση θερμοκρασίας		2	-
Φαινόμενο θερμοκηπίου-κλιματική αλλαγή-αύξηση θερμοκρασίας		-	2
Τρύπα όζοντος-κλιματική αλλαγή-τοπικές συνθήκες		1	-



Μόλυνση περιβάλλοντος–τρύπα όζοντος	1	-
Λευκαύγεια-κλιματική αλλαγή	-	2
Λευκαύγεια-αύξηση θερμοκρασίας	-	1
Σύνολο	4	5
Χωρίς ερμηνεία	6	12
ΣΥΝΟΛΟ	31	32

Οι περισσότεροι μαθητές χρησιμοποίησαν μονοπαραμετρική ερμηνεία, ενώ οι δύο ομάδες απέδωσαν τις μεταβολές των παγετώνων στις ίδιες αιτίες. Ωστόσο, μοναδική αιτία μεταβολών των παγετώνων για επτά μαθητές της ομάδας ελέγχου ήταν η κλιματική αλλαγή, ενώ για έξι μαθητές της πειραματικής ήταν οι θερμοκρασιακές μεταβολές. Όμοιος αριθμός μαθητών των ομάδων ερμήνευσε πολυπαραμετρικά τις μεταβολές των παγετώνων, ενώ όλες οι κατηγορίες που προέκυψαν στις ομάδες ήταν διαφορετικές. Ερμηνεία των μεταβολών των παγετώνων με ανάλυση του φαινομένου της λευκαύγειας επιχειρήθηκε μόνο από (τρεις) μαθητές της πειραματικής ομάδας.

4. Συμπεράσματα

Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις μεταβολές παγετώνων έπειτα από διδακτικές προσεγγίσεις με δορυφορικές εικόνες, η ένταξη των οποίων μπορεί να επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Raselimo 2016).

Οι αντιλήψεις μαθητών της πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν ομοιότητες και διαφορές συγκριτικά με της ομάδας ελέγχου. Οι περισσότεροι (35) μαθητές συνολικά αντιλαμβάνονται συρρίκνωση του παγετώνα. Σε αυτό πιθανό να βοήθησε η επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων που προσέφερε καλύτερη οπτικοποίηση του φαινομένου των μεταβολών στις δύο διδασκαλίες. Όμοιος αριθμός μαθητών των δύο ομάδων ερμήνευσε τις μεταβολές των παγετώνων πολυπαραμετρικά. Ωστόσο, 28 μαθητές συνολικά δεν αντιλαμβάνονται συρρίκνωση του παγετώνα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν πως παρόλο που προηγήθηκε εισαγωγική παρουσίαση γύρω από την τηλεπισκόπηση, οι μαθητές δεν έχουν εκπαιδευτεί συστηματικά στην ανάγνωση δορυφορικών εικόνων (Γαλάνη 2016). Είναι επομένως πιθανό να μην έχουν αντιληφθεί τι ακριβώς απεικονίζει κάθε δορυφορική εικόνα ή σε ποια χρονολογία αντιστοιχεί.

Το γεγονός ότι για την ομάδα ελέγχου, ο μοναδικός και συχνότερα επικαλούμενος παράγοντας που επηρεάζει τους παγετώνες είναι η κλιματική αλλαγή, ενώ για την πειραματική οι θερμοκρασιακές μεταβολές ίσως οφείλεται στο ότι στην προσέγγιση της ESA ο όρος που χρησιμοποιείται περισσότερο για την ερμηνεία του φαινομένου είναι η «κλιματική αλλαγή», ενώ στα τροποποιημένα φύλλα εργασίας επιχειρήθηκε η συστημική αντιμετώπισή του, συμπεριλαμβάνοντας άλλους παράγοντες (θερμοκρασιακές μεταβολές, φαινόμενο λευκαύγειας, κλπ.).

Η ερμηνεία των μεταβολών παγετώνων ενδεχομένως να βελτιωνόταν στην πειραματική ομάδα αν η προσέγγιση εφαρμοζόταν σε περισσότερες διδακτικές ώρες, καθώς περιλάμβανε περαιτέρω ανάλυση εννοιών συγκριτικά με της ESA.

Όσον αφορά την πολυπαραμετρική ερμηνεία, μόνο μαθητές της πειραματικής ομάδας αντιλαμβάνονται το φαινόμενο της λευκαύγειας ως παράγοντα που επηρεάζει τους παγετώνες, γεγονός που πιθανώς οφείλεται σε βαθύτερη ανάλυσή του στα τροποποιημένα φύλλα εργασίας.



Οι ερευνητές προτίθενται σε μελλοντική έρευνα να προβούν σε βελτιώσεις του τροποποιημένου υλικού της ESA αξιοποιώντας τις δυνατότητες των δορυφορικών εικόνων, με σκοπό να δημιουργήσουν υλικό που θα οδηγήσει στην πολυπαραγοντική προσέγγιση των μεταβολών των παγετώνων από τους μαθητές. Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η διδασκαλία με δορυφορικές εικόνες καθιστά αναγκαία την επιμόρφωση εκπαιδευτικών σχετικά με την τηλεπισκόπηση, τις εφαρμογές της, τα λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς και τις ιστοσελίδες από όπου μπορεί να αντληθεί σχετικό υλικό.

5. Βιβλιογραφία

Γαλάνη, Λ. (2016). Προεκτείνοντας τα Προγράμματα Σπουδών Γεωγραφίας με τη χρήση δορυφορικών εικόνων – Προτάσεις. *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σ. 884-891), Θεσσαλονίκη: ΕΝΕΦΕΤ.

Καρατζά, Α., Γαλάνη, Α. & Κουτρομάνος, Γ. (2017). Η ένταξη των ψηφιακών τεχνολογιών μέσω των δορυφορικών εικόνων στο σχολείο: Αξιολόγηση του σχεδίου εργασίας της ESA «Κλιματική αλλαγή και παγετώνες» - Προτάσεις. *5ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία*, Αθήνα.

Παρχαρίδης, Ι. (2015). *Αρχές Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/11419/3961>.

Deng, M., Zhang, H., Mao, W., & Wang, Y. (2011). Public perceptions of cryosphere change and the selection of adaptation measures in the Ürümqi River Basin. *Advances in Climate Change Research*, 2(3).

Dransfeld, S., Lichtenegger, J., Sorensen, P.B., Sarti, F., Serban, F., Kalogirou, V., & Stewart, C. (2009). LEOWorks for teaching Earth observation - Current state and future upgrades. *33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment*, 1390–1392.

Edelson, D.C. (2012). *Geo-education: Preparation for 21st-century decisions*. Ανακτήθηκε από <http://education.nationalgeographic.com>.

ESA http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/ (ανακτήθηκε στις 10.11.2018).

Gagné, K., Rasmussen, M.B., & Orlove, B. (2014). Glaciers and society: attributions, perceptions, and valuations. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 5(6), 793-808.

Klonari, A. & Likouri, A.A. (2015). The relation of multiple intelligences and spatial perception with performance in geography education. In *GI-Forum-Journal for Geographic Information Science*, 1, (pp. 359-362).

Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. SAGE, Thousand Oaks.

Raselimo, M. (2016). Situating the Lesotho secondary school geography in curriculum relevance debate. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 1–14.



Διερεύνηση βελτίωσης των χωρικών ικανοτήτων σε φοιτητές μέσω χρήσης ψηφιακών εφαρμογών χωρικής απεικόνισης

Γεράσιμος Κωνσταντακάτος¹, Λία Γαλάνη², Κωνσταντίνος Σκορδούλης³

¹Ε.Δι.Π., Τμήμα Εκπαιδευτικών Πολιτικών Μηχανικών, Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε, gkonstantakatos@aspete.gr

²Επίκουρη Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ, ligalani@primedu.uoa.gr

³Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ, kskordul@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η συμβολή της χρήσης ψηφιακών εφαρμογών δισδιάστατης και τρισδιάστατης απεικόνισης στην εξέλιξη χωρικών ικανοτήτων που σχετίζονται με το μέγεθος (διαστάσεις, επιφάνεια) και τη λειτουργικότητα του χώρου, σε φοιτητές του Τμήματος Εκπαιδευτικών Πολιτικών Μηχανικών της Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε που προορίζονται να διδάξουν το μάθημα Τεχνολογία στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Η διερεύνηση έγινε με τον σχεδιασμό και την εφαρμογή διδακτικής προσέγγισης διάρκειας 13 εβδομάδων, με τίτλο «Μελετώ και σχεδιάζω τον δικό μου παιδικό σταθμό». Μέσα από την έρευνα φάνηκε ότι η χρήση της τρισδιάστατης ψηφιακής απεικόνισης σε σύγκριση με την δισδιάστατη συμβάλει θετικά στην ανάπτυξη των ικανοτήτων της χωρικής απεικόνισης και της χωρικής αντίληψης (αύξηση ποσοστών κατά 39,4% και 19,2% αντίστοιχα).

Λέξεις κλειδιά: χωρικές ικανότητες, χωρική απεικόνιση, χωρική αντίληψη

Investigation of the development of spatial abilities in students through the use of digital spatial visualization applications

Gerasimos Konstantakatos¹, Lia Galani², Constantine (Kostas) Skordoulis³

¹LTS, Dep. of Civil Engineering Educators, ASPETE gkonstantakatos@aspete.gr

²Assi.Professor, Dep. of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens, ligalani@primedu.uoa.gr

³Professor, Dep. of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens, kskordul@primedu.uoa.gr

Abstract

This paper explores the contribution of the use of two-dimensional and three-dimensional digital representations in the development of spatial abilities concerning the size (dimensions, area) and the functionality of the space, to students of the Department of Civil Engineering Educators of ASPAITE intended to teach the lesson of Technology in the Secondary Education. The research was conducted through the design and the implementation of a 13-week teaching titled "Investigating and designing a kindergarten". The results of the research prove the positive contribution of 3D compared to the 2D digital representations (an improvement of 39.4% and 19.2% respectively) to the development of spatial visualization and spatial perception.

Keywords: spatial ability, spatial visualization, spatial perception



1. Εισαγωγή

Οι όροι χωρική αντίληψη και χωρική απεικόνιση απαντώνται συχνά όχι μόνο στη γεωγραφική εκπαίδευση αλλά και σε άλλες επιστήμες που ασχολούνται ή εμπλέκονται με το χώρο, είναι δε ζητούμενα για την καλλιέργεια χωρικά εγγράμματος πολιτών. Ο όρος χωρική αντίληψη αναφέρεται στην ικανότητα προσδιορισμού των χωρικών σχέσεων με βάση τις υπάρχουσες πληροφορίες στο περιβάλλον, σχέσεων που αφορούν το σχήμα και το μέγεθος των αντικειμένων, την μεταξύ τους απόσταση, τη θέση ή το βάθος αλλά και τον προσανατολισμό αυτών των αντικειμένων σε σχέση με το άτομο που τα αντιλαμβάνεται (Linn & Peterson 1985). Ο όρος χωρική απεικόνιση αναφέρεται στην ικανότητα χειρισμού πολύπλοκων χωρικών πληροφοριών στην διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος (Sjölander 1998). Πολλές εμπειρικές έρευνες αναφέρουν ότι η κατάλληλη χρήση τρισδιάστατων αναπαραστάσεων μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορεί να βελτιώσει και να ενισχύσει την χωρική ικανότητα των μαθητών (McClurg et al. 1996, La Ferla, et al. 2009, Kurtuluş 2011). Η χρήση ψηφιακών εργαλείων απεικόνισης στην εκπαίδευση αναπτύσσει την χωρική σκέψη, καθώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται καλύτερα το χώρο μελέτης, πράγμα που δεν είναι πάντα εφικτό με τις ανθρώπινες αισθήσεις (Γαλάνη & Ρόκκα 2016), ενώ η σχετική και απόλυτη θέση ενός τόπου προσδιορίζονται ακριβέστερα. Ο χώρος, το περιβάλλον, προσφέρει ερεθίσματα, προβάλλει ομοιότητες και επαναλήψεις οι οποίες βοηθούν στο σχηματισμό νοητικών εικόνων και στη δημιουργία εννοιών μέσα από τις διαδικασίες της ομαδοποίησης και κατηγοριοποίησης (Λαμπρινός, 2015). Οι μαθητές αποκτούν καλύτερη εποπτεία ενός χώρου, καθώς οπτικοποιούνται τα πρότυπα και οι κατανομές του και η κλίμακα γίνεται πολύ πιο μετρήσιμο μέγεθος (Κλωνάρη κ.ά. 2015).

Η οπτική της ρεαλιστικότητας για έννοιες, φαινόμενα και καταστάσεις μέσω τρισδιάστατων μοντελοποιήσεων είναι κοντά στην πραγματικότητα. Έτσι, αναπτύσσονται καλύτερα οι συλλογισμοί και κατανοούνται οι επιστημονικές έννοιες (De Jong & Van Joolingen, 2008). Από το πλήθος των ψηφιακών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για ψηφιακές αναπαραστάσεις, στην παρούσα έρευνα αξιοποιήθηκαν για τις μεν δισδιάστατες αναπαραστάσεις η εφαρμογή Autocad της Autodesk, για τις δε τρισδιάστατες η εφαρμογή Sketchup της Google.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθεί αν και σε τι ποσοστό, οι σε τρεις διαστάσεις ψηφιακές αναπαραστάσεις βελτιώνουν την ικανότητα χωρικής αντίληψης και τη χωρική απεικόνιση σε σύγκριση με τις αναπαραστάσεις σε δυο διαστάσεις που οι φοιτητές είχαν ήδη διδαχθεί. Πιο συγκεκριμένα, η ικανότητα της χωρικής αντίληψης αξιολογήθηκε με κριτήριο την απόδοση του μεγέθους των χώρων που σχεδιάστηκαν (διαστάσεις, επιφάνεια) (Linn & Peterson 1985), ενώ η ικανότητα της χωρικής απεικόνισης αξιολογήθηκε με κριτήριο την λειτουργικότητα των χώρων (Sjölander 1998). Στην έρευνα που έγινε κατά το χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2017/2018, συμμετείχαν συνολικά 66 φοιτητές/τριες του 3^{ου} έτους του Τμήματος Εκπαιδευτικών Πολιτικών Μηχανικών της Α.Σ.ΠΑΙΤ.Ε., 26 φοιτητές και 40 φοιτήτριες, στο πλαίσιο του εργαστηριακού μαθήματος «Γενική Τεχνολογία». Η διδακτική προσέγγιση υλοποιήθηκε σε χρονικό διάστημα δεκατριών δίωρων μαθημάτων. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ως μέσα συλλογής δεδομένων, η αρχική ψηφιακή αναπαράσταση σε δυο διαστάσεις στο Autocad και η τελική ψηφιακή αναπαράσταση σε τρεις διαστάσεις στο Sketch up. Το διδακτικό μοντέλο που εφαρμόστηκε κατά τη διάρκεια των 13 μαθημάτων, ήταν η μάθηση μέσω σχεδιασμού (Learning through Design) (Newstetter 2000). Η διαδικασία εφαρμογής εστιάζει στα ακόλουθα βήματα: ορισμός του έργου, ιδέα, προτυποποίηση, έλεγχος (Ψυχάρης & Καλοβρέκτες 2018).



Το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης εξελίχθηκε ως εξής:

1^ο εργαστηριακό μάθημα (ΕΜ): Ανάθεση εργασίας με τίτλο: «Μελετώ και σχεδιάζω τον δικό μου παιδικό σταθμό συνολικής επιφανείας 250 τ.μ. εφαρμόζοντας τους περιορισμούς του ΦΕΚ 1157/4-4» (Πίνακας 1),

2^ο-4^ο ΕΜ: Σχεδίαση με χρήση του προγράμματος Autocad σε δυο διαστάσεις,

5^ο-7^ο ΕΜ: Εκμάθηση και εξοικείωση των φοιτητών με το λογισμικό Sketchup,

8^ο-13^ο ΕΜ: Σχεδίαση με χρήση του προγράμματος Sketchup σε τρεις διαστάσεις.

Η σχεδίαση διενεργήθηκε αποκλειστικά στο εργαστήριο, σε ατομικό υπολογιστή και ίδια χρονική διάρκεια για κάθε συμμετέχοντα. Οι ερευνητές παρατήρησαν τα υποκείμενα της έρευνας σημειώνοντας τις σχεδιαστικές ενέργειες που πραγματοποιούσαν ενώ καμία υπόδειξη ή παρέμβαση στο σχεδιαστικό μέρος δεν έγινε κατά την διάρκεια των εργαστηριακών μαθημάτων.

Πίνακας 1: Απαιτούμενες ελάχιστες επιφάνειες και διαστάσεις

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.		ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ: 15 ΝΗΠΙΩΝ	
ΧΩΡΟΙ	ΚΑΘΑΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ (τ.μ.)	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΑ (Μ)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Α. ΥΠΟΔΟΧΗ - ΔΙΟΙΚΗΣΗ			
1. Είσοδος-Αναμονή	12,00	2,40	
2. Γραφείο Δ/νσης	7,00	2,40	
3. Γραφείο πολλαπλών χρήσεων	9,00	2,40	Απαιτείται για ΠΣ με > 30 νήπια.
4. Χώρος προσωπικού	7,00	2,20	Απαιτείται για ΠΣ με > 6-7 άτομα προσωπικό.
5. Μόνωση	6,00	1,80	Απαιτείται για Π.Σ με >35 νήπια.
6. WC/DS προσωπικού - κοινού	6,00	-	
Β. ΧΩΡΟΙ ΝΗΠΙΩΝ			
1. Αίθουσα Απασχόλησης Νηπίων	1,80 τ.μ./ νήπιο	3,60	Ελαχ. επιφάνεια αίθουσας ή όμορων χώρων 25,00 τ.μ. όταν χρησιμοποιείται και σαν τραπεζαρία
	2,00 τ.μ./ νήπιο	3,60	
2. Αίθουσα Ύπνου Νηπίων	1,70 τ.μ /θέση ύπνου	3,00	1 θέση ύπνου / 4-5 νήπια. Ελαχ. επιφάνεια αίθουσας 9,00 τ.μ.
3. Τραπεζαρία	1,40τ.μ. / νήπιο	3,00	Χώρος προαιρετικός ελαχ. επιφάνεια αίθουσας 15,00 τ.μ.
4. Χώρος WC/Λουτρού Νηπίων	12,00	-	
Γ. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ			
1. Κουζίνα	8,00	2,20	Ελαχ. επιφ. όταν δεν παρασκευάζεται φαγητό.
2. Αποθήκη Τροφίμων	3,00	-	Απαιτείται όταν παρασκευάζεται φαγητό.
3. Πλυντήριο (σιδερωτήριο)	7,00	2,20	
4. Ακάθαρτα και είδη καθαριότητας	3,00	-	Άμεση βοηθητική έξοδος.
5. Γενική αποθήκη	5,00	-	
6. Λεβητοστάσιο	-	-	Ανάλογα με σύστημα θέρμανσης.



3. Αποτελέσματα

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν, ως μέσα συλλογής δεδομένων, η αρχική (σε δυο διαστάσεις στο autocad) και η οριστική πρόταση (σε τρεις διαστάσεις στο sketch up) που σχεδίασαν οι φοιτητές. Τα συγκεκριμένα χωρικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της χωρικής αντίληψης με κριτήριο την επίτευξη του περιορισμού που ορίστηκε (μέγιστη επιφάνεια 250 τ.μ.) και την τήρηση των χωρικών προδιαγραφών σύμφωνα με το ΦΕΚ 1137/4-4/2017. Ελέγχθηκε η σχεδιαστική πρόταση ως προς την πραγματοποίηση των σχέσεων που αφορούν το σχήμα, το μέγεθος, την απόσταση, τη θέση αλλά και τον προσανατολισμό των χώρων που σχεδιάστηκαν, και της χωρικής απεικόνισης με κριτήριο το σχεδιαστικό αποτέλεσμα, που απαιτούσε την ικανότητα χειρισμού πολύπλοκων χωρικών πληροφοριών στην διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος, η σωστή λύση του οποίου προϋποθέτει τον συνδυασμό χωρικών (προτεινόμενους χώρους) και μη χωρικών δεδομένων (χρήση χώρου, χρήστες, λειτουργικότητα). Για την εξαγωγή στατιστικών αποτελεσμάτων η αξιολόγηση των σχεδιαστικών προτάσεων σε δυο (2d) και τρεις διαστάσεις (3d) έγινε με βαθμό 1 για την ικανοποίηση των παραπάνω κριτηρίων και 0 για την μη ικανοποίησή τους.

Τα αποτελέσματα της έρευνας για το σύνολο των φοιτητών/τριών έδειξαν:

Βελτίωση της ικανότητας της χωρικής αντίληψης με κριτήριο το μέγεθος κατά 19,2%,

Βελτίωση της ικανότητας της χωρικής απεικόνισης με κριτήριο την λειτουργικότητα κατά 39,4%,

Τροποποίηση του αρχικού σχεδιασμού κατά 15,2% όταν προστέθηκε η τρίτη διάσταση και κατά 24,2% όταν εισήγαγαν πρότυπα τρισδιάστατα αντικείμενα (τραπέζι, καρέκλες, κ.ά.).

Προσπαθώντας να διακρίνουμε αν υπάρχει συσχέτιση του φύλου με την βελτίωση των χωρικών ικανοτήτων τα αποτελέσματα έδειξαν για τις φοιτήτριες:

Βελτίωση της ικανότητας της χωρικής αντίληψης με κριτήριο το μέγεθος κατά 22,5%,

Βελτίωση της ικανότητας της χωρικής απεικόνισης με κριτήριο την λειτουργικότητα κατά 47,5%,

ενώ για τους φοιτητές:

Βελτίωση της ικανότητας της χωρικής αντίληψης με κριτήριο το μέγεθος κατά 11,60%,

Βελτίωση της ικανότητας της χωρικής απεικόνισης με κριτήριο την λειτουργικότητα κατά 26,90%.

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι φοιτητές/τριες βελτίωσαν τις χωρικές τους ικανότητες (χωρική αντίληψη και χωρική απεικόνιση) ως προς τα κριτήρια που αξιολογήθηκαν. Η βελτίωση που καταγράφηκε στην ικανότητα της χωρικής απεικόνισης σε σύγκριση με την χωρική αντίληψη ήταν σχεδόν διπλάσια. Φαίνεται ότι η τρίτη διάσταση δεν επηρέασε τόσο τις αρχικές τους σκέψεις και υπολογισμούς για τον προσδιορισμό των επιφανειών (κριτήριο χωρικής αντίληψης) αλλά τον τρόπο που συνδέεται ο χώρος με την χρήση του και την λειτουργικότητα του (κριτήριο χωρικής απεικόνισης). Η τοποθέτηση τρισδιάστατων αντικειμένων στο χώρο φαίνεται ότι επηρεάζει σημαντικά τον τρόπο που οι χρήστες τον αντιμετωπίζουν. Ο παράγοντας φύλο έδειξε μικρή βελτίωση των φοιτητών στις χωρικές ικανότητες που εξετάστηκαν έναντι των φοιτητριών. Αυτό φαίνεται λογικό αφού χωρικές ικανότητες των φοιτητών ήταν σε καλύτερο επίπεδο εξ αρχής επιβεβαιώνοντας παλαιότερη μελέτη που δίνει πλεονέκτημα χωρικών ικανοτήτων στους άρρενες (Masters & Sanders 1993). Παράλληλα αποδεικνύει



ότι η άσκηση σε συγκεκριμένα γνωστικά πεδία έχει θετικά αποτελέσματα ανεξαρτήτως φύλου, με τα άτομα που έχουν ασκηθεί λιγότερο να σημειώνουν καλύτερα αποτελέσματα. Ως προς την συνεισφορά της εφαρμογής Sketch up στο χωρικό γραμματισμό, από τις παρατηρήσεις των ερευνητών κατά τη διάρκεια των μαθημάτων διαπιστώθηκε ότι οι χρήστες είχαν θετική ανταπόκριση, συζήτηση και προβληματισμό για τον σχεδιασμό των χώρων, αφού έβλεπαν άμεσα τις ιδέες τους να μετατρέπονται σε 3D αναπαραστάσεις. Η παραπάνω παρατήρηση επιβεβαιώνει παλαιότερες έρευνες οι οποίες τονίζουν ότι ο σχεδιασμός με χρήση Sketchup έχει θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων (Kurtulus 2010) ενθαρρύνει το διάλογο, τη συνεργασία, τη δημιουργικότητα, ενώ, υποδεικνύοντας την πολυπλοκότητα του χώρου και την ανάγκη σχεδιασμού του, αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την εισαγωγή σε μεταγενέστερο χρόνο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην Εκπαίδευση, (Galani 2015). Ως συνέχεια της παρούσας εργασίας, θα άξιζε να διερευνηθεί στο μέλλον η συμβολή στην ανάπτυξη χωρικών ικανοτήτων λογισμικών τρισδιάστατης μοντελοποίησης και τρισδιάστατης εκτύπωσης, τόσο στην τριτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

5. Βιβλιογραφία

Γαλάνη, Α. & Ρόκκα, Α. (2016). *Η διδασκαλία της Γεωγραφίας με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή*, Gutenberg, ISBN 978-960-01-1743-1.

Κλωνάρη Αικ., Μανδρίκας Αχ., Καραμπάτσα Αθ., Χαλκίδης Άνθ., Μελίστα Αν. & Τζουρά Μ. (2015). "Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Γεωγραφίας Δημοτικού – Γυμνασίου και Προτεινόμενο Εκπαιδευτικό Υλικό", Πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες", Ρόδος, σελ. 161-171.

Λαμπρινός, Ν. (2015). Οι τεχνολογίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) ως εργαλεία υποστήριξης της χωρικής σκέψης στο Δημοτικό Σχολείο, στο Χαρτογραφίες Νου, Ψυχής και Γνώσης, Αφιέρωμα στον Ομότιμο Καθηγητή Μύρωνα Μυρίδη Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, ΑΠΘ, σελ. 777-790.

Ψυχάρης, Σ. & Καλοβρέκτης, Κ. (2018). *Διδακτική & Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ*. Αθήνα, Εκδόσεις: Τζόλα.

ΦΕΚ 1157/4-4/2017 (Καθορισμός προϋποθέσεων για άδεια ίδρυσης και λειτουργίας Μονάδων Φροντίδας, Προσχολικής Αγωγής και Διαπαιδαγώγησης).

Baki, A., Kosa, T. & Guven, B. (2009). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Education Technology*. Online ISSN: 1467-8535

Galani, L. (2015) "Redesign the school yard using Google SketchUp: a pilot project", *International Journal of Research in Education Methodology*, Vol. 7, No. 2, 1101-111-, ISSN 2278-7690

Kurtulus, A. (2011). Effect of computer-aided perspective drawings on spatial orientation and perspective drawing achievement. *Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*. 10 (4), 138-147.

Kurtulus, A. & Uygan, C. (2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. *World Conference on Learning, Teaching and Administration*. 384–389. Cairo, Egypt: Elsevier Ltd.

La Ferla, V., Olkun, S., Akkurt, Z., Alibeyoğlu, M.C., Gonulates, F.O. & Accascina, G. (2009). An international comparison of the effect of using manipulatives on middle grades students' understanding of three dimensional



buildings. *Proceedings of the 9th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 9)*. University of Metz, France, July 6-9.

Linn, M. & Petersen, A. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A Meta-analysis. *Child Development*. 56, 1579-1498.

Masters, M. S., & Sanders, B. (1993). "Is the gender difference in mental rotation disappearing?" *Behavior Genetics*. 23, 337-341.

McClurg, P., Lee, J., Shavaliar M. & Jacobsen, K. (1996). Exploring children's spatial visual thinking in an HyperGami environment. *Educational Resources Information Center*. ED408976, 257-266

Newstetter, W. (2000). "Bringing design knowledge and learning together". In C. Eastman, W. Newstetter, & M. McCracken (Eds.), *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*. New York: Elsevier Science Press.

Sjölander, M. (1998). "Spatial Cognition and Environmental Descriptions". In Dahlbäck, Nils (ed.), *Exploring Navigation: Towards a Framework for Design and Evaluation of Navigation in Electronic Spaces*. SICS Technical Report T98:01.



Διερεύνηση των Δυσκολιών Κατά την Αξιοποίηση των Αισθητήρων των Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδασκαλία της Φυσικής

Παναγιώτης Λάζος¹, Αλέξανδρος Κατέρης², Παύλος Τζαμαλής³, Σεραφείμ Τσούκος⁴, Αθανάσιος Βελέντζας⁵

¹ΕΚΦΕ Ηλιούπολης, ²2ο Πειραματικό Γενικό Λύκειο Αθηνών, ³Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ⁴2ο Πειραματικό Γυμνάσιο Αθηνών, ⁵ΣΕΜΦΕ - ΕΜΠ

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο πλαίσιο ευρύτερης έρευνας σχετικά με τις δυσκολίες που προκύπτουν κατά την εκτέλεση πειραμάτων, στο σχολικό εργαστήριο των φυσικών επιστημών (ΦΕ), με χρήση των αισθητήρων των έξυπνων κινητών συσκευών (ΕΚΣ). Συγκεκριμένα, διερευνώνται και παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις σε αποτελέσματα πειραμάτων όσο και άλλες πιθανές «τεχνικές» δυσκολίες που προκύπτουν κατά τη λήψη μετρήσεων με τους αισθητήρες ήχου και φωτός των ΕΚΣ, οι οποίες οφείλονται στο γεγονός ότι οι μαθητές διαθέτουν ποικιλία ΕΚΣ (διαφορετικοί κατασκευαστές, μοντέλα και λογισμικά). Συζητούνται και προτείνονται τρόποι για την υπέρβαση αυτών των εμποδίων.

Λέξεις-κλειδιά: Κινητά τηλέφωνα, Αισθητήρας φωτός, Αισθητήρας ήχου, Σχολικό εργαστήριο.

Investigating Difficulties When Using Sensors of Mobile Devices in Teaching Physics

Panagiotis Lazos¹, Alexandros Kateris², Pavlos Tzamalīs³, Serafeim Tsoukos⁴, Athanasios Velentzas⁵

¹Laboratory Center of Natural Sciences of Ilioupolis, ²2nd Experimental Lyceum of Athens, ³Agricultural University of Athens, ⁴2nd Experimental Junior High School of Athens, ⁵National Technical University of Athens

Abstract

The present work is part of a wider study on the difficulties encountered during experimenting in the school science lab by using sensors of “smart” mobile devices (MDs). Specifically, we investigate experimental data differences and other possible “technical” difficulties during measuring sound and light using MD sensors, caused by the fact that students have a great variety of MDs (different models and software). Ways to overcome these obstacles are discussed and proposed.

Keywords: Mobile devices, Light sensor, Sound sensor, School lab.



1. Εισαγωγή

Από τα τέλη του προηγούμενου αιώνα παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας για την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας στην εκπαίδευση. Τα τελευταία χρόνια, ένα μεγάλο μέρος αυτού του ενδιαφέροντος εντοπίζεται στις δυνατότητες χρήσης των κινητών τηλεφώνων και των ταμπλετών στη διδακτική πράξη (Zacharia et al. 2016). Αυτές οι έξυπνες κινητές συσκευές (ΕΚΣ) διαθέτουν αισθητήρες, που είναι απαραίτητοι για τη σωστή λειτουργία τους, οι οποίοι μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία και ειδικότερα στο εργαστήριο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) (Gonzalez and Gonzalez 2016, Iliaki et al. 2018, Βελέντζας κ.α. 2017). Η χρήση των ΕΚΣ στο εργαστήριο των ΦΕ μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα καθώς οι συσκευές αυτές διαθέτουν το πλεονέκτημα της φορητότητας, είναι πολύ οικείες στους μαθητές και συνεπώς οι τελευταίοι μπορούν εύκολα να κάνουν μετρήσεις και να λαμβάνουν δεδομένα σε «πραγματικό» χρόνο» και με μεγάλο ρυθμό δειγματοληψίας, ενώ επιπλέον έχουν την δυνατότητα της εκ των υστέρων ανασκόπησης και περαιτέρω επεξεργασίας αυτών των δεδομένων μέσω της διασύνδεσής τους με άλλες συσκευές και τον παγκόσμιο ιστό (Kearney et al. 2012, Klein et al. 2014). Στην βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές προτάσεις αξιοποίησης των αισθητήρων των ΕΚΣ στην πειραματική διδασκαλία των ΦΕ (για παράδειγμα Kuhn & Vogt 2013) και για τους παραπάνω λόγους θεωρούμε ότι έχει αξία για την εκπαιδευτική κοινότητα η διεύρυνση της έρευνας σε αυτόν τον τομέα, παρόλο που στην Ελλάδα προς το παρόν υπάρχει απαγόρευση χρήσης των ΕΚΣ στο σχολείο και είναι θολό το τοπίο σχετικά με την «νόμιμη» δυνατότητα της καθαρά εκπαιδευτικής τους αξιοποίησης. Επίσης, κατά την άποψή μας, έχει ενδιαφέρον να ερευνηθούν οι «τεχνικές» δυσκολίες που πιθανώς προκύπτουν από την εφαρμογή των προτάσεων της διεθνούς βιβλιογραφίας στο επίπεδο της τάξης κατά τη χρήση των ΕΚΣ από τους μαθητές. Αυτές οι «τεχνικές» δυσκολίες μπορεί να οφείλονται αφενός μεν στην ευχέρεια χρήσης των ΕΚΣ από τους χρήστες-μαθητές και αφετέρου σε διαφοροποιήσεις μεταξύ ΕΚΣ λόγω διαφοράς κατασκευαστών, μοντέλων, λογισμικών που χρησιμοποιούν (iOS, android), καθώς και μεταξύ των εφαρμογών (Apps) που αξιοποιούν τους αισθητήρες.

Πράγματι, σε προηγούμενη έρευνά μας (Τσούκος κ.α. 2018) καταγράψαμε τους τύπους των κινητών τηλεφώνων από 1083 μαθητές και βρέθηκε ότι αυτά έχουν αρκετούς διαφορετικούς κατασκευαστές και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία στους τύπους. Καταγράφηκαν, τουλάχιστον (λόγω κάποιων ασαφών απαντήσεων), 24 διαφορετικές εταιρείες και 280 διαφορετικά μοντέλα. Συνεπώς, μια πρώτη διερεύνηση σχετικά με τις προαναφερόμενες δυσκολίες θα αποτελούσε ο έλεγχος του κατά πόσο υπάρχει πιθανή διαφοροποίηση σε αποτελέσματα πειραμάτων στα οποία γίνεται χρήση αισθητήρων εξαιτίας της ποικιλίας των ΕΚΣ. Τρεις αισθητήρες που κατά κόρον αξιοποιούνται σε προτάσεις για τον πειραματισμό των μαθητών στο πλαίσιο των μαθημάτων των ΦΕ είναι ο αισθητήρας επιτάχυνσης, ο αισθητήρας ήχου και ο αισθητήρας φωτός. Σε προηγούμενη εργασία μας (Τσούκος κ.α. 2018) ερευνήσαμε την περίπτωση του αισθητήρα επιτάχυνσης ενώ στην παρούσα, παρουσιάζεται η έρευνά μας για την περίπτωση των αισθητήρων ήχου και φωτός. Συγκεκριμένα, διερευνώνται τόσο πιθανές διαφοροποιήσεις σε αποτελέσματα πειραμάτων, όσο και άλλες πιθανές «τεχνικές» δυσκολίες που προκύπτουν κατά την λήψη μετρήσεων χρόνου με τον αισθητήρα ήχου και φωτεινότητας με τον αισθητήρα φωτός των ΕΚΣ, εξαιτίας του γεγονότος ότι σε μια σχολική τάξη οι μαθητές διαθέτουν ποικιλία διαφορετικών μεταξύ τους ΕΚΣ.

2. Μεθοδολογία



Η επιλογή των κινητών τηλεφώνων έγινε μέσω ερωτηματολογίου, όπως περιγράφεται σε προηγούμενη έρευνα για τον αισθητήρα της επιτάχυνσης (Τσούκος, κ.α. 2018), προκειμένου να εντοπιστούν τα πλέον δημοφιλή μεταξύ των μαθητών τηλέφωνα ώστε να προσεγγίσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα την κατάσταση που θα συναντήσει ένας εκπαιδευτικός που θα επιχειρήσει να χρησιμοποιήσει τις ΕΚΣ των μαθητών σε μια πραγματική τάξη. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα τηλέφωνα που χρησιμοποιήσαμε στην παρούσα μελέτη φροντίσαμε να υπάρχουν τόσο κινητά τηλέφωνα με λειτουργικό Android (6 συσκευές) όσο και κινητά με λειτουργικό iOS (2 συσκευές).

Ένα δεύτερο σημείο στο οποίο χρησιμοποιήσαμε την ίδια μεθοδολογία με την έρευνα για τον αισθητήρα της επιτάχυνσης (Τσούκος, κ.α. 2018) ήταν αυτό της επιλογής των εφαρμογών (Apps) που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκέντρωση και επεξεργασία των δεδομένων. Εκτός του ότι επιλέξαμε όπου αυτό ήταν δυνατόν την ίδια εφαρμογή, εφόσον ήταν διαθέσιμη για όλα τα κινητά τηλέφωνα, θέσαμε ως επιπλέον προϋποθέσεις η εφαρμογή να διατίθεται δωρεάν, να επιτρέπει την επεξεργασία των δεδομένων πάνω στην οθόνη της συσκευής, αλλά και την προσωρινή αποθήκευση και εκ των υστέρων εξαγωγή τους με σκοπό την πληρέστερη επεξεργασία τους. Ειδικότερα για την περίπτωση του αισθητήρα του ήχου, και για τεχνικούς λόγους, επιλέξαμε εφαρμογές που είχαν τη δυνατότητα καταγραφής σχετικά μεγάλων χρονικών διαστημάτων.

Εικόνα 1: Η διάταξη των κινητών τηλεφώνων γύρω από τον μετρονόμο προκειμένου να γίνουν οι μετρήσεις του χρονικού διαστήματος μεταξύ συγκεκριμένου αριθμού χτυπημάτων του



Για τη μέτρηση χρόνου με τη βοήθεια του μικροφώνου υπήρχε η δυνατότητα για μια ποικιλία πειραμάτων με βάση τα οποία θα μπορούσαμε να κρίνουμε την αξιοπιστία και την ακρίβεια του αισθητήρα. Ενδεικτικά αναφέρονται πειράματα καταγραφής διακροτήματος που δημιουργείται από δύο ηχητικές πηγές παρόμοιας συχνότητας (Kuhn, et. al. 2014), η μέτρηση του χρονικού διαστήματος της πτώσης μιας σφαίρας με καταγραφή των ήχων εκτόξευσης και πρόσκρουσης και ο υπολογισμός στη συνέχεια της τιμής της επιτάχυνσης της βαρύτητας g , κ.ο.κ. Καθώς σε κάθε περίπτωση το κρίσιμο είναι η καταγραφή των χρονικών στιγμών στις οποίες παράγεται ένας ήχος, αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε ένα μετρονόμο, που έχει την ιδιότητα να «χτυπά» με σταθερή περίοδο με σκοπό να τη μετρήσουμε. Η επιλογή αυτή είχε ως βασικό πλεονέκτημα, ότι ήταν γνωστή η περίοδος που επιδιώκαμε να μετρήσουμε, άρα μπορούσαμε να έχουμε ένα αντικειμενικό μέτρο της ακρίβειας της μέτρησής. Η διάταξη που επιλέχτηκε



ήταν να τοποθετήσουμε τα κινητά σε κύκλο γύρω από το μετρονόμο (Εικόνα 1), ώστε να μειώσουμε όσο γίνεται περισσότερο τις ούτως ή άλλως πολύ μικρές διαφορές χρόνου στην άφιξη του ήχου σε κάθε κινητό λόγω διαφοράς της απόστασης από την πηγή, και να μετρήσουμε τη χρονική απόσταση μεταξύ των χτυπημάτων του μετρονόμου που ξεχώρισαν έντονα από το περιβάλλον λόγω μεγάλης έντασης.

Σε ότι αφορά τώρα τη μέτρηση φωτός η κατάσταση ήταν πιο περίπλοκη καθώς κάποιες ΕΚΣ διέθεταν αισθητήρα φωτός ο οποίος ήταν προσπελάσιμος από τις εφαρμογές, ενώ σε άλλες ο αισθητήρας φωτός δεν μπορούσε να προσπελαστεί από αυτές άρα και να τις τροφοδοτήσει με δεδομένα. Στις συσκευές αυτές οι μετρήσεις της φωτεινής ακτινοβολίας γίνονταν από την κάμερα, η οποία όμως συνήθως προέβαινε σε αυτόματες διορθώσεις γεγονός που καθιστούσε τις μετρήσεις μη αξιόπιστες. Το πείραμα που επιλέξαμε στην περίπτωση αυτή ήταν η απορρόφηση που υφίσταται το ορατό πολυχρωματικό φως όταν διέρχεται από γυαλί διαφορετικού πάχους, το οποίο παρεμβάλλαμε μεταξύ της πηγής του φωτός και του αισθητήρα. Σκοπός μας ήταν, αφενός μεν να ελέγξουμε αν επαληθεύεται η εκθετική μείωση με το πάχος του γυαλιού, σύμφωνα με τον νόμο Lambert στη μορφή

$$T = e^{-\mu \cdot x} \text{ ή } \ln(T) = -\mu \cdot x$$

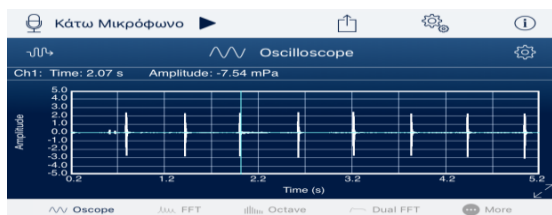
όπου T η διαπερατότητα που προκύπτει ως ο λόγος της φωτεινότητας της διερχόμενης προς την φωτεινότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, x το πάχος και μ ο συντελεστής απορρόφησης του υλικού (συγκεκριμένα του γυαλιού που χρησιμοποιήθηκε), αφετέρου δε αν οι συντελεστές απορρόφησης που προσδιορίζονται από τις διαφορετικές ΕΚΣ συμπίπτουν μεταξύ τους. Εξαιτίας των δυσκολιών που αναφέρθηκαν προηγουμένως πειραματιστήκαμε μόνο με εκείνες τις ΕΚΣ που διέθεταν αισθητήρα φωτός και αυτές ήταν 6 συσκευές.

3. Αποτελέσματα

Μέτρηση χρόνου με βάση τον ήχο με χρήση εφαρμογής παλμογράφου

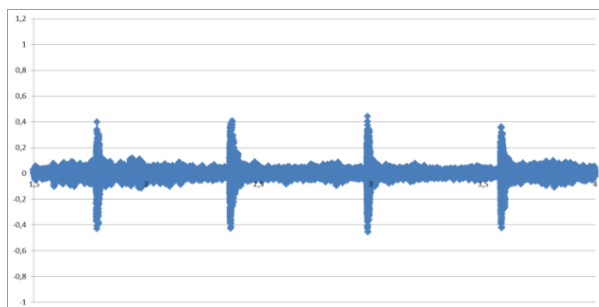
Για τη μέτρηση του χρόνου με τη χρήση εφαρμογής παλμογράφου χρησιμοποιήθηκαν οι εφαρμογές “SignalScope X” και “Sound Oscilloscope” για κινητά τηλέφωνα που διαθέτουν λογισμικό iOS και android αντίστοιχα. Όσον αφορά και τις δύο εφαρμογές, οι μετρήσεις λαμβάνονται γρήγορα και δίδεται η δυνατότητα επιλογής κλίμακας καθώς και άμεσης μέτρησης του χρόνου πάνω στην οθόνη (Εικόνα 2). Η διαφορά που καταγράφηκε στην έρευνα σχετίζεται με την ακρίβεια μέτρησης του χρόνου όταν αυτή γίνεται πάνω στην οθόνη του κινητού. Στην περίπτωση της εφαρμογής SignalScope X όταν το συνολικό χρονικό διάστημα που καταγράφεται και αναλύεται είναι πάνω από 2 s, ο χρόνος καταγράφεται με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων, ενώ με την εφαρμογή Oscilloscope, ο χρόνος καταγράφεται με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων. Αν και η ακρίβεια εκατοστού στη μέτρηση του χρόνου θεωρείται ικανοποιητική για σχολικά πειράματα, στην περίπτωση που σε κάποιο από αυτά χρειάζεται ακρίβεια χιλιοστού είναι δυνατό και πάλι να χρησιμοποιηθούν οι εν λόγω εφαρμογές.

Εικόνα 2: Στιγμιότυπα οθόνης κινητών με τις εφαρμογές “SignalScope X” (iOS) και “Sound Oscilloscope” (android) αντίστοιχα.



Οι μαθητές που χρησιμοποιούν λογισμικό iOS μπορούν είτε να καταγράψουν χρόνους κάτω από 2 s αν αυτό είναι αρκετό και να μετρούν πάνω στην οθόνη, είτε να αποστέλλουν τα δεδομένα σε αρχείο μορφής csv, όπου οι μετρήσεις του χρόνου αναφέρονται με ακρίβεια τριών ή και περισσότερων δεκαδικών ψηφίων και στη συνέχεια να τα επεξεργαστούν με χρήση λογιστικών φύλλων του προγράμματος Microsoft Excel (Εικόνα 3).

Εικόνα 3: Ένταση ήχου σε συνάρτηση με τον χρόνο με το πρόγραμμα Microsoft Excel, από δεδομένα που αποθηκεύτηκαν με την εφαρμογή “SignalScope X” (iOS)



Στον Πίνακα 1 απεικονίζονται οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις των περιόδων της κίνησης που εκτελεί το στέλεχος ενός μετρονόμου για 8 κινητά τηλέφωνα εκ των οποίων δύο μέτρησαν με την εφαρμογή SignalScope X και έξι με την εφαρμογή Oscilloscope. Ενδεικτικά μετρήθηκαν 5 περίοδοι του στελέχους του μετρονόμου με κάθε κινητό τηλέφωνο και κατόπιν υπολογίστηκε η μέση τιμή και τυπική απόκλιση της περιόδου για κάθε ομάδα μετρήσεων. Όπως παρατηρείται, η μέση τιμή της περιόδου για όλα τα κινητά και για τις δύο εφαρμογές δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές με την τιμή της περιόδου που είχε επιλεγεί ως ρύθμιση του μετρονόμου και ήταν 0,6 sec.

Πίνακας 1: Μέσες τιμές της περιόδου ενός μετρονόμου. Τα κινητά 1-6 χρησιμοποιούν την εφαρμογή “Sound Oscilloscope” (android) ενώ τα κινητά 7 και 8 την εφαρμογή “SignalScope X” (iOS).

KINHTO	T(s)
1	0,603±0,001
2	0,601±0,003
3	0,603±0,001
4	0,602±0,001
5	0,602±0,001

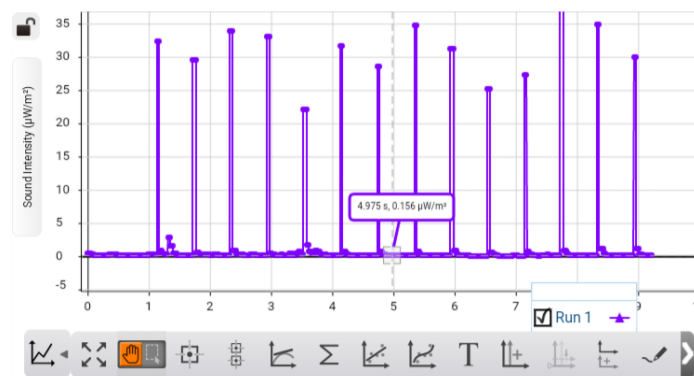


6	0,603±0,001
7*	0,60±0,02
8*	0,61±0,02

Μέτρηση χρόνου με βάση τον ήχο με χρήση της εφαρμογής Sparkvue

Για τη μέτρηση του χρόνου μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή Sparkvue που είναι κοινή για κινητά τηλέφωνα που διαθέτουν λογισμικό iOS και android αντίστοιχα. Η συγκεκριμένη εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα χρήσης διαφορετικών αισθητήρων και έχει χρησιμοποιηθεί για να διερευνηθεί η αξιοποίηση του αισθητήρα επιτάχυνσης (Τσούκος κ.ά. 2018). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ο αισθητήρας μικροφώνου. Οι μετρήσεις λαμβάνονται γρήγορα και δίδεται η δυνατότητα επιλογής μέτρησης της έντασης του ήχου είτε σε $\mu\text{W}/\text{m}^2$ είτε στην λογαριθμική κλίμακα decibel καθώς και άμεσης μέτρησης του χρόνου πάνω στην οθόνη (Εικόνα 4). Επίσης δίνεται η δυνατότητα αποθήκευσης και αποστολής των μετρήσεων έτσι ώστε η επεξεργασία τους να γίνει εκ των υστέρων, αλλά και η δυνατότητα διαμοιρασμού της οθόνης (screen sharing) με οποιονδήποτε χρήστη διαθέτει την ίδια εφαρμογή. Μία ακόμη δυνατότητα που δίνει αυτή η εφαρμογή είναι η επιλογή της ρύθμισης της συχνότητας δειγματοληψίας από τα 10Hz έως τα 50000Hz. Κατά τη διάρκεια του πειραματισμού δοκιμάστηκαν διάφορες τιμές δειγματοληψίας έτσι ώστε να μεγαλώσει η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου και διαπιστώθηκε ότι από την τιμή 2000Hz και επάνω οι τιμές μέτρησης του χρόνου για τα κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιούν λογισμικό android ήταν αναξιόπιστες. Έτσι καθορίστηκε για το πείραμα η τιμή δειγματοληψίας των 1000Hz.

Εικόνα 4: Στιγμιότυπο οθόνης κινητού με την εφαρμογή Sparkvue. Απεικονίζεται η ένταση του ήχου σε $\mu\text{W}/\text{m}^2$ σε συνάρτηση με τον χρόνο κατά το πείραμα καταγραφής του ήχου μετρονόμου.



Πίνακας 2: Μέσες τιμές της περιόδου ενός μετρονόμου. Όλα τα κινητά χρησιμοποίησαν για τη λήψη μετρήσεων την εφαρμογή Sparkvue.

KINHTO	T(s)
1	0,59±0,02
2	0,60±0,01



3	0,61±0,02
4	0,60±0,02
5	0,60±0,01
6	0,60±0,04
7	0,60±0,01
8	0,60±0,02

Στον Πίνακα 2 απεικονίζονται οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις των περιόδων της κίνησης που εκτελεί το στέλεχος ενός μετρονόμου για 8 τα κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιήθηκαν και στο προηγούμενο πείραμα. Ενδεικτικά μετρήθηκαν με την εφαρμογή Sparkvue 5 περίοδοι του στελέχους του μετρονόμου με κάθε κινητό τηλέφωνο και κατόπιν υπολογίστηκε η μέση τιμή και τυπική απόκλιση της περιόδου για κάθε ομάδα μετρήσεων. Όπως παρατηρείται, η μέση τιμή της περιόδου για όλα τα κινητά δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές με την τιμή της περιόδου που είχε επιλεγεί ως ρύθμιση του μετρονόμου και ήταν 0,6 sec.

Μέτρηση Φωτεινότητας και υπολογισμός συντελεστή απορρόφησης

Ο πειραματισμός σχετικά με το φαινόμενο της εξασθένησης του φωτός κατά τη διάδοσή του μέσα από γυάλινα πλακίδια πραγματοποιήθηκε όπως προτείνεται σε προηγούμενη εργασία μας (Βελέντζας κ.α. 2017). Συγκεκριμένα, οι ΕΚΣ τοποθετήθηκαν διαδοχικά κάτω από λαμπτήρα LED, σε οριζόντια θέση και σε σταθερή απόσταση. Με τον λαμπτήρα αναμμένο και τον αισθητήρα φωτός της ΕΚΣ τοποθετημένο πάντα στην ίδια θέση πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της φωτεινότητας που προσπίπτει στον αισθητήρα, με διαδοχική τοποθέτηση από 0 έως 12 πλακιδίων εμπρός από τον αισθητήρα φωτός. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη σωστή τοποθέτηση των πλακιδίων, στην έλλειψη άλλων πηγών φωτισμού και στην κατάλληλη απόσταση του σώματος των πειραματιστών από την ΕΚΣ ώστε να μην επηρεάζουν το φως που φτάνει σε αυτήν. Οι μετρήσεις έγιναν με την εφαρμογή Sparkvue και με επιλογή του αισθητήρα φωτός.

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται ενδεικτικά οι μετρήσεις από ΕΚΣ. Στη συνέχεια έγινε υπολογισμός του συντελεστή απορρόφησης για το συγκεκριμένο είδος γυαλιού από την κλίση της γραφικής παράστασης $\ln T = f(\text{πάχος γυαλιού})$ (εικόνα 5).

Αξίζει να σημειωθεί πως οι τιμές της φωτεινότητας για την ίδια φωτεινή πηγή, ίδια απόσταση και ίδιον αριθμό πλακιδίων διέφεραν σημαντικά από τη μία ΕΚΣ στην άλλη, γεγονός που σημαίνει πως οι ΕΚΣ δεν μπορούν να παίξουν αποτελεσματικά τον ρόλο ενός φωτόμετρου. Ωστόσο, οι τιμές κάθε ΕΚΣ ακολουθούσαν με μεγάλη ακρίβεια τον εκθετικό νόμο, όπως φαίνεται ενδεικτικά για μια συσκευή στο διάγραμμα της εικόνας 5.

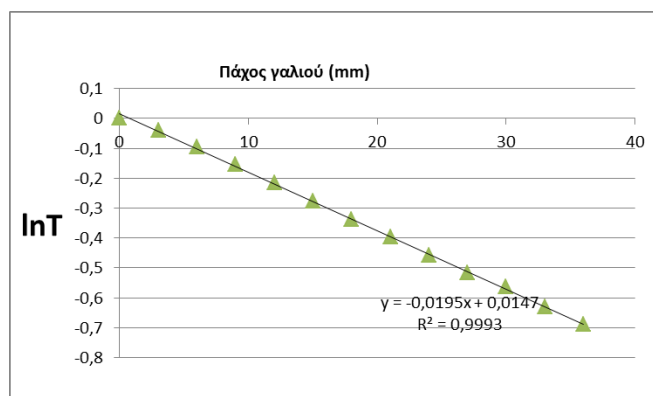
Πίνακας 3: Ενδεικτικός πίνακας μετρήσεων φωτεινότητας για μία Ε.Κ.Σ

Πλακίδια	Πάχος γυαλιού (mm)	E (Lux)	$T=E/E_0$	$\ln T$
0	0	1875	1,000	0,000
1	3	1803	0,962	-0,039
2	6	1704	0,909	-0,096
3	9	1607	0,857	-0,154
4	12	1510	0,805	-0,216
5	15	1421	0,758	-0,277



6	18	1337	0,713	-0,338
7	21	1262	0,673	-0,396
8	24	1186	0,633	-0,458
9	27	1119	0,597	-0,516
10	30	1067	0,569	-0,564
11	33	997	0,532	-0,632
12	36	942	0,502	-0,688

Εικόνα 5: Διάγραμμα $\ln T$ -πάχος γυαλιού



Οι συντελεστές απορρόφησης του φωτός όπως υπολογίστηκαν με την παραπάνω διαδικασία παρουσιάζονται στον πίνακα 4. Παρατηρείται μία απόκλιση της τάξης του 20% γύρω από μία μέση τιμή.

Πίνακας 4: Συντελεστής απορρόφησης του γυαλιού

Ε.Κ.Σ.	Συντελεστής απορρόφησης γυαλιού (mm^{-1})
1	0,029
2	0,021
3	0,019
4	0,027
5	0,034
6	0,027
Μέση τιμή	0,026±0,005

4. Συμπεράσματα

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας έδειξαν, ότι η πληθώρα των εφαρμογών που χρησιμοποιούν οι ΕΚΣ δεν εξασφαλίζει ότι όλες είναι κατάλληλες για τη διεξαγωγή πειραμάτων στο σχολικό εργαστήριο. Επομένως, είναι κρίσιμο για την επιτυχία του εργαστηριακού μαθήματος ο εκπαιδευτικός να αφιερώσει



σημαντικό χρόνο στο να ελέγξει κάποιες από τις εφαρμογές αυτές ώστε να εντοπίσει τις πλέον κατάλληλες για το πείραμα που επιθυμεί να υλοποιήσει.

Σχετικά με την αξιοποίηση του αισθητήρα ήχου, με σκοπό την χρονομέτρηση, τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι αφενός μεν ακριβή, αφετέρου δε δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές αποκλίσεις που να οφείλονται στην ύπαρξη μεγάλης ποικιλίας συσκευών, όπως απαιτείται δηλαδή σε μία σχολική τάξη. Για πειράματα που απαιτούν μεγαλύτερη ακρίβεια προτείνεται η χρήση εφαρμογών παλμογράφου.

Σχετικά με την αξιοποίηση του αισθητήρα φωτός προέκυψαν σημαντικές δυσκολίες που καθιστούν την χρήση του δυνατή μόνο σε μικρό ποσοστό συσκευών. Επιπλέον οι ενδείξεις φωτεινότητας διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των συσκευών με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν αυτές να χρησιμοποιηθούν ως αξιόπιστα φωτόμετρα. Όμως, οι μετρήσεις από κάθε κινητό ξεχωριστά ακολουθούσαν με μεγάλη ακρίβεια τον εκθετικό νόμο της απορρόφησης του φωτός. Ωστόσο, οι υπολογιζόμενες τιμές του συντελεστή απορρόφησης του φωτός από το γυαλί ήταν συμβατές μόνο από άποψη τάξης μεγέθους με την τιμή που δίδεται στη βιβλιογραφία, καθώς εμφάνιζαν αποκλίσεις έως και 20%.

5. Βιβλιογραφία

Βελέντζας Α., Κατέρης Α., Λάζος Π., Τζαμαλής Π., Τσούκος Σ., (2017). Η χρήση αισθητήρων σε έξυπνες κινητές συσκευές στο σχολικό εργαστήριο φυσικής. Παραδείγματα εφαρμογής. Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου για τη Διδακτική και τις νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση (ΕΝΕΦΕΤ). Ρέθυμνο 7-9 Απριλίου 2017, σελ. 987-995.

Τσούκος Σ., Κατέρης Α., Λάζος Π., Βελέντζας Α., Τζαμαλής Π., (2018). Διερεύνηση της Δυνατότητας Χρήσης Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδακτική Πράξη. Η Περίπτωση της Αξιοποίησης του Αισθητήρα Επιτάχυνσης. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την εκπαίδευση STEM. ΕΜΠ 3-4 Σεπτεμβρίου 2018.

González, M. Á., & González M. Á. (2016). Smartphones as Experimental Tools to Measure Acoustical and Mechanical Properties of Vibrating Rods. *European Journal of Physics* 37 (4)

Iliaki G., Velentzas A., Michailidi E. & Stavrou D. (2018): Exploring the music: a teaching-learning sequence about sound in authentic settings, *Research in Science & Technological Education*, DOI: 10.1080/02635143.2018.1526170

Kearney, M., Schuck S., K. Burden, & Aubusson P., (2012). Viewing Mobile Learning from a Pedagogical Perspective. *Research in Learning Technology* 20 (1)

Klein, P., Hirth M., Gröber S., Kuhn J., & Müller A. (2014). Classical Experiments Revisited: Smartphones and Tablet PCs as Experimental Tools in Acoustics and Optics. *Physics Education* 49 (4): 412. doi:10.1088/0031-9120/49/4/412.

Kuhn, J., Vogt, P. (2013). Applications and Examples of Experiments with Mobile Phones and Smartphones in Physics Lessons. *Frontiers in Sensors*, v. 1, 4, 67-73.

Kuhn, J.Vogt, P., Hirth, M. (2014). Analyzing the acoustic beat with mobile phone. *The Physics Teacher*, Vol.52, 248-249.

Zacharia, Z. C., Lazaridou C., & Avraamidou L. (2016). The Use of Mobile Devices as Means of Data Collection in Supporting Elementary School Students' Conceptual Understanding about Plants. *International Journal of Science Education* 38 (4): 596–620.



Παραγωγή Διδακτικού Υλικού σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα από Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης

Αργύρης Νιπυράκης, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η χρησιμοποίηση Μικροϋπολογιστικών Συστημάτων (ΜΥΣ) στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών είναι αρκετά διαδεδομένη, ενώ σύγχρονα εργαλεία με καινοτόμες λειτουργίες ολοένα και κερδίζουν τη θέση τους στην εκπαίδευση. Στην παρούσα έρευνα μελετάται το διδακτικό υλικό που ανέπτυξαν φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης σε Εργαστήρια με ΜΥΣ, όσο αφορά τον τρόπο χρήσης των ΜΥΣ, καθώς και την αξιοποίηση καινοτόμων λειτουργιών και δυνατοτήτων τους που έγινε. Οι αναστοχαστικές συζητήσεις στο υποστηρικτικό πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης που εφαρμόστηκε, ανέδειξαν δυνατότητες αλλά και δυσκολίες στην ενσωμάτωση των Νέων Τεχνολογιών από τους εκπαιδευτικούς, καθώς και χρήσιμα στοιχεία για την πορεία ανάπτυξης Τεχνολογικής & Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου.

Λέξεις-κλειδιά: Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών, Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας, Εργαστηριακή Εκπαίδευση, Τεχνολογική & Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου

Developing Teaching Material in a Microcomputer-Based Laboratory by Primary School Preservice Teachers

Argyris Nipyraakis, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

Using Microcomputers in Physics Laboratory has become a commonplace, while contemporary tools with innovative features tend to be more and more popular in education. In the present research, the teaching material that preservice primary school teachers developed integrating MBL is been studied, considering the use of technology that was made and the implementation of innovative technology features as well. Discussion that took place in the supporting model of Learning Community revealed the potentialities, but also the barriers in integrating New Technologies from the preservice teachers, as well as useful elements about their model of developing Technological Pedagogical Content Knowledge.

Keywords: Microcomputer-Based Laboratory, Teacher Education, Information and Communication Technologies, Laboratory Training, Technological Pedagogical Content Knowledge



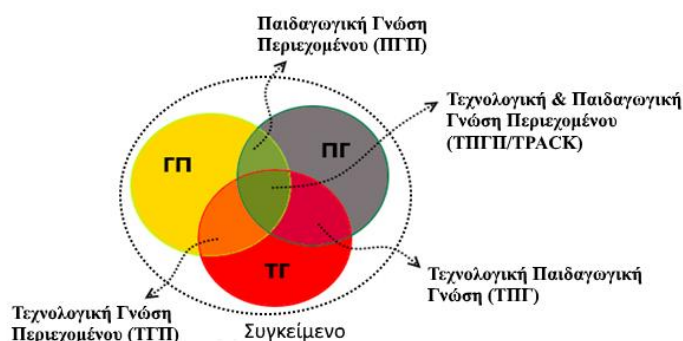
1. Εισαγωγή

Τα Μικροϋπολογιστικά Συστήματα (ΜΥΣ) είναι τεχνολογικά εργαλεία που ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και αποτελούνται από α) ηλεκτρονικούς αισθητήρες, β) συστήματα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων (tablet, Η/Υ κτλ) και γ) λογισμικό για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων (Sokoloff et al. 2007). Τα Εργαστήρια με ΜΥΣ (ΕΜΥΣ) έχουν τη δυναμική μέσω της οπτικοποίησης των φαινομένων και της γραφικής απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο (real-time) να συνεισφέρουν σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε έννοιες Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), καθώς και σε επιστημονικές δεξιότητες (Nikolaou et al. 2007, Sokoloff et al. 2007).

Η χρήση ΜΥΣ, όμως, δεν προάγει αυτόματα τη διαδικασία της διερεύνησης, ούτε συνεισφέρει απαραίτητα στη βελτίωση μάθησης περιεχομένου, ενώ παράγοντες όπως ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούνται οι ΤΠΕ στη διδασκαλία, καθώς και ο ρόλος και οι γνώσεις του εκπαιδευτικού σε αυτές είναι εξίσου κρίσιμοι (Odom et al. 2011, Waight & Abd-El-Khalick 2007). Πιο συγκεκριμένα, οι ΤΠΕ όταν χρησιμοποιούνται παθητικά, όπως για παρουσιάσεις, συμπλήρωση φύλλων, προετοιμασία μαθήματος κ.α., δεν συνεισφέρουν σε καλύτερες μαθησιακές επιδόσεις. Αντίθετα, όταν χρησιμοποιούνται μέσα στην τάξη ως συστατικό εργαλείο της διερεύνησης σε ένα μαθητοκεντρικό πλαίσιο, τα αποτελέσματα είναι θετικά (Nikolaou et al. 2007, Odom et al. 2011, Waight & Abd-El-Khalick 2018, Waight & Abd-El-Khalick 2007).

Αναφορικά με τις απαιτούμενες γνώσεις και ικανότητες του εκπαιδευτικού, οι Koehler & Mishra (2006) πρότειναν την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΤΠΓΠ) ως ένα θεωρητικό πλαίσιο επαγγελματικής γνώσης εκπαιδευτικών, σύμφωνα με το οποίο οι εκπαιδευτικοί καλούνται να συνδυάσουν γνώσεις Παιδαγωγικής, Περιεχομένου & Τεχνολογίας, προκειμένου να ενσωματώσουν αποδοτικά τις ΤΠΕ στη διδασκαλία, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Πρόσφατες έρευνες αναδεικνύουν πολλαπλούς τρόπους ανάπτυξης της ΤΠΓΠ, οι οποίοι συνοψίζονται κυρίως σε τρεις: α) μετασχηματισμός της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΠΓΠ) σε ΤΠΓΠ, β) καλλιέργεια της ΤΠΓΠ με αφηρητή την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση, δηλαδή την γνώση να αξιοποιεί ο εκπαιδευτικός τις λειτουργίες των ΤΠΕ στο περιβάλλον τάξης, και γ.) ταυτόχρονη ανάπτυξη ΠΓΠ και ΤΠΓΠ, όπως π.χ. μέσω της διαδικασίας κατασκευής/σχεδιασμού λύσεων σε ρεαλιστικά προβλήματα (Koehler & Mishra 2014), όπως αναπαρίστανται στα σχήματα 2α, 2β και 2γ αντίστοιχα.

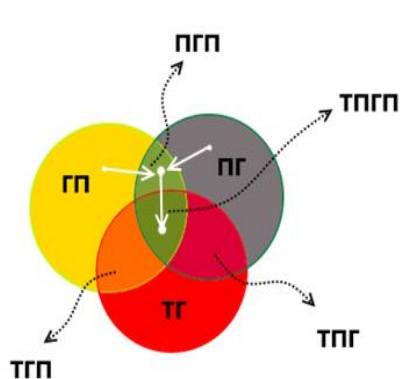
Σχήμα 1: Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Koehler & Mishra 2006)



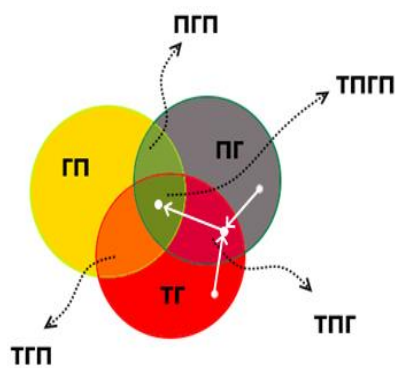


Σχήμα 2: Μοντέλα ανάπτυξης ΤΠΓΠ (Koehler & Mishra 2014)

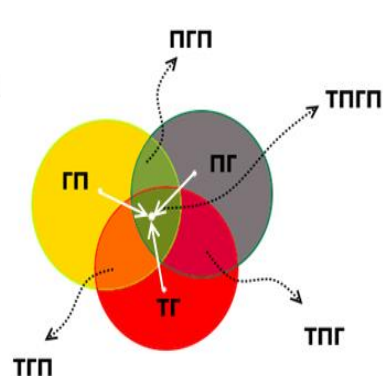
2α) ΠΓΠ σε ΤΠΓΠ



2β) ΤΠΓ σε ΤΠΓΠ



2γ) ΠΓΠ & ΤΠΓΠ ταυτόχρονα



Επιπλέον, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η αναποτελεσματική/περιορισμένη ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, ολιστικές θεωρήσεις που περιλαμβάνουν την επιρροή των γενικότερων συστημάτων (π.χ. αναλυτικό πρόγραμμα, εκπαιδευτική πολιτική) και της κουλτούρας των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ κρίνονται απαραίτητες (Warr et al. 2019, Waight & Abd-El-Khalick 2018). Συγκεκριμένα, έρευνες για τη Φύση της Τεχνολογίας (ΦτΤ) δείχνουν γενικότερη ασυμβατότητα της χρήσης των ΤΠΕ που κάνουν οι εκπαιδευτικοί στην καθημερινότητά τους με την απαιτούμενη καινοτόμο και μαθητοκεντρική κουλτούρα για τις ΤΠΕ που απαιτείται μέσα στην τάξη (Waight & Abd-El-Khalick 2018).

Ακόμα, συνιστάται η χρήση των ΤΠΕ σε αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης περιεχομένου των ΦΕ, έτσι ώστε να μαθαίνουν οι εκπαιδευτικοί παράλληλα πώς να χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ για διδασκαλία μέσα στην τάξη (Bell et al. 2013) και να μπορούν να διασυνδέουν τη διδασκαλία τους με την καθημερινότητα των μαθητών (Iliaki et al. 2019). Υποστηρικτικά πλαίσια, όπως Κοινότητες Μάθησης, που προωθούν τη συνεργατική μάθηση και τον κριτικό αναστοχασμό, είναι χρήσιμα προκειμένου να ενσωματωθεί αποτελεσματικά η εκπαιδευτική καινοτομία (Couso 2016).

Ερευνητικό ερώτημα

Στην παρούσα έρευνα, μελετάται το κατά πόσο ενσωματώνουν ΤΠΕ οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Α/θμιας Εκπαίδευσης σε ένα εργαστηριακό περιβάλλον εκπαίδευσης στις ΦΕ, καθώς και ο τρόπος χρήσης των ΤΠΕ που επιτελείται, ως σημαντική παράμετρος για την αποδοτική ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ. Συνεπώς, το ερευνητικό ερώτημα είναι:

- Πώς αξιοποιούν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Α/θμιας Εκπαίδευσης τα Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη διδακτικού υλικού;

2. Μεθοδολογία

Μεθοδολογικό πλαίσιο αποτέλεσε το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (Van Dijk et al. 2007). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, λαμβάνονται υπόψιν εμπειρικές

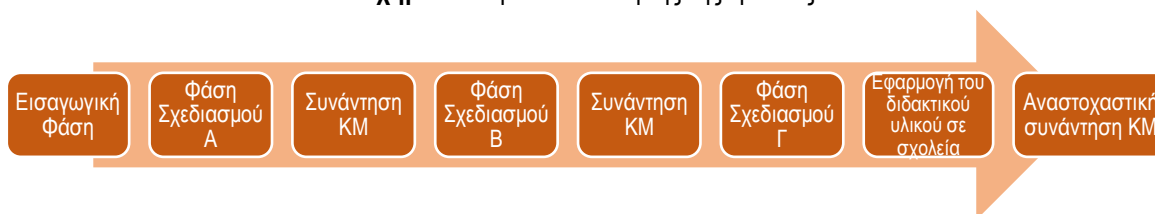


έρευνες για την ΠΓΠ, καθώς και στην παρούσα έρευνα έρευνες για την ΤΠΓΠ (Mishra & Koehler 2006), τη γνώση που προκύπτει από συνδυασμό της ΠΓΠ με Τεχνολογικές Γνώσεις Περιεχομένου και Τεχνολογικές Παιδαγωγικές Γνώσεις. Οι εμπειρικές έρευνες αυτές, σε συνδυασμό με τη διαδικασία σχεδιασμού περιβαλλόντων μάθησης από τους εκπαιδευτικούς, συμβάλλουν στο σχεδιασμό επιμορφώσεων εκπαιδευτικών σε μια διαρκώς αλληλεπιδρώσα σχέση των τριών πεδίων.

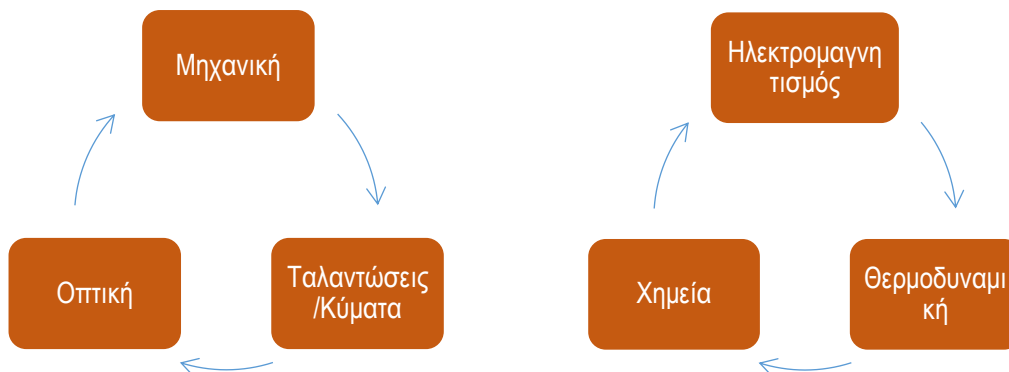
Περιγραφή της έρευνας

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελούνταν από δώδεκα τεταρτοετείς φοιτήτριες Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, χωρισμένες σε 6 ομάδες των δύο και σε δύο κύκλους από 3 ομάδες ο κάθε κύκλος. Η συνολική διάρκεια της έρευνας διήρκεσε ένα ακαδημαϊκό εξάμηνο και αναπαρίσταται στο Σχήμα 3. Οι φοιτήτριες έπρεπε να σχεδιάσουν πειράματα με τη χρήση ΜΥΣ σε τρεις φάσεις σχεδιασμού αποτελούμενες από δύο τρίωρα εβδομαδιαία εργαστηριακά μαθήματα η κάθε φάση. Μετά το τέλος κάθε φάσης, υπήρχε κυκλική εναλλαγή των ενοτήτων περιεχομένου ΦΕ στους δύο κύκλους ομάδων (Μηχανική-Κύματα/Ταλαντώσεις-Οπτική και Ηλεκτρομαγνητισμός-Θερμοδυναμική-Χημεία), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. Τα πειράματα που παρέδιδαν οι φοιτητές σε κάθε φάση σχεδιασμού έπρεπε να διαφέρουν από τα ήδη παραδοτέα πειράματα στην ίδια ενότητα. Μια συνάντηση Κοινότητας Μάθησης (ΚΜ) διεξαγόταν ανάμεσα στις φάσεις ως υποστηρικτικό πλαίσιο εκπαίδευσης των φοιτητριών, καθώς και μετά το τέλος των φάσεων σχεδιασμού για αναστοχασμό. Μετά το τέλος των φάσεων σχεδιασμού, οι φοιτητές χρησιμοποίησαν το παραχθέν διδακτικό υλικό για διδασκαλία σε μαθητές κατά τη διάρκεια επισκέψεων σχολείων στο Πανεπιστήμιο.

Σχήμα 3: Πορεία υλοποίησης της έρευνας



Σχήμα 4: Ενότητες περιεχομένου





Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων περιελάμβανε τις απομαγνητοφωνημένες συναντήσεις της ΚΜ, το παραχθέν διδακτικό υλικό, καθώς και σημειώσεις πεδίου από τον ερευνητή κατά το σχεδιασμό και κατά τη διδασκαλία σε μαθητές.

Η ανάλυση δεδομένων περιλαμβάνει:

α) το ποσοστό ενσωμάτωσης Νέων Τεχνολογικών (ΝΤ), όπου το διδακτικό υλικό κατηγοριοποιήθηκε ως προς το αν χρησιμοποιούνται ΜΥΣ ή όχι ή αν χρησιμοποιείται ΝΤ εκτός στενού πλαισίου ΜΥΣ (πχ χρήση εργαστηριακών οργάνων με ψηφιακή ένδειξη, χρήση άλλων ηλεκτρικών συσκευών π.χ. φούρνου μικροκυμάτων),

β) τον τρόπο χρήσης ΜΥΣ, όπου το διδακτικό υλικό με ΜΥΣ κατηγοριοποιήθηκε περαιτέρω ως προς το αν έγινε μέτρηση η οποία συνέβαλλε ουσιαστικά στην εκπλήρωση διδακτικών στόχων του πειράματος (ΜΧ) (πχ μέτρηση θερμοκρασιών σε ένα πείραμα θερμικής ισορροπίας) ή αν η μέτρηση δεν ήταν απαραίτητη/δεν συνέβαλλε ουσιαστικά στην εκπλήρωση των διδακτικών στόχων (ΜΟ) (πχ μέτρηση έντασης ήχου σε πείραμα όπου στόχος ήταν ναδειχθεί ότι τα κύματα προκαλούν ταλάντωση σε σώματα, όπως κόκκους ζάχαρης). Ακόμα, κωδικοποιήθηκε το σύνολο των πειραμάτων με ΜΥΣ ως Π σε περιπτώσεις όπου τα ΜΥΣ χρησιμοποιήθηκαν και για πρόβλεψη των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών για τα φαινόμενα (μέσω δυνατότητας του λογισμικού να σχεδιάζουν την αναμενόμενη μορφή της γραφικής παράστασης του υπό μελέτη φυσικού μεγέθους), ενώ ως Ασ κωδικοποιήθηκαν τα πειράματα όπου έγινε παραγωγική χρήση της ασυρματότητας των αισθητήρων/συσκευών.

Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση περιεχομένου (Mayring 2014) των συζητήσεων της ΚΜ, αναφορικά με τις αντιλήψεις τους για την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση και τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του διδακτικού υλικού.

3. Αποτελέσματα

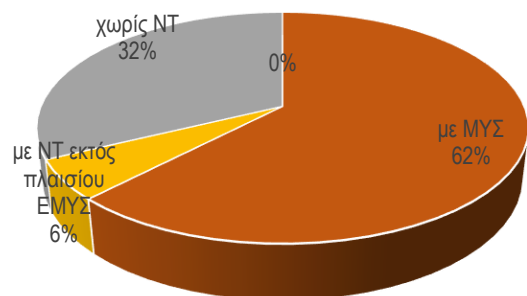
α.) Χρήση ΝΤ στο παραχθέν διδακτικό υλικό

Στο σύνολο 90 πειραμάτων από τις τρεις φάσεις σχεδιασμού, οι φοιτητές μπόρεσαν να ενσωματώσουν ΜΥΣ σε ένα ποσοστό 62,2%, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1, ενώ σε ποσοστό 5,6% έγινε χρήση ΝΤ εκτός στενού πλαισίου ΜΥΣ

Πίνακας 1: Εξέλιξη χρήσης ΝΤ ανά φάση σχεδιασμού

	Α Φάση	Β Φάση	Γ Φάση
με ΜΥΣ	60,0%	62,1%	64,5%
με ΝΤ εκτός πλαισίου ΕΜΥΣ	3,3%	10,3%	3,2%
χωρίς ΝΤ	36,7%	27,6%	32,3%

Διάγραμμα 1: Χρήση ΝΤ





Η αντίστοιχη ανάλυση των ποσοστών χρήσης ΝΤ ανά ομάδα φοιτητών έδειξε μη σημαντικές διαφορές ($p=0,659$) μεταξύ των ομάδων, κάτι που δείχνει σχετική ομοιογένεια των φοιτητών στα ποσοστά χρήσης ΝΤ. Η ποιοτική ανάλυση των συζητήσεων στην ΚΜ ανέδειξε δυσκολίες που σχετίζονταν με την μη εξοικείωση στη χρήση ΝΤ για διδασκαλία, δηλαδή Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση, καθώς και ελλείψεις σε Γνώσεις Περιεχομένου σε κάποιες ενότητες που παραδοσιακά αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί. Επιπλέον, από τις συζητήσεις ($n=4$ φοιτητών) αναδεικνύεται το γεγονός ότι τα πρότερα βιώματα των φοιτητών σε πειράματα με απλά υλικά είτε οι ίδιοι ως μαθητές είτε από την μέχρι τώρα εμπειρία τους ως εκπαιδευτικοί, επηρέασε τον σχεδιασμό διδακτικού υλικού, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που έφταναν σε αδιέξοδο στην ενσωμάτωση ΜΥΣ. Παρομοίως, αναφορικά με το επίπεδο δυσκολίας στην κατανόηση των ΝΤ από τα παιδιά, κάποιοι φοιτητές ($n=4$) έκριναν βάσει δικών τους βιωμάτων περισσότερο, μη λαμβάνοντας υπόψιν το τεχνολογικό περιβάλλον που ζουν τα παιδιά σήμερα, όντας “ψηφιακοί ιθαγενείς” (Prensky 2001).

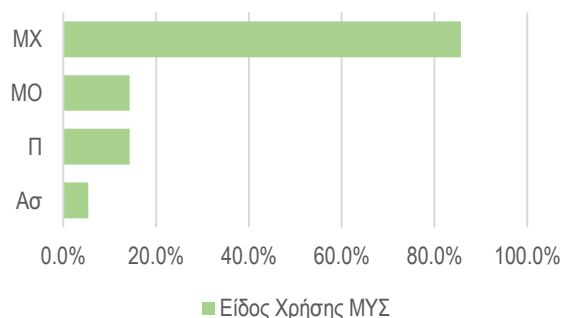
Το ποσοστό χρήσης ΝΤ δεν αυξήθηκε ανά φάση σχεδιασμού ($p=0,936$), όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Παρ’ όλ’ αυτά, λόγω της παραμέτρου που τους είχε οριστεί να μην επαναλάβουν τα ίδια πειράματα στις επόμενες φάσεις σχεδιασμού, η δυσκολία να ενσωματώσουν ΜΥΣ σε πειράματα μεταγενέστερων φάσεων ήταν αρκετά μεγαλύτερη, όπως δήλωσε η μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών ($n=11$) στις συζητήσεις της ΚΜ. Συμπερασματικά, το πλαίσιο της ΚΜ βοήθησε να διατηρηθεί το ποσοστό χρήσης ΜΥΣ σε παρόμοια επίπεδα, παρά τον ολοένα και αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας. Επιπλέον, στις επόμενες φάσεις οι φοιτητές χρειάστηκε σε ορισμένες περιπτώσεις να κάνουν πιο εξειδικευμένη χρήση των ΜΥΣ σε ορισμένα πειράματα σε σχέση με την αρχικά πιο τετριμμένη χρήση των ΜΥΣ (πχ τη χρήση ρημέτρου για να δείξουν ότι πραγματοποιήθηκε μια αντίδραση σε σύγκριση με τη χρήση ρημέτρου για την αναγνώριση οξέος-βάσης). Συνεπώς, το υποστηρικτικό πλαίσιο εκπαίδευσης σε ΚΜ θεωρούμε ότι συνέβαλλε, υπό αυτή την οπτική γωνία, στην προσπάθεια ενσωμάτωσης ΜΥΣ και στην καλλιέργεια ΤΠΓΠ.

β.) Τρόπος χρήσης ΜΥΣ στο παραχθέν διδακτικό υλικό

Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 2 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα 2, σε ένα μη αμελητέο ποσοστό (14%), έγινε μια μάλλον διεκπεραιωτική/παθητική χρήση των ΜΥΣ, κάτι που επαληθεύεται και στις αναστοχαστικές συζητήσεις της ΚΜ. Το ποσοστό αυτό μάλιστα, σύμφωνα με τον Πίνακα 3, παρουσίασε μια μικρή αύξηση ($p=0,367$), κάτι που είναι λογικό, καθώς αύξανε η δυσκολία στις μετέπειτα φάσεις, σύμφωνα με τους φοιτητές.

Πίνακας 2: Τρόπος χρήσης ΜΥΣ στα πειράματα από τους φοιτητές

	Πειράματα	% επί του συνόλου με ΜΥΣ
ΜΧ	48	85,7%
ΜΟ	8	14,3%
Π	8	14,3%
Ας	3	5,4%
Σύνολο με ΜΥΣ	56	





Πίνακας 3: Εξέλιξη του τρόπου χρήσης ΜΥΣ στα πειράματα από τους φοιτητές

	Α Φάση		Β Φάση		Γ Φάση	
ΜΧ	17	94,4%	14	77,8%	17	85,0%
ΜΟ	1	5,6%	4	22,2%	3	15,0%
Π	0	0,0%	4	22,2%	4	20,0%
Ασ	1	5,6%	1	5,6%	1	5,0%
Σύνολο με ΜΥΣ	18		18		20	

Η χρήση των ΜΥΣ ως εγγενές εργαλείο της διερεύνησης μέσω της πρόβλεψης παρουσίασε ελάχιστη αύξηση ($p=0,113$), αλλά γενικότερα δεν βρήκε μεγάλη ανταπόκριση στο παραχθέν διδακτικό υλικό, παρά τις συστάσεις στην ΚΜ. Αυτό δεν σημαίνει, ότι οι εκπαιδευτικοί δεν χρησιμοποίησαν το στάδιο της πρόβλεψης, αλλά συχνά το έκαναν χωρίς ΜΥΣ ή με λανθασμένο τρόπο με ΜΥΣ (πχ κάποιιο θεώρησαν ότι μπορούσαν να ζωγραφίσουν οι μαθητές πάνω στο λογισμικό του tablet την οπτική δέσμη). Αυτό δείχνει ότι οι εκπαιδευτικοί λειτούργησαν ως επί το πλείστον σύμφωνα με την πρότερη ΠΓΠ τους, ενώ η χρήση ΜΥΣ για διερεύνηση κρίθηκε απαιτητική. Παρομοίως, το καινοτόμο στοιχείο της ασυρματότητας των μέσων δεν αξιοποιήθηκε ουσιαστικά από τους φοιτητές, παρότι συζητήθηκε στην ΚΜ και μέσω ενδεικτικών παραδειγμάτων.

Ακόμα, από τις συζητήσεις στην ΚΜ προέκυψε μια ενδιαφέρουσα οπτική για τη χρησιμότητα των οργάνων. Οι φοιτητές ($n=6$) έτειναν να συνδέουν νοητικά ένα όργανο μέτρησης με έναν τρόπο χρήσης και πολλές φορές με ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό πείραμα (πχ αισθητήρα θερμοκρασίας για πείραμα θερμικής ισορροπίας ή αισθητήρα pH για αναγνώριση οξέος-βάσης) –και όχι σαν ένα όργανο μέτρησης ενός φυσικού μεγέθους που αφορούσε ένα εύρος πειραμάτων.

1β ότι θέλαμε να, ότι ας πούμε είχαμε δει ένα πείραμα από μία άλλη ομάδα και θέλαμε να το εξελίξουμε και εμείς παραπάνω, αλλά δεν βρήκαμε κάποιο άλλο όργανο που να μην το έχουμε χρησιμοποιήσει. Ας πούμε και στη Χημεία μόνο το pH είχαμε, δεν είχαμε ας πούμε κάτι άλλο να μετρήσουμε. Αυτό, το ότι δεν είχαμε πάρα πολλά (+1α όργανα για να χρησιμοποιήσουμε) όργανα σε κάθε ενότητα, δηλαδή ακόμα και στη Θερμοδυναμική είχε μόνο το θερμόμετρο, δεν είχε κάτι άλλο. Όπως και στη Χημεία μόνο το pH, δεν είχε κάτι άλλο να μετρήσουμε και εκεί πέρα.

Η αντίληψη αυτή επιβεβαιώνει σύγχρονες πτυχές της Φύσης της Τεχνολογίας για την υπέρμετρη έμφαση που δίνεται στα τεχνολογικά εργαλεία (artefacts) αυτά καθαυτά, παραγκωνίζοντας την διαδικασία (process) ανάπτυξης, εφαρμογής και αξιοποίησής τους στην τάξη, καθώς και της απαραίτητης γνώσης και εξειδίκευσης για την αποδοτική χρήση τους (Waight & Abd-El-Khalick 2012, DiGironimo 2011).

Αναφορικά με την πορεία που ακολούθησαν κατά τον σχεδιασμό του διδακτικού υλικού, η μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών ακολούθησε περισσότερο μια ΠΓΠ προς ΤΠΓΠ διαδρομή (Σχήμα 2α), όπως απορρέει από τις απαντήσεις τους στο ερώτημα «τι λαμβάνετε υπόψιν σας κατά το σχεδιασμό του διδακτικού υλικού;» στις roweipoint παρουσιάσεις τους (5 στις 6 ομάδες), αλλά και στις δηλώσεις τους κατά τη συζήτηση στην αναστοχαστική ΚΜ ($n=9$). Οι παραπάνω φοιτητές ανέφεραν πρωτίστως ζητήματα που σχετίζονται με την ΠΓΠ, όπως τις εναλλακτικές ιδέες μαθητών, το να βρούνε πειράματα και να κατανοήσουν το συναφές επιστημονικό περιεχόμενο ΦΕ κτλ.



3β τώρα για το τι λαμβάνουμε υπόψιν μας κάθε φορά για να φτιάξουμε διδακτικό υλικό. Καταρχήν, τι πιστεύουν οι μαθητές. Δηλαδή αν ο μαθητής δεν δυσκολεύεται κάπου, δεν υπάρχει και λόγος να γίνει ένα πείραμα.

1α λοιπόν, τι λαμβάνουμε υπόψη μας, ηλικία και τάξη, το γνωστικό και γνωσιακό επίπεδο

Αντίστοιχα, το να εντάξουν ΤΠΕ επιτελούνταν μεταγενέστερα, αν και όταν ήταν δυνατόν, όπως αντικατοπτρίζεται και στα ποσοστά ενσωμάτωσης ΜΥΣ, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις προστίθεντο οι ΤΠΕ διεκπεραιωτικά, σαν εξωτερική υποχρέωση, χωρίς να προσφέρουν ουσιαστικά στην εκπλήρωση των διδακτικών στόχων. Παράλληλα, υπήρξε μία μειοψηφία φοιτητών (1 στις 6 ομάδες) που δήλωσε προτίμηση σε ένα ΤΠΓ σε ΤΠΓΠ μοντέλο (Σχήμα 2β), όπως φαίνεται παρακάτω:

2α Α. Λοιπόν, το πρώτο πράγμα που κοιτούσαμε ήταν να μπορέσουμε να ενσωματώσουμε με κάποιο τρόπο τις νέες τεχνολογίες, να ταιριάζουν στην ηλικία της Πέμπτης και Έκτης Δημοτικού

Τέλος, η κατάρτιση των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία με ΤΠΕ τονίστηκε ιδιαίτερα ως κρίσιμος παράγοντας από τους φοιτητές (ν=10).

4. Συμπεράσματα

Οι φοιτητές κατάφεραν να ενσωματώσουν ΜΥΣ στην πλειοψηφία των πειραμάτων και να παράγουν διδακτικό υλικό που έκανε ουσιαστική χρήση των ΜΥΣ. Παράλληλα, όμως, συνάντησαν και δυσκολίες που έφεραν στο φως πορίσματα για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών. Συγκεκριμένα:

α) οι φοιτητές φάνηκε να ακολουθήσαν ένα ΠΓΠ προς ΤΠΓΠ μοντέλο ανάπτυξης ΤΠΓΠ (Σχήμα 2α). Αυτό αφενός είναι εύλογο, εφόσον οι φοιτητές, λειτουργώντας βάσει της ταυτότητάς τους (identity) ως μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, των πρότερων βιωμάτων τους ως μαθητές και ως ασκούμενοι εκπαιδευτικοί είχαν κύριο μέλημα ζητήματα ΠΓΠ, ενώ η ενσωμάτωση των ΤΠΕ ήταν μεταγενέστερο μέλημα –το οποίο δεν εκπληρούνταν απαραίτητα ή δεν εκπληρούνταν αποτελεσματικά. Αφετέρου, όμως, ο προσανατολισμός τους αυτός, καθώς και η ασφάλεια της προϋπάρχουσας ΠΓΠ φαίνεται να περιορίζει την ενσωμάτωση των ΤΠΕ. Παρόμοια αποτελέσματα αναδεικνύονται σε έρευνες σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς (Niess et al. 2010), όπου η ΠΓΠ τους είναι ασφαλώς πιο ανεπτυγμένη σε σχέση με τους φοιτητές (Koehler & Mishra 2014), άρα το μοντέλο ΠΓΠ προς ΤΠΓΠ ενδεχομένως απαντάται ακόμα πιο έντονα. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι μοντέλα ανάπτυξης ΠΓΠ και ΤΠΓΠ ταυτόχρονα (Σχήμα 2γ), όπως μέσω σχεδιασμού και υλοποίησης τεχνουργημάτων ή επίλυσης ρεαλιστικών προβλημάτων, ίσως θα είχαν καλύτερο αποτέλεσμα όσο αφορά την αποδοτική ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

β) οι φοιτητές καλούνταν να αναμορφώσουν την μέχρι τώρα Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση τους προς μια πιο μαθητοκεντρική χρήση των ΤΠΕ, ως εγγενές εργαλείο της διερεύνησης και ως σημαντικό κομμάτι της πειραματικής διαδικασίας, αξιοποιώντας ενεργά καινοτόμες λειτουργίες των ΜΥΣ. Η μαθητοκεντρική χρησιμότητα των ΜΥΣ ερχόταν σε σύγκρουση με την παραδοσιακού τύπου χρήση της Τεχνολογίας από τους εκπαιδευτικούς και που σύμφωνα με τους Waight & Abd-El Khalick (2018) εμποδίζει την ευρεία αποδοτική αξιοποίηση των ΤΠΕ.

γ) Οι φοιτητές, φάνηκε να δυσκολεύονται στην ανάπτυξη Τεχνολογικών Γνώσεων Περιεχομένου, καθώς, ενώ γνώριζαν τις δυνατότητες των ΜΥΣ από άλλα πειράματα και είχαν διατυπώσει τους διδακτικούς στόχους των πειραμάτων, δεν κατάφεραν πάραυτα να τους συνδυάσουν με τα ΜΥΣ σε ένα ποσοστό πειραμάτων.

Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, αναφορικά με τις καινοτόμες λειτουργίες των ΝΤ, όπως η ασυρματότητα, ότι παρά το γεγονός ότι οι φοιτητές έρχονται σε καθημερινή επαφή με ασύρματες συσκευές, δεν θεώρησαν



εντούτοις σημαντικό να ενταχθεί στο διδακτικό τους υλικό. Αυτό δείχνει, σε συμφωνία με πτυχές της ΦΤΤ, αφενός την πολυπλοκότητα στην ενσωμάτωση τεχνολογικών καινοτομιών στην εκπαίδευση και αφετέρου πως στη σύγχρονη κοινωνία η Τεχνολογία χρησιμοποιείται πολύ, αλλά κατανοείται λίγο (Waight & Abd-El-Khalick 2011).

Συνεπώς, απαιτείται μια πιο ολιστική προσέγγιση για την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη, η οποία θα μετατοπίζει το κέντρο βάρους από τα εργαλεία αυτά καθεαυτά, προς το γνωστικό υπόβαθρο χρήσης τους από τους εκπαιδευτικούς, καθώς και τις αντιλήψεις τους για τη φύση και τη χρησιμότητα των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

5. Βιβλιογραφία

- Bell, R. L., Maeng, J. L., & Binns, I. C. (2013). Learning in context: Technology integration in a teacher preparation program informed by situated learning theory. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(3), 348-379.
- Couso, D. (2016). Participatory Approaches to Curriculum Design From a Design Research Perspective. In *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences* (pp. 47-71). Springer, Dordrecht.
- DiGironimo, N. (2011). What is technology? Investigating student conceptions about the nature of technology. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1337-1352.
- Iliaki, G., Velentzas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2019). Exploring the music: a teaching-learning sequence about sound in authentic settings. *Research in Science & Technological Education*, 37(2), 218-238.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2014). Introducing tpck. In *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 13-40). Routledge.
- Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017.
- Niess, M. L., van Zee, E. H., & Gillow-Wiles, H. (2010). Knowledge growth in teaching mathematics/science with spreadsheets: Moving PCK to TPACK through online professional development. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 27(2), 42-52.
- Nicolaou, C. T., Nicolaidou, I., Zacharia, Z., & Constantinou, C. P. (2007). Enhancing fourth graders' ability to interpret graphical representations through the use of microcomputer-based labs implemented within an inquiry-based activity sequence. *Journal of computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(1), 75-99.
- Odom, A. L., Marszalek, J. M., Stoddard, E. R., & Wrobel, J. M. (2011). Computers and traditional teaching practices: Factors influencing middle level students' science achievement and attitudes about science. *International Journal of Science Education*, 33(17), 2351-2374.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5), 1-6.
- Sokoloff, D. R., Laws, P. W., & Thornton, R. K. (2007). RealTime Physics: active learning labs transforming the introductory laboratory. *European Journal of Physics*, 28(3), S83.
- Songer, N. B. (1998). Can technology bring students closer to science. *The international handbook of science education*, 1, 333-347.
- Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 885-897.
- Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2018). Technology, Culture, and Values: Implications for Enactment of Technological Tools in Precollege Science Classrooms. In *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education* (pp. 139-165). Springer, Cham.



Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2012). Nature of Technology: Implications for design, development, and enactment of technological tools in school science classrooms. *International Journal of Science Education*, 34(18), 2875-2905.

Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2011). From scientific practice to high school science classrooms: Transfer of scientific technologies and realizations of authentic inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 37-70.

Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2007). The impact of technology on the enactment of “inquiry” in a technology enthusiast’s sixth grade science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 154-182.

Warr, M., Mishra, P., & Scragg, B. (2019, March). Beyond TPACK: Expanding Technology and Teacher Education to Systems and Culture. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2558-2562). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).



Απόψεις χημικών εκπαιδευτικών για την ένταξη διαδικτυακών εργαλείων που στηρίζουν διερευνητικές δραστηριότητες στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Κατερίνα Σάλτα¹, Λεμονιά Αντώνογλου², Διονύσιος Κουλουγλιώτης²

¹Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ²Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται απόψεις εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ένταξη διαδικτυακών εργαλείων που υποστηρίζουν δραστηριότητες διερεύνησης στη διδασκαλία της Χημείας, όπως αναδείχθηκαν από την ανάλυση περιεχομένου συνεντεύξεων έξι εκπαιδευτικών οι οποίοι χρησιμοποίησαν ένα τέτοιου είδους εργαλείο στις τάξεις τους. Διαπιστώθηκε ότι οι απόψεις μπορούν να οργανωθούν σε τέσσερις βασικές ομάδες που αφορούν στους τρόπους, τα πλεονεκτήματα και τα εμπόδια ένταξης καθώς και στην αξιολόγηση της εργασίας των μαθητών. Κάθε μία από αυτές τις ομάδες εμπεριέχει απόψεις οι οποίες σχετίζονται είτε με τη διδακτική προσέγγιση, το επιστημονικό περιεχόμενο, τους εκπαιδευτικούς, τους μαθητές ή/και την υλικοτεχνική υποδομή.

Λέξεις-κλειδιά: διαδικτυακά εργαλεία, δραστηριότητες διερεύνησης, απόψεις εκπαιδευτικών

Chemistry teachers' views on integrating online tools supporting inquiry activities into science teaching

Katerina Salta¹, Lemonia Antonoglou², Dionysios Koulougliotis²

¹Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens, ²Department of Environment, Ionian University

Abstract

In this work, we present the views of middle and high school teachers regarding the integration of online tools supporting inquiry activities into chemistry teaching, as they were brought out from the content analysis of interviews provided by six teachers who used such a tool in their classrooms. It was shown that their views may be organized into four main groups which concern advantages, barriers and methods of integration as well as the evaluation of the students' work. Each group contains views which are related to either the teaching approach, the scientific content, the teachers, the students, or/and the infrastructure.

Keywords: online tools, inquiry activities, teachers' views



1. Εισαγωγή

Οι ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) έχουν προσπαθήσει να εντοπίσουν τεχνολογίες που μπορούν να υποστηρίξουν την επιστημονική κατανόηση των μαθητών, καθώς και δραστηριότητες και πρακτικές που υποστηρίζουν τους μαθητές να εμπλακούν σε διαδικασίες διερεύνησης στα μαθήματα ΦΕ (Shemwell et al. 2015). Η πολλά υποσχόμενη εισαγωγή εφαρμογών του διαδικτύου στην εκπαίδευση έχει εμφανίσει και προβλήματα (Harris et al. 2009), όπως την αναντιστοιχία μεταξύ της οπτικής των προγραμματιστών/σχεδιαστών για την αξιοποίηση και χρήση τους και του τρόπου με τον οποίο οι περισσότεροι από τους χρήστες (εκπαιδευτικοί και μαθητές) τις χρησιμοποιούν. Η υπεροχή των διαδικτυακών έναντι των παραδοσιακών εφαρμογών σε μαθησιακά αποτελέσματα πρέπει να είναι αντιληπτή από τους εκπαιδευτικούς προκειμένου να «επενδύσουν» στις προσπάθειες που απαιτούνται για την ένταξη των εφαρμογών στο πλαίσιο της εκπαίδευσης (Apotheker & Veldman, 2015).

Οι εκπαιδευτικοί με τις εμπειρίες τους και τη μεταξύ τους επικοινωνία βρίσκονται ανάμεσα στους παράγοντες που αλληλεπιδρούν και καθορίζουν το ρόλο των τεχνολογικών καινοτομιών στην εκπαιδευτική πρακτική (Kim et al. 2007). Τα εμπόδια και οι προκλήσεις των εκπαιδευτικών κατά την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στην διδακτική πράξη αποτελούν αντικείμενο διαρκούς ερευνητικής δραστηριότητας (Ertmer et al. 2012, Zinger et al. 2017). Η παρούσα εργασία εστιάζει σε μια ομάδα χημικών εκπαιδευτικών που χρησιμοποίησε διαδικτυακά εργαλεία –εφαρμογές στην διδασκαλία τους και το ερευνητικό ερώτημα που καθοδηγεί την έρευνα είναι:

Ποιες είναι οι απόψεις χημικών εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη δυνατότητα ένταξης διαδικτυακών εργαλείων (ΔΕ) που υποστηρίζουν διερευνητικές δραστηριότητες μαθητών στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών;

2. Μεθοδολογία

Για την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος ακολουθήθηκε ποιοτικός ερευνητικός σχεδιασμός, ο οποίος περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων από συνεντεύξεις έξι εκπαιδευτικών (τρεις άνδρες – τρεις γυναίκες) μετά την εμπειρία τους από τη χρήση κάποιου ΔΕ στη διδασκαλία τους. Οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκαν και μετά την απομαγνητοφώνησή τους αναλύθηκαν τα κείμενα που προέκυψαν.

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν εκπαιδευτικοί με δυνατότητα και προθυμία να συμμετέχουν στην έρευνα. Τα κριτήρια επιλογής ήταν: (α) η εκπαιδευτική εμπειρία τους, (β) ο τύπος του σχολείου (Γυμνάσιο/Λύκειο) και (γ) η εξοικείωση με τις ψηφιακές τεχνολογίες (πιστοποίηση σε ανάλογες δεξιότητες: ΤΠΕ Α', Β' επιπέδου).

Η ηλεκτρονική πλατφόρμα WISE (<https://wise.berkeley.edu>), η οποία προσφέρει ένα μαθησιακό περιβάλλον που στηρίζεται στη μάθηση μέσω διερεύνησης, χρησιμοποιήθηκε ως πλαίσιο ένταξης ΔΕ όπως προσομοιώσεις επιστημονικών μοντέλων ή εργαλείων για την κατασκευή στατικών και δυναμικών οπτικών μοντέλων. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες (2-3 άτομα), ενώ ο εκπαιδευτικός τους καθοδηγεί και υποστηρίζει την εμπλοκή τους σε πρακτικές επιστημονικής διερεύνησης κοινωνικο-επιστημονικών θεμάτων. Η αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών βασίζεται κυρίως σε γραπτές εξηγήσεις, επιχειρηματολογία και δημιουργία οπτικών μοντέλων με στόχο την ανάπτυξη «επιστημονικής συλλογιστικής» από τους μαθητές με κατάλληλη ένταξη του περιεχομένου γνώσης σε αυτήν.



Η Α' φάση της μελέτης βασίστηκε στη συζήτηση μεταξύ των συγγραφέων και δέκα εκπαιδευτικών (πέντε άνδρες – πέντε γυναίκες) σχετικά με τη δυνατότητα ένταξης ΔΕ στην εκπαιδευτική τους πρακτική και η ανάλυση των δεδομένων (Αντώνηλου κ.ά. 2018) ανέδειξε σημαντικά εμπόδια σχετικά με τα παρακάτω: (α) την υλικοτεχνική υποδομή, (β) την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών (γ) τη διδακτική προσέγγιση της διερεύνησης.

Κατόπιν, στη Β' φάση της μελέτης, τρεις από τους εκπαιδευτικούς χρησιμοποίησαν εργαλεία από την ενότητα WISE με τίτλο «Χημικές Αντιδράσεις: Πώς Μπορούμε να Επιβραδύνουμε την Κλιματική Αλλαγή», δύο αξιοποίησαν εργαλεία από την ενότητα με τίτλο «Πώς Μπορούμε να Ανακυκλώσουμε τα Παλαιά Ελαστικά» και μία εκπαιδευτικός χρησιμοποίησε ΔΕ και από τις δύο ενότητες στη διδασκαλία της. Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας με τη χρήση των ΔΕ και οι έξι εκπαιδευτικοί έδωσαν συνέντευξη στους συγγραφείς σχετικά με την εμπειρία τους. Οι έξι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στη Β' φάση της μελέτης είχαν συνοπτικά τα παρακάτω χαρακτηριστικά: είχαν 10 – 20 χρόνια διδακτικής εμπειρίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εργάζονταν όλοι σε δημόσια σχολεία (ένας σε Γυμνάσιο και πέντε σε Λύκειο) και τέλος όσον αφορά στην μετεκπαίδευση σε ΤΠΕ τρεις είχαν πιστοποίηση Α' και Β' επιπέδου, δύο μόνο Α' επιπέδου και ένας δεν είχε αντίστοιχη επίσημη πιστοποίηση. Η συνέντευξη αποτελούνταν από συνολικά 15 ερωτήσεις ανοικτού τύπου οι οποίες σχετιζόνταν με τα παρακάτω θέματα: α) Τρόπος ενσωμάτωσης ΔΕ στη διδασκαλία – Δυσκολίες εκπαιδευτικών και μαθητών (4 ερωτήσεις), β) Βίωμα των μαθητών από τη χρήση του ΔΕ (3 ερωτήσεις), γ) Βίωμα εκπαιδευτικών από τη χρήση του ΔΕ (2 ερωτήσεις), δ) Επιχειρηματολογία και εξηγήσεις μαθητών (3 ερωτήσεις), ε) Συμβολή ΔΕ στην κατανόηση των εννοιών και την υιοθέτηση επιστημονικού τρόπου σκέψης (2 ερωτήσεις) και στ) Σύνδεση διδασκαλίας επιστημονικού περιεχομένου με κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα (1 ερώτηση).

3. Αποτελέσματα

Η ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων των εκπαιδευτικών (Φάση Β' της έρευνας), μετά από ανοικτή και αξονική κωδικοποίηση (Robson 2007), ανέδειξε ομάδες απόψεων των εκπαιδευτικών οι οποίες μπορούν να ενταχθούν σε μία δισδιάστατη δομή (Πίνακας 1)

Η πρώτη διάσταση σχετίζεται με τέσσερα βασικά ζητήματα που αφορούν στην ένταξη των ΔΕ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα τα παρακάτω: τρόποι ένταξης γενικά των ΔΕ, πλεονεκτήματα/οφέλη, εμπόδια ένταξης των ΔΕ και αξιολόγηση εργασίας μαθητών στα ΔΕ (στήλες του Πίνακα 1). Σύμφωνα με τη δεύτερη διάσταση το κάθε ένα από αυτά τα βασικά ζητήματα αναλύεται σε επιμέρους άξονες ανάλογα με το αν αφορά: στη διδακτική προσέγγιση, στο περιεχόμενο, τους εκπαιδευτικούς, τους μαθητές και την υλικοτεχνική υποδομή (γραμμές του Πίνακα 1).

Από τα ΔΕ της πλατφόρμας WISE, οι εκπαιδευτικοί αποτίμησαν θετικά τα εργαλεία: συλλογής στοιχείων και ιδεών, πειραματισμού με μοντέλα και αναλογίες, ανάπτυξης μοντέλων από τους χρήστες και τα βίντεο των πειραμάτων. Στα αρνητικά στοιχεία τοποθέτησαν το ασαφές περιεχόμενο κάποιων εικόνων και τη δυσκολία χειρισμού κάποιων εφαρμογών.

Ακολουθούν χαρακτηριστικά αποσπάσματα από τις συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών τα οποία στοιχειοθετούν τα ευρήματα του Πίνακα 1 (δηλαδή τα τέσσερα βασικά ζητήματα αναφορικά με την ένταξη των ΔΕ στη διδασκαλία των ΦΕ):



Πίνακας 1: Ταξινόμηση των απόψεων των εκπαιδευτικών

Άξονες ταξινόμησης	Τρόποι ένταξης ΔΕ στη διδασκαλία	Πλεονεκτήματα ένταξης ΔΕ στη διδασκαλία	Εμπόδια ένταξης ΔΕ στη διδασκαλία	Αξιολόγηση εργασίας μαθητών
Διδακτική προσέγγιση	<ul style="list-style-type: none"> • εισαγωγή με παραδοσιακή διδασκαλία πριν την εφαρμογή • ανασκόπηση μετά την εφαρμογή • αξιολόγηση μαθητών κατά και μετά την εφαρμογή • παράλειψη χρονοβόρων βημάτων της εφαρμογής 	<ul style="list-style-type: none"> • σύνδεση του επιστημονικού περιεχομένου με κοινωνικό - επιστημονικά ζητήματα • εστίαση στον επιστημονικό τρόπο σκέψης 	<ul style="list-style-type: none"> • απαιτούμενος χρόνος για διερεύνηση • Έλλειψη κουλτούρας εμπλοκής με διερεύνηση 	<ul style="list-style-type: none"> • εξηγήσεις σύντομες και απλοϊκές • επιχειρηματολογία με τάση μαθητών να αναφέρονται σε προσωπικές πεποιθήσεις ή • επιχειρηματολογία με τάση μαθητών να παρέχουν μακροσκοπικές εξηγήσεις.
Περιεχόμενο	<ul style="list-style-type: none"> • ύλη στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος 	<ul style="list-style-type: none"> • σύνδεση μικρόκοσμου με μακρόκοσμο • χρήση διδασκόμενων εννοιών σε εξηγήσεις καθημερινών καταστάσεων 	<ul style="list-style-type: none"> • Η χημεία της καθημερινής ζωής είναι συχνά πολύπλοκη 	<ul style="list-style-type: none"> • δυσκολία σύνδεσης αιτίου – μακροσκοπικού αποτελέσματος • μη εμπέδωση των εννοιών
Εκπαιδευτικοί	<ul style="list-style-type: none"> • οργανωτικός ρόλος • διευκολυντικός ρόλος (τεχνικό μέρος της εφαρμογής) • παρεμβατικός ρόλος (διαχείριση χρόνου και ομάδας) 	<ul style="list-style-type: none"> • θετική εμπειρία • ενδιαφέρουσα διδακτική εμπειρία 	<ul style="list-style-type: none"> • άγχος λόγω χρόνου και υλικοτεχνικής υποδομής 	
Μαθητές	<ul style="list-style-type: none"> • εργασία σε ομάδες • μεγάλη αλληλεπίδραση 	<ul style="list-style-type: none"> • εργασία σε ομάδες • αυτενέργεια • ενδιαφέρον • θετική εμπειρία ιδιαίτερα για τους πιο αδύναμους 	<ul style="list-style-type: none"> • εξάρτηση από το σχολικό εγχειρίδιο • άγχος/προβληματισμός για την ορθότητα των απαντήσεων • έλλειψη αυτορρύθμισης • έλλειψη εξοικείωσης με τη χρήση του γραπτού λόγου στα μαθήματα ΦΕ • ωφελιμιστική αντιμετώπιση μαθήματος • έλλειψη εξοικείωσης στον σχεδιασμό μοντέλων • αντιμετώπιση εργαλείων ως παιχνίδι 	
Υλικοτεχνική υποδομή			<ul style="list-style-type: none"> • λειτουργία υπολογιστών • λειτουργία δικτύου • διαθεσιμότητα αίθουσας υπολογιστών • διαθέσιμος χώρος 	



Τρόποι ένταξης ΔΕ στη διδασκαλία

- Διδακτική προσέγγιση: «ουσιαστικά πιο πολύ χρησιμοποίησα το WISE για να διδάξω την έννοια και έκανα για μία ώρα έτσι μία ανασκόπηση πάνω στο τι είπαμε για να τα τακτοποιήσουν λίγο στο μυαλό τους» (Κυριάκος).
- Περιεχόμενο: «Πέρασα κάποια βήματα τα οποία δεν ήταν στην ύλη των μαθητών» (Κωνσταντίνα)
- Εκπαιδευτικοί: «Ο δικός μου ο ρόλος ήταν του συντονιστή και του τεχνικού. Δεν προσπάθησα να δώσω εξηγήσεις. Όταν υπήρχε ιδιαίτερη απορία έλεγα ξανακοιτάξτε την πλατφόρμα. Οπότε προσπάθησα να μην αναμιχθώ» (Ιφιγένεια).
- Μαθητές: «Αλληλεπιδρούσαν μέσα στην ομάδα τους» (Θάνος).

Πλεονεκτήματα ένταξης ΔΕ στη διδασκαλία

- Διδακτική προσέγγιση: «...τους βάζει να ψάξουν μόνοι τους, παραπέμπει στον τρόπο που λειτουργούν οι επιστήμονες... δηλαδή κάπως επαγωγικά... ότι δηλαδή προσπαθούν ας πούμε να εξερευνήσουν κάτι και από εκεί και πέρα σιγά σιγά να κάνουν γενικεύσεις» (Θάνος), «το επιστημονικό περιεχόμενο, χημικές αντιδράσεις για παράδειγμα, θα πρέπει να συνδέονται με επιστημονικά κοινωνικά ζητήματα πχ την κλιματική αλλαγή...γιατί η επιστήμη αναπτύχθηκε όχι μόνο για να απαντήσει φιλοσοφικά ερωτήματα αλλά και για να δώσει λύσεις σε μία σειρά θέματα τεχνολογίας και επιστημονικά, κοινωνικά» (Κωνσταντίνα).
- Περιεχόμενο: «έχει μία λογική να συνδέσει τον μικρόκοσμο με τον μακρόκοσμο» (Κυριάκος).
- Εκπαιδευτικοί: «πάρα πολύ θετική εμπειρία, το συγκεκριμένο με έχει εντυπωσιάσει» (Κωνσταντίνα)
- Μαθητές: «...είναι αρκετά ανοιχτό. Δεν κατευθύνει τους μαθητές τι θα πούνε... δεν τους δίνει έτοιμο κάτι, ζητάει από τα ίδια να αναπτύξουν ένα μοντέλο ή ένα τρόπο για να εξηγήσουνε...» (Κυριάκος), «μου άρεσε που αυτενεργεί ο μαθητής» (Θάνος), «οι πιο αδύναμοι μαθητές αυτοί που δεν ενδιαφέρονταν στην τάξη, στο μάθημα αυτοί το βίωσαν πιο θετικά από ό,τι οι πιο καλοί μαθητές» (Κωνσταντίνα).

Εμπόδια ένταξης ΔΕ στη διδασκαλία

- Διδακτική προσέγγιση: «εδώ η διερεύνηση απαιτεί πολύ χρόνο, περισσότερες ώρες από τα παιδιά. Αυτό είναι ένα αρνητικό, έτσι όπως είναι το εκπαιδευτικό μας σύστημα» (Βάγια).
- Περιεχόμενο: «η Χημεία της καθημερινής ζωής γενικά είναι δύσκολη» (Θάνος).
- Εκπαιδευτικοί: «υπήρχε μία ένταση τόσο ως προς το αν θα δουλέψουν οι υπολογιστές, τόσο για το αν θα είναι άδεια η αίθουσα, αν τα παιδιά θα προχωρήσουν μέσα σε λογικά χρονικά όρια» (Κυριάκος).
- Μαθητές: «τα παιδιά δεν είχαν την κουλτούρα να δουλέψουν σε μία τέτοια εφαρμογή διότι ουσιαστικά έπρεπε αυτοί να αυτορυθμίζονται...», (Κωνσταντίνα) «βρίσκονται σε κατάσταση ωφελιμισμού...δηλαδή αν θα μπει στο τέλος αυτό», «το έβλεπαν πιο πολύ σαν παιχνίδι και λιγότερο σαν μαθαίνω κάτι» (Στέφανος), «είχανε μία ανασφάλεια ότι αυτά που γράφανε είναι λάθος και θα εκτεθούν» (Κυριάκος).
- Υλικοτεχνική υποδομή: «πρέπει το εργαστήριο πληροφορικής να είναι σε διαθεσιμότητα τις ώρες που έχεις Χημεία» (Στέφανος), «υπήρξαν τεχνικές δυσκολίες, δηλαδή κάποιοι υπολογιστές δεν άνοιγαν καλά, σε άλλους κοβόταν η σύνδεση στο ίντερνετ ή δε δούλευε η οθόνη» (Κυριάκος).

Αξιολόγηση εργασίας των μαθητών

- Μαθητές: «θα χαρακτηρίζα τις εξηγήσεις πιο απλοϊκές», «...οι εξηγήσεις τους ήταν πάρα πολλές φορές σύντομες», «τις περισσότερες φορές τα παιδιά χρησιμοποιούσαν ως εξήγηση, κάτι που πιστεύανε δηλαδή μία πεποίθηση τους» (Κωνσταντίνα).



«Δεν μπορούσαν να καταλάβουν ότι αυτή η αύξηση οφείλεται στην καύση υδρογονανθράκων... δεν έκαναν αυτή τη σύνδεση που την περίμενα να την κάνουν» (Ιφιγένεια).

4. Συμπεράσματα

Η ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων έξι χημικών εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίοι χρησιμοποίησαν στη διδασκαλία τους δύο ενότητες του διαδικτυακού εργαλείου WISE με μια διερευνητική προσέγγιση, ανέδειξε τους τρόπους, τα πλεονεκτήματα καθώς και τα εμπόδια ένταξης τα οποία αφορούν στη διδακτική προσέγγιση, το επιστημονικό περιεχόμενο, τους εκπαιδευτικούς, τους μαθητές και την υλικοτεχνική υποδομή. Επιπλέον η αξιολόγηση της εργασίας των μαθητών ανέδειξε δυσκολίες που αυτοί αντιμετωπίζουν στη διατύπωση εξηγήσεων και επιχειρημάτων.

Οι εκπαιδευτικοί, προκειμένου να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του ασφυκτικού πλαισίου του προγράμματος σπουδών της Χημείας με έμφαση στο περιεχόμενο της επιστήμης, έχουν διαμορφώσει αντιλήψεις και υιοθετήσει πρακτικές στις οποίες προσαρμόζουν την ένταξη των ΔΕ που υποστηρίζουν διερευνητικές δραστηριότητες. Οι γενικότερες αντιλήψεις τους σχετικά με την έμφαση της διδασκαλίας της Χημείας καθοδηγούν τις απόψεις τους για διερευνητικές δραστηριότητες με χρήση ΔΕ. Για παράδειγμα, όταν κάποιος θεωρεί ότι προτεραιότητα είναι η κάλυψη κάποιας ύλης και όχι το πώς θα σκεφτεί ο μαθητής, θεωρεί ως εμπόδιο τον χρόνο που απαιτεί η διερεύνηση ενός φαινομένου ή η μύηση των μαθητών στην ανάπτυξη της επιστημονικής επιχειρηματολογίας. Φαίνεται, δηλαδή, πως οι εμπειρίες των εκπαιδευτικών καθορίζουν τις αντιλήψεις τους και αυτές με τη σειρά τους τον τρόπο που εντάσσουν τα ΔΕ στην εκπαιδευτική πρακτική τους. Η σημασία των αντιλήψεων και στάσεων των εκπαιδευτικών σχετικά με το ρόλο της τεχνολογίας στην τάξη έχει συνδεθεί με τα γνωστά ως δεύτερης-τάξης (second-order) εμπόδια ένταξης των ΔΕ στη διδασκαλία τα οποία μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολο να ξεπεραστούν (Ertmer et al. 2012, Mirzajani & Mahmud 2015).

Η μη αναγνώριση από τους εκπαιδευτικούς της υπεροχής των διαδικτυακών έναντι των παραδοσιακών εφαρμογών στα μαθησιακά αποτελέσματα που στοχεύει το πρόγραμμα σπουδών της Χημείας (Apotheker & Veldman, 2015), καθώς και η υλικοτεχνική υποδομή των σχολείων θεωρούνται επιπλέον εμπόδια στην ένταξη των εφαρμογών στο πλαίσιο της εκπαίδευσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η τεχνική υποστήριξη αναφέρεται συχνά ως εμπόδιο στην επιτυχή παιδαγωγική εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στη σχολική τάξη το οποίο εμφανίζεται τόσο σε αναπτυσσόμενες όσο και σε ανεπτυγμένες χώρες (Warschauer 2011). Το άγχος και ο εκνευρισμός που προκαλούνται από τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά τη χρήση των υπολογιστών (συνδεδεμένα είτε με hardware είτε με software) μπορούν να αποθαρρύνουν τους εκπαιδευτικούς από τη χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Zinger et al. 2017). Η συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών και ερευνητών προτείνεται από τους συμμετέχοντες και την ερευνητική ομάδα ως πρακτική που βοηθά τόσο στην επίλυση πρακτικών προβλημάτων, όσο και στη δημιουργία κλίματος υποστήριξης και ασφάλειας.

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια Μεταδιδακτορικής Έρευνας (Δικαιούχος: Λεμονιά Αντώνογλου) που υλοποιείται με υποτροφία του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ), η οποία χρηματοδοτείται από την Πράξη «Ενίσχυση μεταδιδακτορικών ερευνητών/ερευνητριών» από τους πόρους του Ε.Π. «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» με άξονες προτεραιότητας 6, 8, 9 και συγχρηματοδότηση από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ και το ελληνικό δημόσιο



5. Βιβλιογραφία

Αντώνογλου, Λ., Σάλτα, Κ., Κουλουγλιώτης, Δ. (2018) Ένταξη διαδικτυακών εργαλείων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. *Πρακτικά 17^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ένωσης Ελλήνων Φυσικών – «Η Φυσική συναντά την κοινωνία»*, Τόμος 1^{ος}, σελ. 72 – 81, Θεσσαλονίκη 15-18 Μαρτίου 2018.

Robson, C. (2007). *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου*. Gutenberg, Αθήνα.

Apotheker, J., & Veldman, I. (2015). Twenty-First Century Skills: Using the Web in Chemistry Education. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (pp. 563–594). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-Based Technology Integration Reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393–416.

Ertmer, P.A., Ottenbret-Leftwich, A.T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435.

Kim, M. C., Hannafin, M. J., & Bryan, L. A. (2007). Technology-enhanced inquiry tools in science education: An emerging pedagogical framework for classroom practice. *Science Education*, 91(6), 1010–1030.

Mirzajani, H. & Mahmud, R. (2015). A review of research literature on obstacles that prevent use of ICT in pre-service teachers' educational courses. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 3(2), 25-31.

Shemwell, J. T., Chase, C. C., & Schwartz, D. L. (2015). Seeking the general explanation: A test of inductive activities for learning and transfer. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(1), 58–83.

Warschauer, M. (2011). *Learning in the Cloud: How (and why) to transform schools with digital media*. New York, NY: Teachers College Press

Zinger, D., Tate, T., & Warschauer M. (2017). Learning and teaching with technology: Technological pedagogy and teaching practice. In D. J. Clandinin & J. Husu (Eds.), *The SAGE Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 577-593). London: SAGE Publications.



Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών Γ΄ Λυκείου για τις έννοιες έργο και ενέργεια: Επίτευξη απλών γνωστικών συγκρούσεων με τη χρήση των ΤΠΕ.

Ιωάννης Σαραντόπουλος¹, Γεώργιος Κ. Ζαχαρής²

¹1^ο Γενικό Λύκειο Αγίας Παρασκευής, ²Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των ιδεών μαθητών της Γ' Λυκείου για τις έννοιες του έργου και της ενέργειας πριν και μετά την εφαρμογή διδακτικής παρέμβασης μέσω της χρήσης των ΤΠΕ. Για την καταγραφή των αντιλήψεών τους και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διδασκαλίας στην εννοιολογική κατανόηση και αλλαγή, συμπληρώθηκαν από τους μαθητές, ηλεκτρονικά, ερωτηματολόγια πριν, κατά και μετά τη διδασκαλία. Καταδείχθηκαν αντιλήψεις που συμβαδίζουν με της βιβλιογραφίας. Οι μαθητές δυσκολεύονται στην κατανόηση της Αρχής Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας, κατανοούν περισσότερο την έννοια της κινητικής ενέργειας και λιγότερο της δυναμικής ενώ αποδέχονται τον πειραματισμό σε εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα.

Λέξεις-κλειδιά: Αντιλήψεις, ΤΠΕ, προσομοίωση, έργο, ενέργεια.

Investigation of 3rd Lyceum students' ideas regarding the concepts of work and energy: using ICT to generate cognitive conflicts.

Ioannis D. Sarantopoulos¹, Georgios K. Zacharis²

¹1st Lyceum Agias Paraskevis, ²[Hellenic Open University](http://www.hopen.gr)

Abstract

We explored the 3rd grade's Lyceum students' perceptions on the concepts of work and energy and assessed the effects of a teaching intervention, developed using ICT, on their conceptual understanding and change. Students were asked to complete an online questionnaire before, during and after the intervention. According to our findings, which were in consistency with the bibliography, students show difficulties in conceptual understanding of the Mechanical Energy Conservation Authority, they consider that the concept of Kinetic Energy is more comprehensible than the Dynamic Energy, while they were positive in experimenting with virtual laboratory environments.

Keywords: Student's perceptions, ICT, simulation, Work, Energy.



1. Εισαγωγή

Οι πρακτικο-βιωματικές γνώσεις που έχουν διαμορφώσει οι μαθητές πριν ακόμη διδαχθούν οτιδήποτε για τις διάφορες φυσικές έννοιες, ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά από την επιστημονικά αποδεκτή άποψη (Κουλαϊδής 2001). Η αλλαγή των αντιλήψεων μπορεί να επιτευχθεί κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής μέσω των γνωστικών συγκρούσεων (Ραβάνης 2016). Με τις ΤΠΕ μπορούν να δημιουργηθούν κατάλληλα περιβάλλοντα μάθησης που προάγουν την κριτική σκέψη, και μέσω των προσομοιώσεων των πραγματικών εργαστηρίων να δημιουργούνται οπτικές αναπαραστάσεις στα φυσικά φαινόμενα χωρίς να υπεισέρχονται πραγματικοί περιορισμοί (τριβές, θερμικές απώλειες κτλ.), ώστε να μελετώνται δύσκολα φυσικά φαινόμενα και έννοιες και να πραγματοποιείται αναίρεση λανθασμένων βημάτων επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση πόρων και χρόνου (Togero & Braun 2006, Μιχαηλίδης 2007). Οι πειραματικές προσεγγίσεις σε πραγματικά αλλά και σε εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα συνεισφέρουν αποτελεσματικά στην εννοιολογική αλλαγή των αντιληπτικών ιδεών των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες, βοηθώντας τους να οικοδομήσουν νέες γνώσεις (Zacharia & Constantinou 2008, Zacharia 2007, Ολυμπίου & Ζαχαρία 2009).

Οι μαθητές φαίνεται να σχετίζουν την ενέργεια με τα έμβια όντα, θεωρούν ότι είναι αποθηκευμένη σε κάποια αντικείμενα, και ότι συνδέεται με τη δύναμη, την κίνηση ή την ισχύ (Trumper 1993, Κολιόπουλος 1997). Θεωρούν ότι η κινητική ενέργεια ενός αντικείμενου δεν αυξάνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητά του, είναι αναξάρτητη από τη μάζα του, ενώ τα αντικείμενα που πέφτουν δεν έχουν κινητική ενέργεια (Finegold & Trusnper 1989, Herrmann-Abell & DeBoer 2009, Kruger 1990). Επιπρόσθετα, θεωρούν ότι η δυναμική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από την διαδρομή που διανύει το σώμα για να φτάσει στο σημείο αναφοράς, ότι αυξάνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του σώματος, ότι εμφανίζεται μόνο στην άκρη ενός γκρεμού ή ενός τραπέζιου αλλά όχι σε κάποια απόσταση από την άκρη και πως τα κινούμενα σώματα έχουν ενέργεια σε αντίθεση με τα ακίνητα που δεν έχουν ενέργεια (Bliss & Ogborn 1985, Duit 1981, Herrmann-Abell & DeBoer 2009, Kesidou & Duit, 1993, Kruger 1990, Loverude 2002, Singh & Rosengrant 2001).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο εντοπισμός και η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών της Γ' Λυκείου σχετικά με τις έννοιες του έργου και της ενέργειας πριν και μετά από διδακτική παρέμβαση στην οποία υποβλήθηκαν. Τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν από τους στόχους της έρευνας είναι α) ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών της Γ' τάξης του Λυκείου για τις έννοιες του έργου και της ενέργειας που συγκροτούν το μοντέλο «υλικό σημείο και κέντρο μάζας» και β) πώς μεταβάλλονται οι συλλογισμοί των μαθητών για τις έννοιες έργο και ενέργεια μετά τη συμμετοχή τους σε ένα μαθησιακό περιβάλλον που κάνει χρήση των ΤΠΕ.

2. Μεθοδολογία.

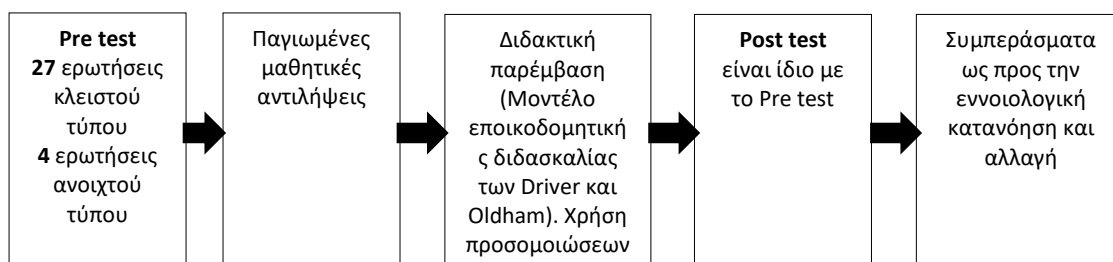
Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 57 μαθητές της Γ' τάξης του 1^{ου} Λυκείου της Αγίας Παρασκευής. Η ερευνητική διαδικασία ολοκληρώθηκε σε τρία στάδια (Κόκκοτας 2008).

Κατά το πρώτο στάδιο του προελέγχου (Pre test) διανεμήθηκε στους μαθητές ψηφιακό ερωτηματολόγιο για την καταγραφή των μαθητικών αντιλήψεων για το έργο και την ενέργεια. Το ερωτηματολόγιο προελέγχου βασίστηκε στα ερωτηματολόγια των Trumper (1993) και Bliss & Ogborn (1985) και περιλάμβανε 27 ερωτήσεις κλειστού τύπου και 4 ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Στις ερωτήσεις κλειστού τύπου οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν ποιες από τις προτεινόμενες απαντήσεις θεωρούνται ορθές.



Όσον αφορά τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, οι μαθητές καλούνται επιπλέον να εξηγήσουν το σκεπτικό για τέσσερις από τις επιλογές τους.

Σχήμα 2: Τα στάδια της έρευνας



Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τις ερωτήσεις κλειστού τύπου είναι ποσοτικά ενώ από τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου ποιοτικά.

Στο δεύτερο στάδιο σχεδιάστηκε κατάλληλη διδακτική παρέμβαση που αξιοποιεί τις ΤΠΕ για τη διδασκαλία βασισμένη στα αποτελέσματα του προελέγχου. Εστιάζοντας στις παγιωμένες μαθητικές αντιλήψεις αναπτύχθηκε διδακτικό σενάριο, το οποίο αποτελεί εννοιολογική διδακτική παρέμβαση βασισμένη στο μοντέλο επικοινωνιακής διδασκαλίας των Driver και Oldham με τη χρήση προσομοιώσεων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Με βάση το μοντέλο Driver και Oldham η διδασκαλία αναπτύχθηκε σε τρεις φάσεις. Στη φάση της ανάδειξης των ιδεών, στη φάση του πειραματισμού και ενθάρρυνσης για την αντικατάσταση των ιδεών και στη φάση της εφαρμογής των γνώσεων που αποκτήθηκαν. Οι μαθητικές αντιλήψεις έχουν στέρρες βάσεις και μπορεί να επανεμφανισθούν (Ioannides & Vosniadou 2002). Για το λόγο αυτό κατά τη διαδικασία των εικονικών πειραματισμών των φάσεων 1 και 2 του διδακτικού σεναρίου, ασκήθηκαν στους μαθητές επιπλέον ερωτήσεις ασχέτως αν στο Pre test είχαν εμφανίσει υψηλές συχνότητες σωστών απαντήσεων. Συνοπτικά, οι δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν παρατίθενται στον πίνακα 1.

Ομάδα εννέα ερωτήσεων του Pre test ήταν βασισμένες στο παιχνίδι (βάτραχος – ελατήριο) της εικόνας 1, όπου οι μαθητές κατέγραφαν αν συμφωνούν ή δεν συμφωνούν ή δεν είναι σίγουροι ή δεν καταλαβαίνουν την εκάστοτε πρόταση. Χαρακτηριστική ερώτηση κατά την οποία προέκυψε παγιωμένη μαθητική αντίληψη ήταν η εξής: «Όταν το ελατήριο με τον βάτραχο είναι συμπιεσμένο, ενώ δεν έχει ακόμα "πεταχτεί" προς τα επάνω, ο βάτραχος έχει ενέργεια». Στη συγκεκριμένη ερώτηση, μεγάλος αριθμός μαθητών (13 στους 57) χρησιμοποιώντας την αντιληπτική τους ιδέα, συνέδεσε την ενέργεια με την κίνηση επιλέγοντας «Δεν Συμφωνώ». Εξ αιτίας αυτού, στον σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης επιλέχθηκαν από το photodentro.edu.gr οι εξής προσομοιώσεις: Για τη μεν δεύτερη φάση του «πειραματισμού και της αντικατάστασης των ιδεών» αυτή της «Μηχανικής ενέργειας», για τη δε τρίτη φάση, της «εφαρμογής», αυτή της «Διατήρησης της ενέργειας» (εικόνα 2).



Πίνακας 1: Μαθητικές αντιλήψεις που προέκυψαν κατά τη φάση του Pre test και οι δραστηριότητες που εκτελέστηκαν

Παγιωμένες μαθητικές αντιλήψεις	Δραστηριότητα που πραγματοποιείται σχετικά με την αντίληψη.
Η ενέργεια είναι άμεσα συνδεδεμένη με την κίνηση οπότε κάτι ακίνητο δεν μπορεί να έχει ενέργεια.	Εκτελέστηκε δραστηριότητα προσομοίωσης και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητά της κατά τη διδακτική παρέμβαση.
Μερικοί μαθητές πιστεύουν ότι όταν κάποιο σώμα που ξεκινήσει την κάθοδό του δεν έχει πλέον βαρυτική δυναμική ενέργεια (έχει μηδενιστεί) αλλά μόνο κινητική, ενώ εξαρτάται από τη διαδρομή που κάνει το σώμα.	Εκτελέστηκε δραστηριότητα προσομοίωσης και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητά της κατά τη διδακτική παρέμβαση.
Μερικοί μαθητές πιστεύουν ότι όταν κάποιο σώμα που ξεκινήσει την κάθοδό του δεν έχει πλέον βαρυτική δυναμική ενέργεια (έχει μηδενιστεί) αλλά μόνο κινητική. Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από τη διαδρομή που κάνει το σώμα.	Εκτελέστηκε δραστηριότητα προσομοίωσης και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητά της κατά τη διδακτική παρέμβαση.
Αντιλήψεις που σχετίζονται με την εφαρμογή της αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας όπως την καταστροφή της ενέργειας κατά το μετασχηματισμό από τη μια μορφή στην άλλη.	Εκτελέστηκαν δραστηριότητες προσομοίωσης και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητά τους κατά τη διδακτική παρέμβαση.

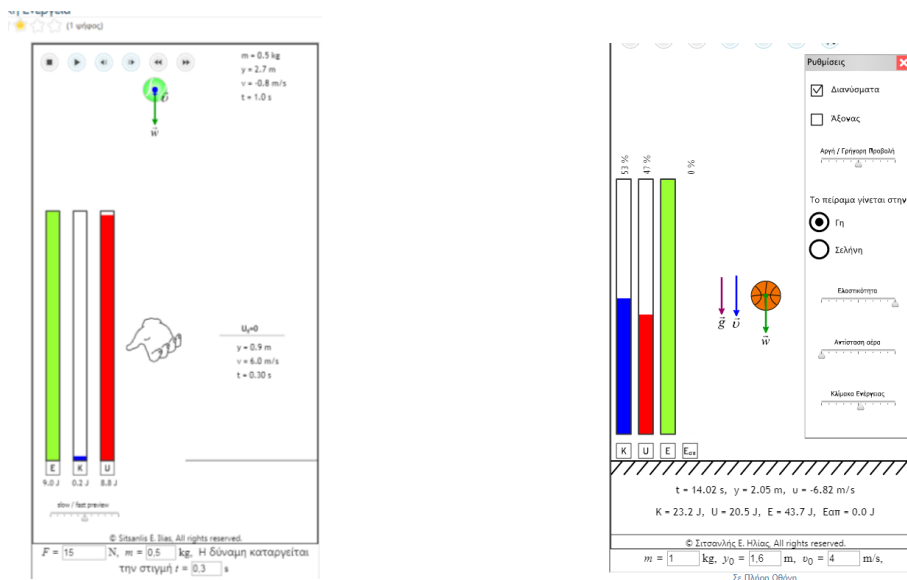
Εικόνα 1. Παιχνίδι «ελατήριο – βάτραχος». Οι μαθητές απαντούν στο ερωτηματολόγιο του Trumper (1993) σχετικά με τις αντιλήψεις για την ενέργεια.



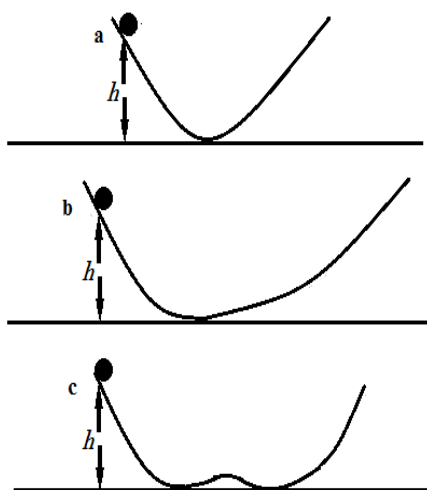
Δύο ερωτήσεις του Pre test που ήταν βασισμένες στο ερωτηματολόγιο Duit (1981), αφορούσαν στην καταγραφή των αντιλήψεων που σχετίζονται με την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας ή στην καταστροφή της κατά τον μετασχηματισμό της από τη μία μορφή στην άλλη. Οι ερωτήσεις της εικόνας 3 και της εικόνας 4 απαντήθηκαν από τους μαθητές ως εξής: Για μεν την ερώτηση της εικόνας 3 μόνο το 16% των μαθητών απάντησε ότι η μεταλλική μπίλια φθάνει και στις τρεις περιπτώσεις στο ίδιο ύψος, ενώ στην ερώτηση της εικόνας 4 μόνο το 19% των μαθητών επέλεξε την περίπτωση ότι η μπίλια φθάνει στο σημείο Β, μετά από κάθε διαδρομή, με την ίδια ταχύτητα.



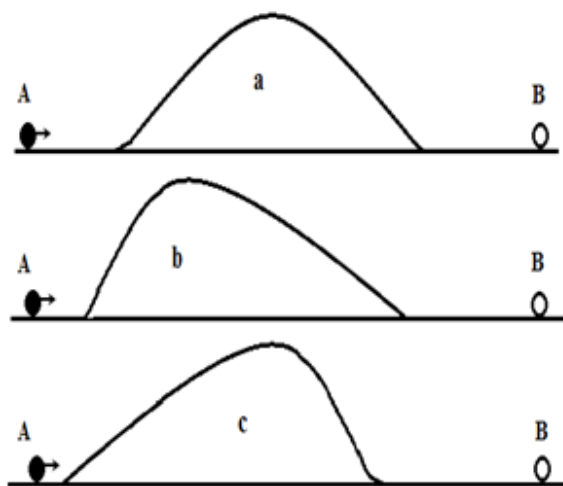
Εικόνα 2. Προσομοιώσεις Μηχανική ενέργεια, και Διατήρηση της ενέργειας



Εικόνα 3. Η σιδερένια μπίλια αφήνεται να κυλίσει σε διαφορετική κυρτή διαδρομή κάθε φορά από το ίδιο ύψος χωρίς τριβές. Σε ποια από τις τρεις περιπτώσεις θα φθάσει σε μεγαλύτερο ύψος.



Εικόνα 4. Εκτοξεύουμε μια μπίλια με την ίδια ταχύτητα (αρκετά μεγάλη να γλιστράει πάνω από τις πλαγιές) κινούμενη χωρίς τριβές σε διαφορετική διαδρομή κάθε φορά. Μπορείς να προβλέψεις σε ποια από τις τρεις περιπτώσεις θα φτάσει στο σημείο Β με μεγαλύτερη ταχύτητα.

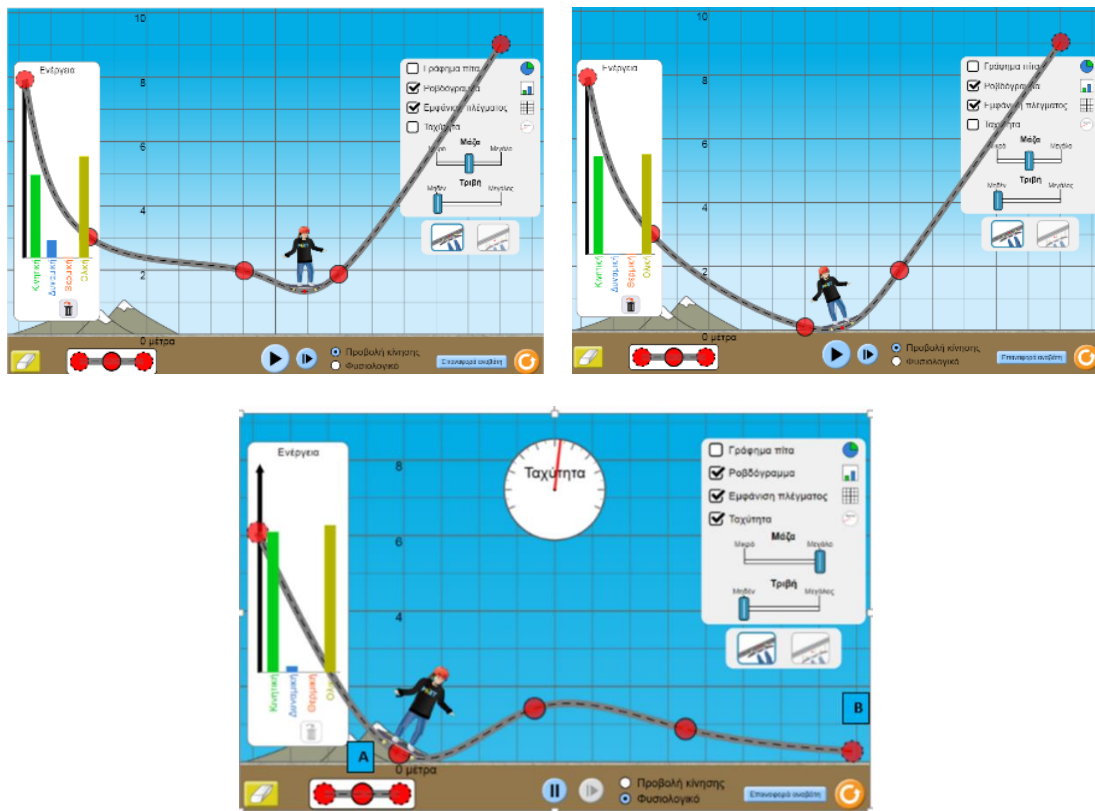


Κατά τη δεύτερη φάση της διδακτικής παρέμβασης, του εικονικού πειραματισμού, χρησιμοποιήθηκε η προσομοίωση του Ενεργειακού Πάρκου PhET (εικόνα 5), ενώ για την τρίτη φάση, της εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε η προσομοίωση του μαθησιακού αντικειμένου «Μετατροπή δυναμικής σε κινητική ενέργεια - Τόξο και βέλος» από το photodentro.edu.gr (εικόνα 6).

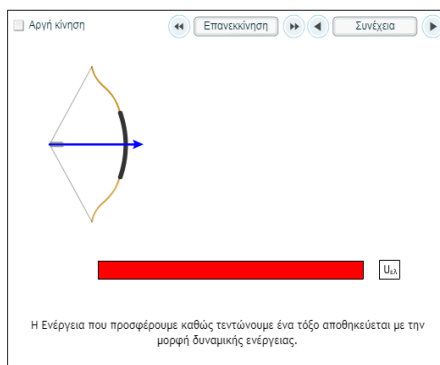


Η διδακτική παρέμβαση αναπτύχθηκε σε ιστοσελίδα (<http://sarantop.wix.com/energy>.) παρέχοντας στους εκπαιδευόμενους την ευχέρεια να υλοποιήσουν τα Ψηφιακά Φύλλα Εργασίας και εκτός σχολικού περιβάλλοντος.

Εικόνα 5 Προσομοίωση Ενεργειακού Πάρκου PhET. Οι μαθητές πειραματίζονται και ενθαρρύνονται στην αντικατάσταση των αντιλήψεών τους



Εικόνα 6 Προσομοίωση «Μετατροπή δυναμικής σε κινητική ενέργεια - Τόξο και βέλος» από το photodentro.edu.gr





Μετά τον διδακτικό μετασχηματισμό ακολούθησε το τρίτο στάδιο (στάδιο επανελέγχου) κατά το οποίο αξιολογήθηκε η επιτυχία της διδακτικής παρέμβασης με την εκ νέου διανομή του ίδιου ερωτηματολογίου, του προελέγχου, στο ίδιο ερευνητικό δείγμα (Post test).

3. Αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται πως οι αντιλήψεις που ανιχνεύθηκαν συμβαδίζουν με αυτές της βιβλιογραφίας. Πριν την παρέμβαση, οι μαθητές αποδίδουν στην ενέργεια κάποιες νοητικές παραστάσεις οι οποίες σχετίζονται με τα έμβια όντα, την αποθήκευση, τη δύναμη, το καύσιμο και την κίνηση (Bliss & Ogborn 1985, Κολιόπουλος 1997). Από την έρευνα των αντιλήψεων προέκυψε ότι πιο αποδεκτή και κατανοητή είναι η έννοια της κινητικής ενέργειας και λιγότερο της δυναμικής (Brook & Driver 1984). Προέκυψαν παγιωμένες αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες η ενέργεια είναι άμεσα συνδεδεμένη με την κίνηση και ότι ένα σώμα που βρίσκεται σε ελεύθερη πτώση δεν έχει δυναμική ενέργεια (έχει μηδενιστεί) αλλά μόνο κινητική (Herrmann-Abell & DeBoer 2009). Αρκετοί είναι οι μαθητές που υποστηρίζουν ότι η βαρυτική δυναμική ενέργεια εξαρτάται από τη διαδρομή που εκτελεί το σώμα (Singh & Rosengrant 2001), όπως επίσης και αυτοί που θεωρούν ότι η μηχανική ενέργεια καταστρέφεται κατά τον μετασχηματισμό της από κινητική σε δυναμική και αντίστροφα. Ωστόσο, η αντίληψη σύμφωνα με την οποία η αύξηση της κινητικής ενέργειας δεν εξαρτάται από την αύξηση της ταχύτητας και τη μάζα του σώματος, δεν παρατηρήθηκε με σημαντική συχνότητα. Φαίνεται επίσης, πως όταν οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με μαθηματικούς υπολογισμούς παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση. Ο έλεγχος μαθητικών αντιλήψεων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση φαίνεται στο σχήμα 1.

Σχήμα 1: Αριθμός μαθητών που κατέχουν την συγκεκριμένη αντίληψη πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση



4. Συμπεράσματα

Από την έρευνα προέκυψε ότι στα πλαίσια του μαθητικού τρόπου σκέψης χρησιμοποιείται συχνότερα η νοητική ερμηνεία της κίνησης με πιο αποδεκτή και κατανοητή να είναι η έννοια της κινητικής και λιγότερο της δυναμικής ενέργειας. Όταν οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με μαθηματικούς υπολογισμούς τείνουν να απαντούν σωστά. Η διερεύνηση αναφορικά με τη συχνότητα των μαθητικών αντιλήψεων με τις οποίες



η κινητική ενέργεια δεν εξαρτάται από την αύξηση της ταχύτητας του σώματος ή από τη μάζα του (Herrmann-Abell & DeBoer 2009) είχε σαν αποτέλεσμα μικρές τιμές. Σε ερώτηση σωστού – λάθους σχετικά με την ΑΔΜΕ το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στο Post test σε σχέση με το Pre test τετραπλασιάστηκε μετά την εφαρμογή της διδασκαλίας και τη χρησιμοποίηση της προσομοίωσης του ενεργειακού πάρκου PhET. Σε άλλη ερώτηση, το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στο Post test σε σχέση με το Pre test τριπλασιάστηκε, αναδεικνύοντας τις διδακτικές δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει η ενσωμάτωση αυτών των προσομοιώσεων στη διδασκαλία. Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου αρκετοί μαθητές επέλεξαν να μην εξηγήσουν επαρκώς τον λόγο για τον οποίο απάντησαν με κάποιο συγκεκριμένο τρόπο ή απάντησαν συνοπτικά, στερώντας μας τη δυνατότητα της σφαιρικότερης άποψης για την επιλογή τους, ενώ συντάσσοντας τις αιτιολογήσεις τους με προχειρότητα συμπεραίνεται ότι στερούνται τις βαθύτερες γνώσεις ως προς τις αιτίες των φαινομένων. Επιπλέον, διαφαίνεται ότι οι ΤΠΕ καθίστανται εργαλείο γνωστικής σύγκρουσης μέσω των χαρακτηριστικών που προσφέρουν. Ειδικότερα αυτά είναι, οι ιδιαίτερες δυνατότητες στις απεικονίσεις, η ταχύτητα και η ακρίβεια της πειραματικής μελέτης παρέχοντας έτσι ευκολότερο και γρηγορότερο χειρισμό των μεταβλητών αλλά και δυνατότητες πειραματισμού σε ειδικές συνθήκες, όπως η έλλειψη τριβής ή το σταμάτημα της κίνησης (Ολυμπίου & Ζαχαρία 2009).

5. Βιβλιογραφία

- Κόκκοτας, Π. (2008). *Διδακτική Φυσικών Επιστημών: Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Κολιόπουλος, Δ. (1997). *Επιστημολογικές και διδακτικές διαστάσεις των διαδικασιών συγκρότησης αναλυτικού προγράμματος: Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού και της μάθησης της έννοιας της ενέργειας*. Διδακτορική διατριβή, ΤΕΕΑΠΗ Παν/μίου Πατρών.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των φυσικών επιστημών: Αντικείμενο και αναγκαιότητα. Στο: Β Κουλαϊδής κ ά. (επιμ), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, τόμος Α, Πάτρα Ε Α Π.
- Μιχαηλίδης Π. (2007). Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώσης, Α. Μικρόπουλος & Γ. Τσαπαρλής (Επ.). *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου*, τεύχος Α', 55-72.
- Ολυμπίου, Γ. & Ζαχαρία, Ζ. (2009). Συγκριτική μελέτη της αποτελεσματικότητας του Πειραματισμού σε Πραγματικό ή Εικονικό Εργαστήριο ως τους την Επίτευξη Εννοιολογικής Κατανόησης στη Φυσική, *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου διδακτικής των Φυσικών επιστημών και νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Οι πολλαπλές προσεγγίσεις τους διδασκαλίας και τους μάθησης των Φυσικών Επιστημών*. Φλώρινα 7-10 Μαΐου 2009, 623-631.
- Ραβάνης, Κ. (2016). *Εισαγωγή στη Διδακτική και στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Bliss, J. & Ogborne J. (1985). Children's choices of uses of energy. *European Journal of Science Education*, 7,2, 195-203.
- Brook, A., & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of energy: Full report*. Leeds, UK: The University of Leeds, Centre for Studies in Science Education and Mathematics Education.
- Duit, R. (1981). *Students' notions about the energy concept -- before and after physics instruction*. Paper presented at the Conference on Problems Concerning Students' Representation of Physics and Chemistry Knowledge, Ludwigsberg, Germany.



- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly*, 2.
- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoer, G. E. (2009). Using content-aligned assessment to probe middle school students' understanding of ideas about energy. *Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching (NARST) Annual Conference, Garden Grove, CA.*
- Finegold, M., & Trumper, R. (1989). Categorizing pupils' explanatory frameworks in energy as a means to the development of a teaching approach. *Journal of Research in Science Education*, 19(1), 97–110.
- Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics— An interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85–106.
- Kruger, C. (1990). Some primary teachers' ideas about energy. *Physics Education*, 25(2), 86–91.
- Loverude, M. E. (2002). Do students conceptualize energy as a material substance? In *Proceedings of the physics education research conference 2002*. Boise, ID.
- Singh, C., & Rosengrant, D. (2001). *Students' conceptual knowledge of energy and momentum*. Proceedings of the Physics Education Research Conference, Rochester, NY.
- Torero, M. & Braun, J.V. (2006). Information and communication technologies for development and poverty reduction: The potential of telecommunications International Food Policy Research Institute Washington, DC.
- Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: A cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15(2), 139–148.
- Zacharia, Z. & Constantinou, C. (2008). Comparing the influence of physical and virtual manipulatives in the context of the physics by inquiry curriculum: The case of undergraduate students' conceptual understanding of heat and temperature. *American Journal of Physics*, 76(4), 425-430.
- Zacharia, Z. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2):120–132.



Ανάπτυξη σειράς Μαθησιακών Αντικειμένων για τη (αυτό)διδασκαλία της φυσικής του στερεού σώματος μέσω προσομοιώσεων και οπτικοποιήσεων σε δύο και τρεις διαστάσεις – Πειραματική εφαρμογή και αποτελέσματα

Παναγιώτης Τσάκωνας¹, Μιχαήλ Σαρρής², Νικόλαος Παπαδάκης²

¹Ε.Δι.Π., Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά

²Πρότυπο Γ.Ε.Λ. Ιωνιδείου Σχολής Πειραιά

Περίληψη

Η χρήση των ΤΠΕ μεταβάλλει τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, εισάγοντας μεθοδολογίες και εργαλεία με στόχο την ενεργητική μάθηση, την κριτική σκέψη, τη δημιουργικότητα. Ξεκινήσαμε πρόγραμμα ανάπτυξης Μαθησιακών Αντικειμένων με σκοπό τον εμπλουτισμό της διδασκαλίας της φυσικής του στερεού σώματος. Τα πρώτα Μ.Α. αναφέρονται στη συνθήκη ισορροπίας και στον υπολογισμό της ροπής αδράνειας γεωμετρικών στερεών. Περιλαμβάνεται αλγόριθμος αριθμητικού υπολογισμού για την επαλήθευση των εκφράσεων του I . Μαθητές της Γ' Λυκείου δοκίμασαν και αξιολόγησαν το λογισμικό, που αξιολογήθηκε θετικά σε ποσοστό άνω του 70%. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με σχόλια των μαθητών επί της σκοπιμότητας και της εφικτότητας ενσωμάτωσης εκπαιδευτικού λογισμικού στη διδασκαλία.

Λέξεις-κλειδιά: Μαθησιακό αντικείμενο, στερεό σώμα, συνθήκη ισορροπίας, ροπή αδράνειας

Developing a series of Learning Objects for assisting (self) teaching of the physics of solid bodies through simulation / visualization in 2D and 3D – Experimental application and results

Panagiotis Tsakonas¹, Michael Sarris², Nikolaos Papadakis²

¹Laboratory Teaching Staff, Informatics Dept., University of Piraeus

²Ionidios Model Lyceum of Piraeus

Abstract

The use of ICT transformed the way we solve problems, by introducing methodologies and tools that promote active learning, critical thinking and creativity. We initiated a program for developing a series of Learning Objects (L.O.s) aiming to assist teaching of solid body physics. We present the first two, targeting the equilibrium condition and the calculation of I for solids. An algorithm for verifying expressions of I is included. Third grade lyceum students tested and evaluated the L.O.s with a positive approach over 70%. Results and students' comments on the possibility and feasibility of educational software integration in teaching are presented.

Keywords: Learning Object, solid body, equilibrium condition, moment of inertia



1. Εισαγωγή

Η χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία δεν (θα έπρεπε να) περιορίζεται μόνο στα εποπτικά μέσα (Τζιμογιάννης 2007). Επεκτείνεται στους στόχους, στο περιεχόμενο, στον τρόπο μελέτης, στις επιθυμητές δεξιότητες κ.λπ. Ειδικότερα η διδασκαλία της Φυσικής υποβαθμίζεται σε θεωρητική διαπραγμάτευση, με παράθεση σειράς εξιδανικευμένων ή/και αφαιρετικών ασκήσεων. Η χρήση Μαθησιακών Αντικειμένων διερευνητικού χαρακτήρα στο πλαίσιο μιας εποικοδομιστικής προσέγγισης της μάθησης μπορεί να αποτελέσει μια ενδιάμεση λύση μέχρι να γίνει αντιληπτή η αξία του πειραματισμού και η ενσωμάτωσή του τόσο στη διδασκαλία όσο και στην εξεταστική διαδικασία.

Ως πειραματική επιστήμη η Φυσική (θα έπρεπε να) διδάσκεται μέσω πειραματισμού σε πραγματικό εργαστήριο, ή/και με χρήση ρεαλιστικών προσομοιώσεων (Καλκάνης 2002, Δενδρινός κ.ά. 2007, Στράγκα κ.ά. 2011), που επιτρέπουν τον πειραματισμό σε μια ποικιλία ρυθμιζόμενων ή τυχαία επιλεγόμενων συνθηκών (what if scenario analysis). Τέτοιου τύπου λογισμικό μπορεί να αναπληρώσει ελλείψεις είτε σε εργαστηριακό εξοπλισμό ή σε διαθεσιμότητα του εργαστηριακού χώρου, ενώ, χάρη σε δυνατότητα διαδικτυακής εκτέλεσης, παραμένει διαθέσιμο και εκτός σχολικού ωραρίου, προσφέροντας ευκαιρίες πρόσθετης εξάσκησης. Υπό το πρίσμα αυτό ξεκινήσαμε το σχεδιασμό και την ανάπτυξη σειράς Μαθησιακών Αντικειμένων (Μ.Α.) που καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα εννοιών και μεθόδων που άπτονται της μελέτης του στερεού σώματος (και όχι μόνο), τα οποία, μέσω πληθώρας παραδειγμάτων προσομοίωσης πειραμάτων, με έμφαση σε ποσοτικούς υπολογισμούς, συμβάλλουν στην αποσαφήνιση του τρόπου εργασίας που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές.

Η μελέτη του στερεού σώματος εντάσσεται στη διδασκαλία της Φυσικής προσανατολισμού στη Γ' Λυκείου. Προγενέστερα, βασικές έννοιες περιλαμβάνονταν στην ύλη προηγούμενων τάξεων (Μάζης 1984), αλλά οι διαδοχικές αλλαγές, που ξεκίνησαν πριν από 32 χρόνια, σταδιακά περιόρισαν την αναφορά μόνο στην τελευταία τάξη (Ιωάννου 2017). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την γενικότερη απάλειψη των αναφορών σε θέματα μηχανικής, ιδίως των κινήσεων σε πεδία δυνάμεων και σε παραδείγματα και εφαρμογές της διατήρησης της ενέργειας και της ορμής στις δύο πρώτες τάξεις του λυκείου, αν και οι σχετικές έννοιες συνιστούν ζητούμενα στην ύλη της τελευταίας τάξης, οδηγεί τους μαθητές σε ελλειμματική κατανόηση και δυσκολία στην αντιμετώπιση ασκήσεων και προβλημάτων.

Η κατάκτηση της γνώσης με τη διαδικασία των διαδοχικών προσεγγίσεων ολοένα και μεγαλύτερης εμπάθυνσης και η συμπληρωματική εφαρμογή γενικών κανόνων και αρχών σε ποικιλία περιπτώσεων αποτελούν προϋποθέσεις για την πλήρη και ουσιαστική κατανόηση μιας θεματικής ενότητας. Όμως οι ανάγκες εξορθολογισμού της διδασκόμενης ύλης, σε συνδυασμό με τους χρονικούς περιορισμούς του ωρολόγιου προγράμματος διδασκαλίας, οδηγούν προς την αντίθετη κατεύθυνση.

2. Μεθοδολογία / Ερευνητικά Ερωτήματα

Οι συγγραφείς σχεδίασαν ένα πρόγραμμα ανάπτυξης Μ. Α. τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε αυτοτελώς, ή συνδυαστικά, τοπικά ή εξ αποστάσεως, στο πλαίσιο ενός επίσημου κύκλου τυπικής διδασκαλίας του στερεού σώματος, αλλά και με τη μορφή αυτοδιδασκαλίας, (εικονικού) πειραματισμού και εξάσκησης. Πρόκειται για μια εργασία διάρκειας που μελλοντικά θα καλύψει τις απαιτήσεις της διδασκαλίας τόσο σε θεωρητικό επίπεδο, όσο και σε μορφή δραστηριοτήτων εμπάθυνσης, οι οποίες, βασισμένες σε αλγόριθμους τυχαιότητας, θα παράγουν πάντοτε *διαφορετικές* δοκιμασίες, καθιστώντας τα Μ.Α. επαναχρησιμοποιήσιμα, χρήσιμα συνεπώς στην εμπέδωση των υπό διαπραγμάτευση εννοιών.



Για τη δημιουργία των Μ.Α. χρησιμοποιήθηκε ο συνδυασμός της HTML5 με τη Javascript και τη βιβλιοθήκη συναρτήσεων τρισδιάστατων γραφικών (API) WebGL, που φαίνεται να έχει πλέον ωριμάσει αρκετά ώστε να τυγχάνει υποστήριξης σε πολλά (και όχι μόνο τα βασικά) χαρακτηριστικά του από τους πιο δημοφιλείς φυλλομετρητές, ενώ η πολυπληθής διαδικτυακή κοινότητα χρηστών που ασχολείται με την επέκταση και τον εμπλουτισμό των δυνατοτήτων των εργαλείων αυτών εγγυάται τόσο την προσθήκη νέων λειτουργιών με σταθερό ρυθμό, όσο και την εξασφάλιση μελλοντικής υποστήριξης. Εξ άλλου, η εκτέλεση τέτοιου λογισμικού δεν απαιτεί εγκατάσταση στον υπολογιστή του τελικού χρήστη, άρα δεν ανακύπτουν εμπόδια τεχνικής φύσης, η ενημέρωση νέας έκδοσης πραγματοποιείται αυτόματα, άμεσα και ανεμπόδιστα, ενώ η χρήση διερμηνευτή απαλλάσσει από την ανάγκη χρήσης ψηφιακής υπογραφής (με το κόστος και την τεχνική περιπλοκότητα που αυτή συνεπάγεται) χωρίς, στις περισσότερες των περιπτώσεων, να παρεμβάλλει αντιληπτή καθυστέρηση στην εκτέλεση του κώδικα, χάρη στις υψηλές συχνότητες των σημερινών υπολογιστικών συστημάτων, και τη βελτιστοποίηση, ως προς την ταχύτητα, των προγραμματιστικών βιβλιοθηκών που παράγουν τα γραφικά σε δύο και τρεις διαστάσεις.

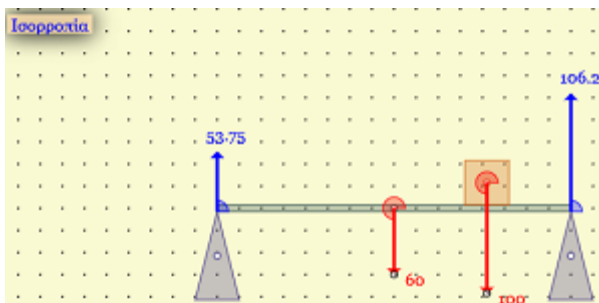
Για τη φιλοξενία της σουίτας λογισμικού επιλέχθηκε ο χώρος του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου, ο οποίος διατίθεται χωρίς κόστος στους εκπαιδευτικούς και συνιστά τη βέλτιστη επιλογή για τη διανομή διαδικτυακού εκπαιδευτικού υλικού στη σχολική κοινότητα, παρέχοντας ασφάλεια από κακόβουλο λογισμικό, έλεγχο καταλληλότητας του περιεχομένου και ανατροφοδότηση με σχολιασμό των χρηστών (<http://users.sch.gr/ptsakon/solidEquilibrium/solidEquilibrium.html>, <http://users.sch.gr/ptsakon/solidMomentOfInertia/momentOfInertia.html>).

Στη φάση αυτή έχουν αναπτυχθεί δύο ενότητες που καλύπτονται από ισάριθμα Μ.Α. και αναφέρονται στην ισορροπία στερεού σώματος και στον υπολογισμό της ροπής αδράνειας.

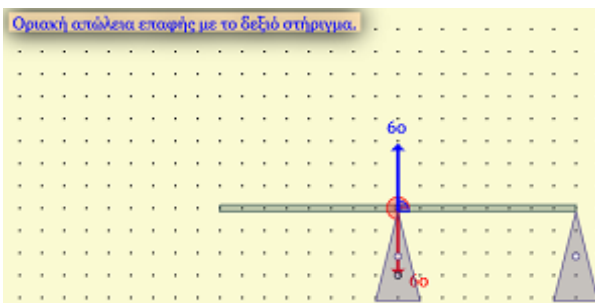
Στην πρώτη ενότητα μας απασχόλησε το ερώτημα της παράθεσης πειραματικών διατάξεων που αναδεικνύουν τον τρόπο εργασίας για την επίλυση προβλημάτων ισορροπίας κατά τρόπο ενιαίο. Για το σκοπό αυτό, και δεδομένου ότι η Javascript υποστηρίζει αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό, αναπτύχθηκαν επαναχρησιμοποιήσιμα προγραμματιστικά αντικείμενα που μοντελοποιούν α) το στερεό σώμα με όλες τις χρήσιμες από της σκοπιά της μελέτης ιδιότητες (properties), όπως μάζα, θέση, προσανατολισμός, διαστάσεις και β) το διάνυσμα, το οποίο επί του παρόντος αναπαριστά δυνάμεις, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά για την οπτικοποίηση μεγεθών όπως η γωνιακή ταχύτητα, η γωνιακή επιτάχυνση, η ροπή δύναμης, η στροφορμή. Το αντίστοιχο Μ.Α. περιλαμβάνει περιπτώσεις ισορροπίας υπό μορφή επίδειξης με έντονα αλληλεπιδραστικό χαρακτήρα. Συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις διαστάσεις ομογενών σωμάτων, τη θέση του κέντρου μάζας (Κ.Μ.) μη ομογενών σωμάτων, το μέτρο του βάρους τους, τη σχετική τους θέση ως προς άλλα στερεά σώματα, ... Καθ' όλη τη διάρκεια τέτοιων παρεμβάσεων, το Μ.Α. υπολογίζει και εμφανίζει τις τιμές των δυνάμεων αντίδρασης που εξασφαλίζουν την ισορροπία (βλ. σχ. 1) ή επισημάνσεις σχετικά με τον οριακό μηδενισμό τους (βλ. σχ. 2), την απώλεια επαφής κ.λπ. Σε επίπεδο εξάσκησης, το Μ.Α. παρουσιάζει πληθώρα περιπτώσεων, τυχαία επιλεγμένων σε κάθε εκτέλεση, με σκοπό να εντρυφήσει ο χρήστης στον ποιοτικό και ποσοτικό υπολογισμό των διανυσματικών χαρακτηριστικών των απαιτούμενων δυνάμεων στήριξης. Το βασικό μας ερώτημα ήταν να διαπιστώσουμε κατά πόσο η χρήση ενός τέτοιου ανοικτού περιβάλλοντος πειραματισμού διευκολύνει τη μάθηση των εννοιών ισορροπίας και την κατάκτηση του τρόπου εργασίας.



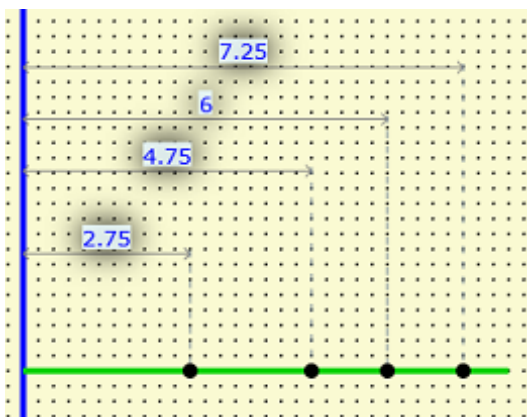
Σχήμα 1: Ισορροπία στερεού σώματος υπό την επίδραση παράλληλων δυνάμεων



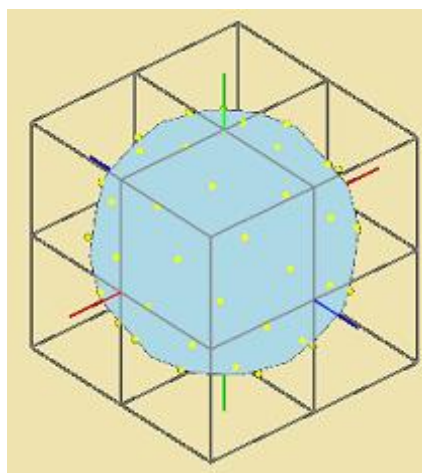
Σχήμα 2: Ανίχνευση της οριακής απώλειας επαφής κατά την ισορροπία στερεού σώματος



Σχήμα 3: Αλληλεπιδραστική απόθεση υλικών σημείων σε αβαρή ράβδο, για την κατανόηση της ροπής αδράνειας και των φυσικών μεγεθών που την καθορίζουν



Σχήμα 4: Κατανομή υλικών σημείων στην περιφέρεια σφαιρικού φλοιού για επαλήθευση της έκφρασης της ροπής αδράνειας, όπως αυτή δίνεται στη βιβλιογραφία



Στην ενότητα της ροπής αδράνειας δόθηκε έμφαση στην αισθητοποίηση του υπολογισμού της τιμής της μέσω ολοκληρώματος με αριθμητικές μεθόδους, για διάφορες περιπτώσεις γεωμετρικών στερεών. Ο πειραματισμός του χρήστη ξεκινά με κατανομή υλικών σημείων εντός του όγκου αβαρών σωμάτων ενώ το M.A. υπολογίζει αυτόματα την προκύπτουσα τιμή της ροπής αδράνειας. Σε όλη τη διάρκεια της προσθαφαίρεσης μαζών, δίνεται η δυνατότητα μετατόπισης του άξονα περιστροφής με οπτική αναπαράσταση της εφαρμογής του θεωρήματος Steiner (βλ. σχ. 3). Παρέχεται η δυνατότητα αυτοματοποιημένης ομοιόμορφης κατανομής μάζας σε γεωμετρικά στερεά με σκοπό την αριθμητική προσέγγιση της τελικής τιμής και την επαλήθευση των θεωρητικών εκφράσεων της ροπής αδράνειας. Σε κάθε περίπτωση η προσομοίωση ξεκινά με όλη τη μάζα M του σώματος συγκεντρωμένη ως υλικό σημείο σε επιλεγμένη χαρακτηριστική απόσταση s από τον άξονα περιστροφής. Για τη ράβδο, η χαρακτηριστική απόσταση είναι το μήκος της L , για τη σφαίρα ή το φλοιό η ακτίνα τους R , κλπ. Κατά συνέπεια η αρχική τιμή της ροπής αδράνειας I είναι πάντα $M \cdot s^2$. Στη συνέχεια της προσομοίωσης η μάζα τεμαχίζεται σε N υλικά σημεία (η τιμή του N καθορίζεται από το χρήστη) τα οποία σταδιακά μετατοπίζονται προς τις θέσεις που εξασφαλίζουν την ομοιόμορφη κατανομή. Κατά τη διάρκεια των μετατοπίσεων (ο ρυθμός των οποίων ελέγχεται από το χρήστη), το M.A. παρουσιάζει τις διαδοχικές τιμές της συνολικής ροπής αδράνειας, υπολογίζοντας τον αριθμητικό συντελεστή που προτάσσεται στην ποσότητα $M \cdot s^2$, που τείνει στην ή (αν το πλήθος N είναι επαρκώς μεγάλο) συμπίπτει με την θεωρητικά αναμενόμενη τιμή. Ταυτόχρονα, το M.A.



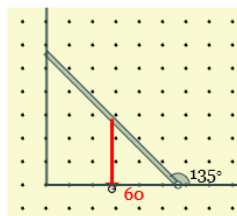
υπολογίζει και εμφανίζει αναλυτικά τις επί μέρους τιμές των προσθετών της έκφρασης της ροπής αδράνειας. Για τη ράβδο και το δακτύλιο χρησιμοποιείται αλγόριθμος γραμμικής κατανομής της μάζας (σε καρτεσιανές και πολικές συντεταγμένες αντίστοιχα). Για την περίπτωση του δίσκου και του σφαιρικού φλοιού (βλ. σχ. 4) χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος χαρτογράφησης Fibonacci (Keinert et al 2015), ενώ στη συμπαγή σφαίρα δείξαμε ότι η προσέγγιση μέσω ομόκεντρων σφαιρικών φλοιών επίσης δίνει πολύ καλά αποτελέσματα. Σε επίπεδο εξάσκησης, το Μ.Α. παρουσιάζει μια σειρά στερεών σωμάτων τα οποία προκύπτουν από προσθαφαιρειακούς συνδυασμούς γεωμετρικών στερεών γνωστής ροπής αδράνειας και ο χρήστης καλείται να εκτιμήσει την τιμή του I , λαμβάνοντας υπόψη την εκάστοτε θέση του άξονα περιστροφής. Ο βελτιωμένος βαθμός εξοικείωσης με τις ανωτέρω έννοιες αποτελεί το στόχο αυτού του Μ.Α.

Τα λογισμικά δοκιμάστηκαν σε δύο τμήματα της Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών σε ωριαίες διδασκαλίες στο χώρο του Εργαστηρίου Πληροφορικής. Το δείγμα αποτελούσαν 52 μαθητές της Γ' Λυκείου. Ως μέτρο σύγκρισης χρησιμοποιήθηκε τρίτο τμήμα αποτελούμενο από 27 μαθητές. Το κύριο Ερευνητικό Ερώτημα ήταν κατά πόσο ένα τέτοιο λογισμικό βελτιώνει την ικανότητα των μαθητών να αντιμετωπίζουν τα αντίστοιχα προβλήματα στο μάθημα της φυσικής.

Σε όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας ήταν παρόντες δύο εκπαιδευτικοί ώστε να καλύπτουν άμεσα και επί τόπου τις απορίες των μαθητών ως προς το χειρισμό του λογισμικού. Διανεμήθηκε Φύλλο Εργασίας, που περιλάμβανε 5 ενότητες δραστηριοτήτων, με τη βοήθεια των οποίων οι μαθητές εκτέλεσαν προκαθορισμένες δοκιμασίες υπό μορφή διερεύνησης. Στο ίδιο Φύλλο περιλαμβάνονταν ερωτήσεις κατανόησης στις οποίες κλήθηκαν απαντήσουν διατηρώντας το δικαίωμα να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό, προκειμένου να ελεγχθεί η ικανότητά τους στην επινόηση του κατάλληλου πειράματος. Η διερευνητική διαδικασία υλοποιήθηκε με τη μορφή νοηματικά συσχετισμένων ερωτήσεων. Με βάση τις απαντήσεις τους σε κάποιες από αυτές, οι μαθητές θα έπρεπε να επιλέξουν σε ποιες από τις ακόλουθες οφείλουν να απαντήσουν και ποιες να προσπεράσουν χαρακτηρίζοντάς τες ασύμβατες με προηγούμενες απαντήσεις τους (βλ. σχ. 5, ερώτηση 41). Η συλλογή των απαντήσεων έγινε ηλεκτρονικά, με σκοπό τη βέλτιστη εκμετάλλευση του διαθέσιμου διδακτικού χρόνου και την ταχύτερη αποδελτίωσή τους (βλ. σχ. 6).

Σχήμα 5: Απόσπασμα του έντυπου ερωτηματολογίου

38. Δίνεται η ακόλουθη πειραματική διάταξη με τα αριθμητικά δεδομένα που αναγράφονται. Οι επιφάνειες τοίχου και πατώματος είναι λείες.



39. Είναι δυνατόν να ισορροπήσει η ράβδος που εικονίζεται στην πειραματική διάταξη;

ΝΑΙ ΟΧΙ

40. Υπάρχει άλλος τρόπος τοποθέτησης της ράβδου ώστε να ισορροπήσει;

ΝΑΙ ΟΧΙ

41. Αν απαντήσατε καταφατικά στην προηγούμενη ερώτηση, περιγράψτε τον προσανατολισμό που πρέπει να δώσουμε στη ράβδο ώστε να ισορροπήσει.

Σχήμα 6: Πλατφόρμα συλλογής απαντήσεων

Ερώτηση 6 *

ΝΑΙ
 ΟΧΙ

Ερώτηση 7 (γράψτε μόνο το μέτρο της N , χωρίς μονάδες)

Your answer

Ερώτηση 8

Your answer

Ερώτηση 10 *

ΝΑΙ
 ΟΧΙ

Ερώτηση 11 (γράψτε μόνο το μέτρο της N , χωρίς μονάδες)

Your answer

Ερώτηση 12

Your answer

Στο τέλος της διδασκαλίας διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του λογισμικού, με 16 ερωτήσεις



κλειστού τύπου (10 με απάντηση ΝΑΙ/ΟΧΙ, 6 με διαβάθμιση τριών επιπέδων) και 4 ανοικτού. Η συμπλήρωση έγινε ανώνυμα με σκοπό την ελαχιστοποίηση των σκόπιμα θετικών απαντήσεων.

3. Αποτελέσματα

Από τις απαντήσεις στα Φύλλα Εργασίας προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις της ομάδας πειραματισμού σε σύγκριση με εκείνες της ομάδας ελέγχου. Χωρίσαμε τα αποτελέσματα σε 4 κατηγορίες με βάση τη βαθμολογική διαφορά (διαφορά μεγαλύτερη / μικρότερη των 2 μονάδων της εικοσάβαθμης κλίμακας είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω). Οι κατηγορίες και τα αποτελέσματα δίνονται στο σχήμα 7.

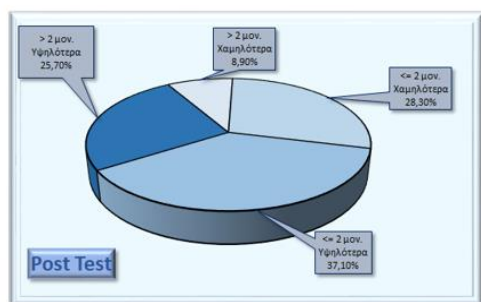
Από τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης (βλ. σχ. 8) φαίνεται ότι οι μαθητές προκρίνουν σε ποσοστό 72% λογισμικό το οποίο έχει λιτό interface και εστιάζει στο περιεχόμενο.

Η τρισδιάστατη απεικόνιση φαίνεται (89%) ότι αποτελεί σημαντικό παράγοντα της κατανόησης και η εναλλαγή από προβολή 3D σε 2D χαρακτηρίζεται χρήσιμη (74%) για την υποβοήθηση της αντίληψης της πειραματικής διάταξης.

Από τις απαντήσεις (91%) προκύπτει ότι η λειτουργία αριθμητικού υπολογισμού της τιμής της ροπής αδράνειας για απλά γεωμετρικά στερεά εντυπωσιάζει τους μαθητές και ξεκαθαρίζει στο μυαλό τους τη διαδικασία, αναδεικνύοντας τον προσθετικό χαρακτήρα της ροπής αδράνειας.

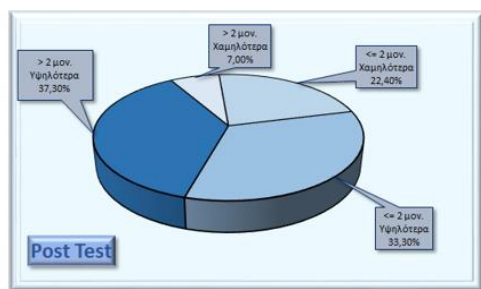
Τέλος, η αλληλεπιδραστική συναρμολόγηση στερεών σωμάτων συνθετότερου σχήματος κρίνεται ενδιαφέρουσα και χρήσιμη σε ποσοστό 78%.

Σχήμα 7: Βαθμολογικά αποτελέσματα Φύλλων Εργασίας



post Test (%)	
> 2 μον. Χαμηλότερα	8,9
<= 2 μον. Χαμηλότερα	28,3
<= 2 μον. Υψηλότερα	37,1
> 2 μον. Υψηλότερα	25,7

Τμήμα ελέγχου

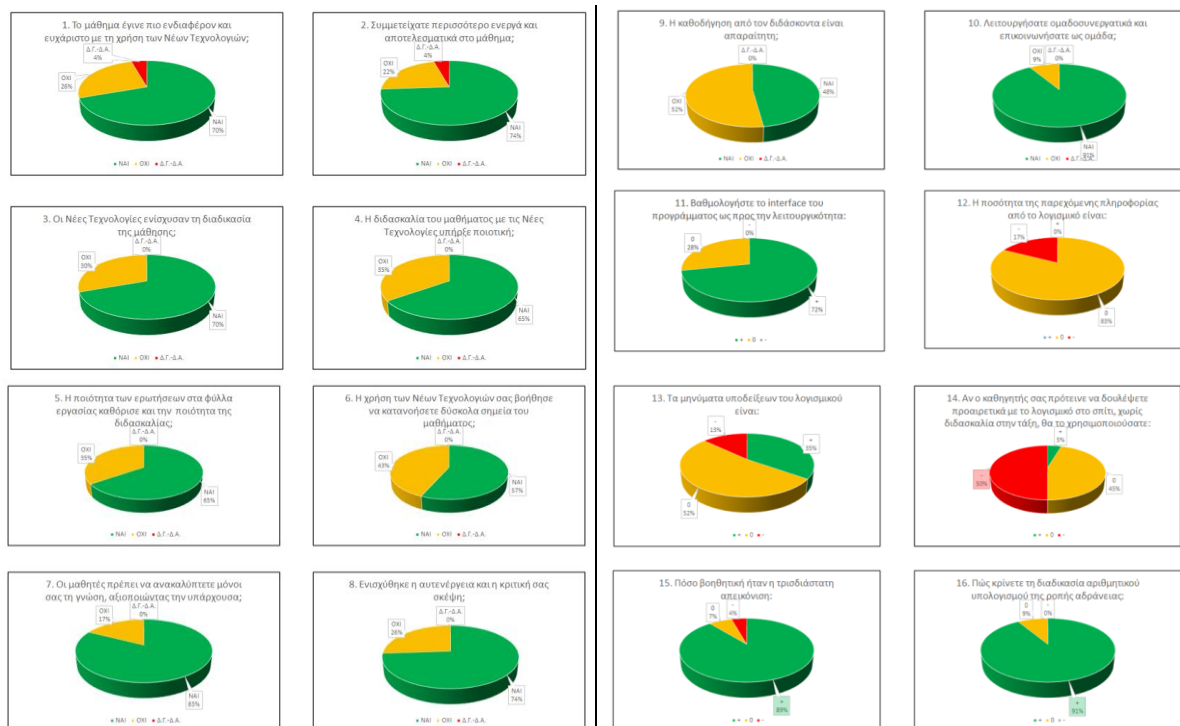


post Test (%)	
> 2 μον. Χαμηλότερα	7
<= 2 μον. Χαμηλότερα	22,4
<= 2 μον. Υψηλότερα	33,3
> 2 μον. Υψηλότερα	37,3

Τμήματα πειραματισμού



Σχήμα 8: Απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του λογισμικού



4. Συμπεράσματα – Προοπτικές

Οι μαθητές παρουσιάζονται με αυξημένο ενδιαφέρον για τη διδασκαλία που γίνεται σε χώρο εργαστηρίου, είτε της Φυσικής με κλασικό πειραματισμό, είτε της Πληροφορικής με προσομοιώσεις ή/και χρησιμοποιώντας τον Η/Υ ως εργαλείο έρευνας των φυσικών φαινομένων / μέτρησης φυσικών ποσοτήτων και αναγνωρίζοντας τους περιορισμούς που τον διέπουν, όπως ακριβώς ισχύει με όλα τα πειραματικά όργανα.

Σε κάθε περίπτωση πάντως δηλώνουν ξεκάθαρα ότι οι απαιτήσεις των Πανελλαδικών Εξετάσεων δεν τους αφήνουν περιθώρια για χρονικά εκτεταμένη χρήση παρόμοιου εκπαιδευτικού λογισμικού, γεγονός που υποκρύπτει την (ήδη γνωστή) κατάσταση, όπου οι μαθητές σπανίως μελετούν για να κατανοήσουν και να κατακτήσουν τη γνώση, αλλά κυρίως για να πετύχουν μια καλή βαθμολογική επίδοση στις εξετάσεις εισαγωγής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, με όλες τις συνέπειες που μια τέτοια στάση έχει για την μετέπειτα ακαδημαϊκή πορεία τους. Η αλλαγή της νοοτροπίας αυτής (μαζί με άλλες αλλαγές που σχετίζονται αιτιωδώς με αυτή) παραμένει ένα διαρκές ζητούμενο στο εκπαιδευτικό σύστημα της χώρας μας.

Η διεθνής εμπειρία προτάσσει τη χρήση Μαθησιακών Αντικειμένων και εικονικών εργαστηρίων (Fencil 2013, Goodwin 2012, Jong et al. 2013, Psycharis 2016, Smith 2005), ενταγμένων σε κατάλληλα αποθετήρια, για περισσότερο από μία δεκαετία, τα οποία εκτελούνται διαδικτυακά. Από τη φύση τους τέτοια Μ.Α. εστιάζουν σε ένα μικρό τμήμα της διδασκόμενης ύλης, το οποίο μπορεί να λειτουργήσει και ως αφορμή για εμβάθυνση αλλά και για διαθεματικές επεκτάσεις εντός ή εκτός του προβλεπόμενου προγράμματος σπουδών, ενισχύοντας τη διερευνητική διάθεση των χρηστών. (Θεωρούμε ότι) Το



φυσιολογικό επόμενο βήμα στον τομέα αυτό είναι η δημιουργία σειράς αυτοτελών Μ.Α. που εντάσσονται σε μία θεματική και λειτουργούν επικουρικά σε όλη την έκταση μελέτης της ενότητας αυτής. Βασικό χαρακτηριστικό τους (πρέπει να) είναι η ποικιλία περιεχομένου που προκύπτει από ενσωματωμένο αλγόριθμο τυχαιότητας, ο οποίος σε κάθε εκτέλεση παράγει μια διαφορετική εκδοχή του παρουσιαζόμενου υλικού, τονίζοντας την ευρύτητα που (οφείλει να) διακρίνει τη μελέτη, ανανεώνοντας το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων και εξασφαλίζοντας την επαναχρησιμοποίηση του Μ.Α. Μελλοντικά σχεδιάζεται η παραγωγή πρόσθετων Μ.Α. στη θεματική ενότητα της μελέτης του στερεού σώματος, με ιδιαίτερη έμφαση στον τρισδιάστατο χαρακτήρα των προβλημάτων που απαντώνται, με σκοπό να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη σουίτα λογισμικού που θα καλύπτει το αντικείμενο σε πλάτος και σε βάθος επαρκές για τις ανάγκες της σχολικής εκπαίδευσης και όχι μόνο.

5. Βιβλιογραφία

Δενδρινός Κ., Καλκάνης Γ.Θ., (2007), "Η Συμβολή των Δυναμικών Οπτικοποιήσεων στη Διδασκαλία / Μάθηση Φυσικών, Μηχανικών και Πειραματικών Διαδικασιών – Μια Πρόταση και Εφαρμογή σε Φοιτητές / Υποψήφιους και Επιμορφούμενους Εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης", 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση"

Ιωάννου, Α., Ντάνος, Ι., Πήπας, Α. & Ράπτης, Σ., (2017) Φυσική Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών σπουδών, Γ΄ Τάξης Γενικού Λυκείου, ΙΤΥΕ "Διόφαντος".

Καλκάνης, Γ.Θ. (2002), "Η μετακλασική φυσική (και) στην εκ-παιδευτική διαδικασία – Μια απόπειρα / πρόταση / εφαρμογή επαναπροσέγγισης της εκ-παιδευτικής προσομοίωσης και οπτικοποίησης του μικροκόσμου", Προσκεκλημένη Ομιλία στο 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Η διδακτική των Φυσικών Επιστημών και η εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση"

Μάζης Α., (1984) Φυσική Α΄ Λυκείου,, έκδοση 23^η, ΟΕΔΒ, Αθήνα

Στράγκα Σ., Γκικοπούλου Ο., Καλκάνης Γ.Θ. (2011). Από τον ΜΕΓΑΛΟ στον μικρό Κόσμο: τα Στερεά, Υγρά, Αέρια Σώματα - Ένα Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση με Πληροφορίες, Πειράματα, Σχέδια και Προσομοιώσεις. 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΚοΔιΦΕΕΤ Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τζιμογιάννης Α., (2007) "Το παιδαγωγικό πλαίσιο αξιοποίησης των ΤΠΕ ως εργαλείο κριτικής και δημιουργικής σκέψης". Στο Β. Κουλαϊδής (επιμ.), Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη κριτικής-δημιουργικής σκέψης, σ. 333-354. Αθήνα: ΟΕΠΕΚ.

Fencl, J. (2013). Using PhET simulations in the physics first classroom: an alternative to traditional laboratories and teaching styles. University of Wisconsin-River Falls

Goodwin, K. (2012) Use of Tablet Technology in the Classroom, NSW Curriculum and Learning Innovation Centre

Jong, T., Linn, M., Zacharia, Z. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education, Science, 340(6130), p. 305-308

Keinert, B., Innmann, M., Sanger, M., Stamminger, M. (2015). Spherical Fibonacci Mapping, ACM Transactions on Graphics, Vol. 34, No. 6, Article 193.

Psycharis S. (2016). The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry-Based Teaching and Learning Approach in STEM Education, Journal of Science Education and Technology, Springer



Smith Nash, S. (2005). Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses, *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, Vol. 1



**ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ –
ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ**



Διερεύνηση της διασύνδεσης ανάμεσα στην εννοιολογική κατανόηση των Φυσικών Επιστημών και στην κατανόηση για τη Φύση της Επιστήμης

Μαρία Χαραλάμπους, Κωνσταντίνος Π. Κωνσταντίνου

Πανεπιστήμιο Κύπρου

Περίληψη

Η εργασία διερευνά το αν η κατανόηση για τη Φύση της Επιστήμης ενισχύει την εννοιολογική κατανόηση, στηριζόμενη σε έναν εναλλακτικό ορισμό της εννοιολογικής κατανόησης. Για τον σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκαν δύο μελέτες. Κατά την πρώτη, μελετήθηκε το αν η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης ενισχύει την ικανότητα εφαρμογής εννοιών σχετικών με τον μαγνητισμό, κατά την ανάλυση συστημάτων. Τα δεδομένα που προέκυψαν απέρριψαν την πιο πάνω υπόθεση. Κατά τη δεύτερη μελέτη, διερευνήθηκε το αν η κατανόηση στοιχείων της Φύσης της Επιστήμης, οδηγεί αυτόματα στην κατανόηση επιστημολογικών διαστάσεων του μαγνητισμού. Και σε αυτή την περίπτωση, τα δεδομένα υπέδειξαν ότι ο ισχυρισμός ήταν λανθασμένος.

Λέξεις-κλειδιά: Φύσης της Επιστήμης, εννοιολογική κατανόηση

Investigation of the connection between the conceptual understanding of Natural Sciences and the understanding of Nature of science

Maria Charalambous, Constantinos P. Constantinou

University of Cyprus

Abstract

This study investigates whether the cultivation of epistemological proficiency for the nature of science strengthens conceptual understanding, based on an alternative definition of conceptual understanding. Two separate studies were conducted. The first study explored whether the understanding of nature of science enhances the application of the concept of magnetism in system analysis. The analysis of the data led to the rejection of this assumption. The second study investigated whether the understanding of nature of science automatically leads to an understanding of the epistemological dimensions of magnetism. And in this case, the data suggested that this claim was wrong.

Keywords: Nature of science, conceptual understanding



1. Εισαγωγή

Η σημαντικότητα της κατανόησης βασικών στοιχείων της Φύσης της Επιστήμης, έχει τονιστεί από πολλούς ερευνητές (Osborne et al. 2003, Rudolph 2000). Σύμφωνα με τους Driver et al. (1996) υπάρχουν πέντε επιχειρήματα που καθιστούν αυτή τη γνώση σημαντική. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται σε ένα από αυτά τα επιχειρήματα, όπου σύμφωνα με το οποίο η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης συμβάλλει στην κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης έρευνας έγινε επισκόπηση εμπειρικών ερευνών οι οποίες ασχολήθηκαν με τη διερεύνηση της άμεσης σύνδεσης των δύο γνωστικών αντικειμένων, μέσω της βάσης δεδομένων Scopus. Μέσα από τρία διακριτά επίπεδα αναζήτησης, εντοπίστηκαν 21 σχετικές προσπάθειες (Διάγραμμα 1). Συγκεκριμένα, κατά το πρώτο επίπεδο αναζήτησης χρησιμοποιήθηκαν κάποιες γενικές λέξεις κλειδιά, οι οποίες οδήγησαν στον εντοπισμό ερευνών με διαφορετικά χαρακτηριστικά (κάποιες έρευνες περιλάμβαναν διδακτική παρέμβαση ενώ κάποιες άλλες όχι, κάποιες περιλάμβαναν μετρήσεις και για τα δύο γνωστικά αντικείμενα ενώ κάποιες άλλες όχι κτλ.) Έτσι σε ένα δεύτερο επίπεδο αναζήτησης καθορίστηκαν συγκεκριμένα κριτήρια, βάση των οποίων προέκυψαν συγκεκριμένες λέξεις κλειδιά, προκειμένου να γίνει πιο εστιασμένη η αναζήτηση. Σύμφωνα με αυτά τα κριτήρια, θέλαμε να εντοπίσουμε έρευνες οι οποίες περιλάμβαναν: 1) διδακτική παρέμβαση τόσο για τη Φύση της Επιστήμης όσο και για κάποιο εννοιολογικό περιεχόμενο, 2) συλλογή δεδομένων σχετικά με τις δύο μαθησιακές επιδιώξεις και 3) έναν πειραματικό σχεδιασμό. Μέσα από αυτή την αναζήτηση, εντοπίστηκαν αρχικά 8 σχετικές ερευνητικές προσπάθειες. Στο 3^ο επίπεδο αναζήτησης, έγινε περεταίρω διερεύνηση εντός των 8 άρθρων που εντοπίστηκαν, για άλλες περιπτώσεις εμπειρικών ερευνών που μελετούσαν την άμεση σύνδεση της Φύσης της Επιστήμης και της εννοιολογικής κατανόησης. Επιπλέον, διερευνήθηκε το ποιοι άλλοι ερευνητές αναφέρονταν με τη σειρά τους στα 8 άρθρα που εντοπίστηκαν αρχικά. Το τρίτο επίπεδο αναζήτησης οδήγησε στον εντοπισμό ακόμη 13 ερευνών. Μέσα από την προσεκτική μελέτη των 21 ερευνών, παρατηρήθηκε ότι μόνο οι 7 ήταν κατάλληλες μεθοδολογικά, αφού είχαν πειραματικό σχεδιασμό, δηλαδή περιλάμβαναν ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα (Irwin 2000, Kim et al. 2010, Klopfer et al. 1963, Lin et al. 2014, Peters 2012, Schwarz et al. 2005, Seker et al 2006). Τα ευρήματα που προέκυψαν όμως από την ανάλυση αυτών των άρθρων, δεν απαντούν ξεκάθαρα στο αν τελικά η ενίσχυση στην κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης συμβάλλει στη βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης, αφού κάποια δεδομένα υποστηρίζουν την ύπαρξη αυτής της άμεσης σύνδεσης και κάποια άλλα την καταρρίπτουν.

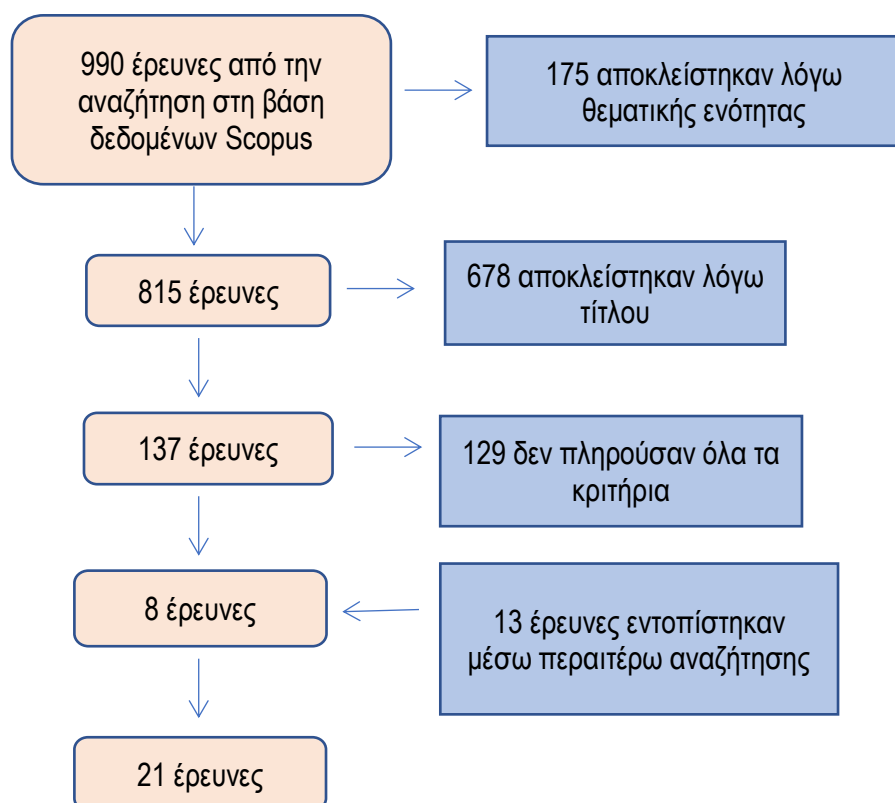
Μια πιθανή ερμηνεία για την ύπαρξη των συγκρουόμενων δεδομένων, είναι ότι ο κάθε ερευνητής, σε αυτές τις 21 έρευνες, όριζε και αξιολογούσε με διαφορετικό τρόπο την εννοιολογική κατανόηση. Το γεγονός αυτό, ενισχύει το επιχείρημα των Ding et al. (2013), ότι δηλαδή παρά την πολύ συχνή χρήση της έννοιας της εννοιολογικής κατανόησης, εντούτοις φαίνεται ότι η ακριβής ερμηνεία της δεν έχει αποσαφηνιστεί.

Μια εναλλακτική θεώρηση του ορισμού της εννοιολογικής κατανόησης, προτείνουν οι Papadouris & Constantinou (2017), οι οποίοι θεωρούν ότι η κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου σχετίζεται με δύο διαστάσεις: α. την ικανότητα εφαρμογής επιστημονικών εννοιών κατά την ανάλυση άγνωστων φυσικών συστημάτων και β. την κατανόηση των επιστημολογικών διαστάσεων της κάθε έννοιας. Με τον όρο επιστημολογικές διαστάσεις, οι συγκεκριμένοι ερευνητές αναφέρονται στην αναγνώριση της οντολογικής υπόστασης και της επιστημολογικής αξίας της κάθε έννοιας. Συγκεκριμένα, πρέπει οι μαθητές αρχικά να κατανοούν ότι οι διάφορες επιστημονικές έννοιες διαφέρουν ως προς την οντολογική τους υπόσταση. Για παράδειγμα, στη θεματική ενότητα του μαγνητισμού, θα πρέπει να γίνεται κατανοητό ότι η έννοια του μαγνήτη αναφέρεται σε ένα φυσικό αντικείμενο ενώ η έννοια του μαγνητικού πεδίου αναφέρεται σε μια επιπόνηση των επιστημόνων. Επιπλέον, οι μανθάνοντες θα πρέπει να είναι σε θέση



να αναγνωρίζουν την επιστημολογική αξία της κάθε έννοιας, δηλαδή να κατανοούν τις δυνατότητες που μας προσφέρει η εκάστοτε έννοια, όπως π.χ. η έννοια του μαγνητικού πεδίου που μας παρέχει τη δυνατότητα να αναλύουμε αλληλεπιδράσεις από απόσταση.

Διάγραμμα 1: Στάδια ανασκόπησης βιβλιογραφίας



Με βάση την πιο πάνω διεύρυνση του ορισμού της εννοιολογικής κατανόησης, για να μπορέσει κάποιος να απαντήσει το ερώτημα αν η βελτίωση στην κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης, επιφέρει βελτίωση στην εννοιολογική κατανόηση, θα πρέπει να ελέγξει την πιθανή σύνδεση της κατανόησης της Φύσης της Επιστήμης, τόσο με την ικανότητα εφαρμογής επιστημονικών εννοιών κατά την ανάλυση φυσικών συστημάτων, όπου υπάρχουν περιορισμένα και συγκρουόμενα δεδομένα, καθώς και με την κατανόηση των επιστημολογικών διαστάσεων μιας έννοιας, όπου δεν υπάρχουν αντίστοιχα εμπειρικά δεδομένα στη βιβλιογραφία.

2. Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκαν δύο επιμέρους μελέτες για τη διερεύνηση της άμεσης σχέσης της Φύσης της Επιστήμης και της εννοιολογικής κατανόησης, εστιασμένες στη θεματική ενότητα του μαγνητισμού, οι οποίες στόχευαν στη διερεύνηση έξι ερευνητικών ερωτημάτων. Ένα από τα ερευνητικά ερωτήματα της πρώτης μελέτης, ήταν το ακόλουθο: Σε ποιο βαθμό η βελτίωση στην κατανόηση της Φύσης της



Επιστήμης ενισχύει την ικανότητα των φοιτητών να εφαρμόζουν τις επιδιωκόμενες έννοιες του μαγνητισμού σε άγνωστα συστήματα; Η δεύτερη μελέτη περιλάμβανε μεταξύ άλλων, το ακόλουθο ερώτημα: Σε ποιο βαθμό η διδασκαλία στοιχείων της Φύσης της Επιστήμης οδηγεί αυτόματα στην κατανόηση των επιστημολογικών διαστάσεων μιας έννοιας;

1^η μελέτη: Οι συμμετέχοντες (προπτυχιακοί φοιτητές) χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, όπου στην πρώτη (Ομάδα Α) έγινε αποκλειστικά διδασκαλία της θεματικής ενότητας του μαγνητισμού, χωρίς οποιαδήποτε αναφορά στη Φύση της Επιστήμης. Στις άλλες δύο ομάδες, γινόταν προώθηση τόσο της κατανόησης για τον μαγνητισμό, όσο και για τη Φύση της Επιστήμης, με διαφορά ως προς τον βαθμό ενοποίησης των δύο γνωστικών αντικειμένων. Συγκεκριμένα, στη δεύτερη ομάδα (Ομάδα Β) η συζήτηση για τη Φύση της Επιστήμης γινόταν στο πλαίσιο επεξεργασίας του μαγνητισμού, ενώ στην τρίτη ομάδα (Ομάδα Γ) η διδασκαλία για τη Φύση της Επιστήμης δεν περιοριζόταν σε ένα συγκεκριμένο συγκείμενο, αλλά γινόταν σε γενικό επίπεδο.

2^η μελέτη: Οι συμμετέχοντες (προπτυχιακοί φοιτητές) χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, όπου και στις δύο υπήρχε ενσωματωμένη διδασκαλία στοιχείων της Φύσης της Επιστήμης, στη θεματική ενότητα του μαγνητισμού. Παρόλα αυτά η διαφορά τους, σχετιζόταν με το ότι στην ομάδα ελέγχου (ομάδα Α) δεν γινόταν οποιαδήποτε αναφορά στις επιστημολογικές διαστάσεις του μαγνητισμού, ενώ στην πειραματική ομάδα (ομάδα Β) πραγματοποιούνταν σχετικές συζητήσεις.

Μέσα συλλογής δεδομένων

Για την απάντηση των δύο ερευνητικών ερωτημάτων, συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω: α) γραπτών έργων αξιολόγησης και β) ημι-δομημένων ατομικών συνεντεύξεων. Στην πρώτη μελέτη υπήρχαν έργα αξιολόγησης που αφορούσαν τόσο στη Φύση της Επιστήμης, όσο και στη θεματική ενότητα του μαγνητισμού, ενώ στη δεύτερη μελέτη υπήρχαν επιπλέον έργα αξιολόγησης για τις επιστημολογικές διαστάσεις του μαγνητισμού.

3. Αποτελέσματα

1^η μελέτη: Για τη διερεύνηση του ερευνητικού ερωτήματος της πρώτης μελέτης, δόθηκε, μεταξύ άλλων, ένα έργο αξιολόγησης, σχετικό με τη Φύση της Επιστήμης και συγκεκριμένα με τη διάκριση της παρατήρησης και της ερμηνείας. Στο συγκεκριμένο έργο, οι φοιτητές έπρεπε αρχικά να διαβάσουν δέκα δηλώσεις, και να αποφασίσουν ποιες από αυτές αποτελούσαν παράδειγμα παρατήρησης και ποιες παράδειγμα ερμηνείας. Στη συνέχεια, έπρεπε να αναφερθούν σε τουλάχιστον έναν κανόνα διαχωρισμού των παρατηρήσεων από τις ερμηνείες. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, η πλειοψηφία των φοιτητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, ήταν σε θέση να αναφερθεί σε κάποιο κανόνα διαχωρισμού, ο οποίος στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν ορθός (Κατηγορία 1). Ο κανόνας στον οποίο έγινε η πιο συχνή αναφορά, ήταν αυτός της «Εξήγησης», όπου σύμφωνα με τον οποίο η ερμηνεία διακρίνεται από την παρατήρηση λόγω του ότι περιλαμβάνει κάποια εξήγηση για ένα φαινόμενο, ενώ η παρατήρηση όχι.

Μετά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού και τη δεύτερη χορήγηση του έργου αξιολόγησης, παρατηρήθηκε αύξηση στον αριθμό των φοιτητών που αναφέρθηκαν σε τουλάχιστον έναν ορθό κανόνα διαχωρισμού της παρατήρησης και της ερμηνείας και στις τρεις ομάδες (Πίνακας 1). Παρόλα αυτά στην περίπτωση των δύο πειραματικών ομάδων (ομάδα Β και Γ) παρατηρήθηκε ότι στις απαντήσεις των φοιτητών συνυπήρχαν περισσότεροι από ένας ορθοί κανόνες διαχωρισμού, γεγονός που φανερώνει τη βελτίωση που σημειώθηκε μετά τη διδακτική παρέμβαση. Η βελτίωση αυτή επιβεβαιώθηκε και από τον



στατιστικό έλεγχο των απαντήσεων, με τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon Test, αφού εντοπίστηκε ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση μόνο οι δύο πειραματικές ομάδες (Ομάδα Β: $Z(12) = -2.598$, $p < 0.05$, Ομάδα Γ: $Z(15) = -2.722$, $p < 0.05$) βελτίωσαν στατιστικά σημαντικά τις αντιλήψεις τους για τη συγκεκριμένη πτυχή, σε αντίθεση με τους συμμετέχοντες της ομάδας Α ($Z(13) = -1.000$, $p > 0.05$).

Πίνακας 1: Κατηγορίες απαντήσεων φοιτητών στο προπειραματικό και μεταπειραματικό δοκίμιο για τη Φύση της Επιστήμης – 1^η μελέτη

Κατηγορίες	Π.Δ. ²⁶ Ομάδα Α	Π.Δ. Ομάδα Β	Π.Δ. Ομάδα Γ	Μ.Δ. ²⁷ Ομάδα Α	Μ.Δ. Ομάδα Β	Μ.Δ. Ομάδα Γ
1. Αναφορά σε ορθό κανόνα διαχωρισμού	N=8	N=7	N=7	N=10	N=12	N=13
2. Αναφορά σε λανθασμένο κανόνα διαχωρισμού	N=1	N=4	N=2	N=2	-	-
3. Μη αναφορά σε κανόνα διαχωρισμού	N=3	N=1	N=4	N=1	-	N=2
4. Αναφορά σε δήλωση μόνο για παρατήρηση ή ερμηνεία	N=1	-	-	-	-	-
5. Άσχετη απάντηση	-	-	N=2	-	-	-
Σύνολο (N)	13	12	15	13	12	15

Για την αξιολόγηση του βαθμού εννοιολογικής κατανόησης, χορηγήθηκε ένα εργαλείο που αφορούσε στο μαγνητικό πεδίο και τον επηρεασμό του προσανατολισμού των πυξίδων από έναν μαγνήτη. Στο εν λόγω δοκίμιο, οι φοιτητές έπρεπε να σχεδιάσουν το πώς θα προσανατολιζόνταν τρεις πυξίδες που ήταν τοποθετημένες γύρω από έναν μαγνήτη και στη συνέχεια έπρεπε να εξηγήσουν τον συλλογισμό τους. Η πλειοψηφία των φοιτητών πριν τη διδακτική παρέμβαση υποστήριξε ότι ο προσανατολισμός των πυξίδων επηρεάζεται από τον μαγνήτη χωρίς όμως να εξηγούν περεταίρω τον συλλογισμό τους (Πίνακας 2 – Κατηγορία 5). Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι κανένας φοιτητής δεν κατάφερε να σχεδιάσει σωστά τον προσανατολισμό και των τριών πυξίδων (Κατηγορία 1).

Η κωδικοποίηση των απαντήσεων έδειξε ότι με το τέλος της παρέμβασης, δεν εντοπίστηκε οποιαδήποτε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην εννοιολογική κατανόηση των φοιτητών ($\chi^2(2) = 0.481$, $p > 0.05$), αφού παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην αντίληψη των φοιτητών για το μαγνητικό πεδίο, και στις τρεις ομάδες (Ομάδα Α: $Z(13) = -2.923$, $p < 0.05$, Ομάδα Β: $Z(11) = -2.031$, $p < 0.05$, Ομάδα Γ: $Z(15) = -2.917$, $p < 0.05$), ανεξάρτητα από το αν διδάχθηκαν ή όχι πτυχές της Φύσης της Επιστήμης. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, συνολικά δεκατρείς συμμετέχοντες κατάφεραν να σχεδιάσουν ορθά τον προσανατολισμό και των τριών πυξίδων, εξηγώντας ότι οι πόλοι των πυξίδων έλκονται από τους αντίθετους πόλους του μαγνήτη.

²⁶ Προπειραματικό δοκίμιο

²⁷ Μεταπειραματικό δοκίμιο



Πίνακας 2. Κατηγορίες απαντήσεων φοιτητών στο προπείραματικό και μεταπείραματικό δοκίμιο για την εννοιολογική κατανόηση – 1^η μελέτη

Κατηγορίες	Π.Δ. Ομάδα Α	Π.Δ. Ομάδα Β	Π.Δ. Ομάδα Γ	Μ.Δ. Ομάδα Α	Μ.Δ. Ομάδα Β	Μ.Δ. Ομάδα Γ
1. Τόσο κοντά στους πόλους όσο και στο κέντρο του μαγνήτη, οι πυξίδες επηρεάζονται (έλξη αντίθετων πόλων πυξίδας - μαγνήτη)	-	-	-	N=4	N=4	N=5
2. Τόσο κοντά στους πόλους όσο και στο κέντρο του μαγνήτη, οι πυξίδες επηρεάζονται (έλξη αντίθετων πόλων πυξίδας - μαγνήτη) (λανθασμένη τοποθέτηση πυξίδας που βρίσκεται στο κέντρο)	N=1	N=2	N=1	N=5	N=2	N=4
3. Μόνο κοντά στους πόλους του μαγνήτη, οι πυξίδες επηρεάζονται (έλξη αντίθετων πόλων πυξίδας - μαγνήτη)	N=1	-	-	N=3	N=2	N=3
4. Ο μαγνήτης επηρεάζει τις πυξίδες (λανθασμένο σκεπτικό)	N=2	N=2	N=7	-	N=1	-
5. Ο μαγνήτης επηρεάζει τις πυξίδες (ελλιπής απάντηση)	N=7	N=6	N=4	N=1	N=3	N=2
6. Ο μαγνήτης δεν επηρεάζει τον προσανατολισμό των πυξίδων	N=2	N=1	N=3	-	-	N=1
Σύνολο (N)	13	11	15	13	12	15

2^η μελέτη: Κατά τη διάρκεια της 2^{ης} μελέτης, χορηγήθηκε ένα έργο αξιολόγησης σχετικό με την επινοημένη φύση των επιστημονικών θεωριών, στο οποίο οι φοιτητές έπρεπε να τοποθετηθούν υπέρ της ανακάλυψης ή της επινόησης τους. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3, πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των φοιτητών τοποθετήθηκε υπέρ της ανακάλυψης (Κατηγορία 2). Οι περισσότεροι από αυτούς, υποστήριξαν ότι η επιστήμη έχει μόνο εμπειρικό χαρακτήρα, ενώ οι υπόλοιποι θεωρούσαν ότι οι επιστημονικές θεωρίες υπήρχαν πάντα και απλά οι επιστήμονες τις ανακάλυψαν, αδυνατώντας να αναγνωρίσουν τη διαφορά των θεωριών και των φαινομένων. Κατά την ανάλυση των τελικών απαντήσεων που συλλέχθηκαν από τη δεύτερη χορήγηση του έργου αξιολόγησης φάνηκε ότι η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων, τοποθετήθηκε υπέρ της επινοημένης φύσης των επιστημονικών θεωριών (Κατηγορία 1). Μέσα από την ανάλυση των συγκεκριμένων απαντήσεων, φάνηκε ότι οι περισσότεροι φοιτητές κατανόησαν την ανάγκη για στήριξη των επιστημονικών θεωριών με εμπειρικά δεδομένα και τον ρόλο της επινόησης, ο οποίος αφορά στην επεξήγηση των φυσικών φαινομένων. Η βελτίωση αυτή επαληθεύτηκε και από τον στατιστικό έλεγχο Wilcoxon Test, ο οποίος υπέδειξε ότι τόσο η ομάδα Α ($Z(14)=-3.051, p<0.05$) όσο και η ομάδα Β ($Z(16)=-3.207, p<0.05$) βελτίωσαν τις απόψεις τους μετά την διδασκαλία.

Ανάμεσα στα έργα αξιολόγησης που δόθηκαν στο πλαίσιο της δεύτερης μελέτης, υπήρχε ένα που αξιολογούσε τον βαθμό αναγνώρισης της επινοημένης φύσης του μαγνητικού πεδίου, όπου οι



συμμετέχοντες της έρευνας έπρεπε να τοποθετηθούν σχετικά με το αν το μαγνητικό πεδίο μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα, μέσω ενός πειράματος με ρινίσματα σιδήρου.

Πίνακας 3. Κατηγορίες απαντήσεων φοιτητών στο προπείραματικό και μεταπείραματικό δοκίμιο για τη Φύση της Επιστήμης – 2^η μελέτη

Κατηγορίες	Π.Δ. Ομάδα Α	Π.Δ. Ομάδα Β	Μ.Δ. Ομάδα Α	Μ.Δ. Ομάδα Β
1.Υποστήριξη επινόησης επιστημονικών θεωριών	N=4	N=2	N=15	N=13
2.Υποστήριξη ανακάλυψης επιστημονικών θεωριών	N=5	N=7	-	N=1
3.Υποστήριξη ανακάλυψης και επινόησης επιστημονικών θεωριών	N=4	N=5	-	N=4
4. Άσχετη απάντηση	N=1	N=2	-	-
Σύνολο (N)	14	16	15	18

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, κανένας από τους συμμετέχοντες δεν ήταν σε θέση να αναγνωρίσει την επινοημένη φύση του μαγνητικού πεδίου, πριν τη διδακτική παρέμβαση. Αντίθετα, αρκετοί φοιτητές υποστήριξαν ότι το μαγνητικό πεδίο είναι υπαρκτό αντικείμενο (Κατηγορία 3), ενώ κάποιοι άλλοι αρκέστηκαν στο να αναφέρουν ότι η συγκεκριμένη έννοια δεν μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα (Κατηγορία 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, εντοπίστηκαν έξι συνολικά περιπτώσεις, μια στην ομάδα ελέγχου (ομάδα Α) και πέντε στην πειραματική ομάδα (ομάδα Β), οι οποίοι αναγνώρισαν ότι το μαγνητικό πεδίο αποτελεί μια επινόηση των επιστημόνων. Επιπλέον, φάνηκε ότι στην περίπτωση της ομάδας Α αυξήθηκε ο αριθμός των φοιτητών που υποστήριξαν την υλιστική φύση του πεδίου, ενώ αντίθετα στην ομάδα Β αυξήθηκε ο αριθμός των φοιτητών που ανέφεραν ότι το μαγνητικό πεδίο δεν παρατηρείται άμεσα. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων του συγκεκριμένου έργου, έδειξε ότι η διδακτική παρέμβαση ευνόησε τους φοιτητές της ομάδας Β, αφού βελτίωσαν τις αντιλήψεις τους για τη φύση του πεδίου ($Z(16) = -2.543, p < 0.05$), σε αντίθεση με τους φοιτητές της ομάδας Α ($Z(13) = -0.378, p > 0.05$).

Πίνακας 4. Κατηγορίες απαντήσεων φοιτητών στο προπείραματικό και μεταπείραματικό δοκίμιο για τις επιστημολογικές διαστάσεις του μαγνητισμού – 2^η μελέτη

Κατηγορίες	Π.Δ. Ομάδα Α	Π.Δ. Ομάδα Β	Μ.Δ. Ομάδα Α	Μ.Δ. Ομάδα Β
1.Το μαγνητικό πεδίο και οι μαγνητικές γραμμές είναι επινοημένες οντότητες	-	-	N=1	N=5
2.Το μαγνητικό πεδίο και οι μαγνητικές γραμμές δεν είναι οντότητες που παρατηρούνται	N=8	N=6	N=4	N=8
3.Το μαγνητικό πεδίο και οι μαγνητικές γραμμές είναι οντότητες που παρατηρούνται	N=5	N=10	N=8	N=4
4.Το μαγνητικό πεδίο δεν οντότητα που παρατηρείται, αλλά οι μαγνητικές γραμμές είναι	-	-	N=1	-
5.Μη ξεκάθαρη τοποθέτηση	N=1	N=1	-	-
Σύνολο (N)	14	17	14	17



4. Συμπεράσματα

Τα δεδομένα που προέκυψαν και από τις δύο μελέτες οδηγούν σε δύο σημαντικά ευρήματα. Πρώτον, ότι η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης δεν ενισχύει την ικανότητα των φοιτητών να εφαρμόζουν έννοιες κατά την ανάλυση φυσικών συστημάτων, αφού όπως προέκυψε από την 1^η μελέτη, η βελτίωση στην εννοιολογική κατανόηση των φοιτητών, ήταν ανεξάρτητη από το αν συμμετείχαν ή όχι σε διδασκαλία για τη Φύση της Επιστήμης. Και δεύτερον, ότι η κατανόηση στοιχείων της Φύσης της Επιστήμης, δεν οδηγεί αυθόρμητα στην κατανόηση των επιστημολογικών διαστάσεων μιας έννοιας, αλλά ότι απαιτείται ρητή σχετική διδασκαλία. Αυτό προέκυψε λόγω του ότι στην περίπτωση όπου οι φοιτητές διδάχθηκαν ρητά στοιχεία της φύσης της επιστήμης, δεν ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν αυθόρμητα τις επιστημολογικές διαστάσεις εννοιών του μαγνητισμού. Βέβαια, τα πιο πάνω αποτελέσματα αποτελούν κάποιες ενδείξεις, οι οποίες χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, τόσο όσον αφορά το μέγεθος του δείγματος, αλλά και όσο αφορά τις πτυχές της φύσης της επιστήμης, το εννοιολογικό περιεχόμενο και τις επιστημολογικές διαστάσεις του.

5. Βιβλιογραφία

- Ding, L., Chabay, R., & Sherwood, B. (2013). How do students in an innovative principle-based mechanics course understand energy concepts? *Journal of Research in Science Teaching*, 50(6), 722-747.
- Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context: Student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, 19(2), 187-215.
- Klopfer, L. E., & Cooley, W. W. (1963). The history of science cases for high schools in the development of student understanding of science and scientists: A report on the HOSG instruction project. *Journal of Research in Science Teaching*, 1(1), 33-47.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science education*, 84(1), 5-26.
- Lin, F., Chan, C. K., & van Aalst, J. (2014). Promoting 5th graders' views of science and scientific inquiry in an epistemic-enriched knowledge-building environment. Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692-720.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. P. (2017). Integrating the epistemic and ontological aspects of content knowledge in science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 39(6), 663-682.
- Peters, E. E. (2012). Developing content knowledge in students through explicit teaching of the nature of science: Influences of goal setting and self-monitoring. *Science & Education*, 21(6), 881-898.
- Rudolph, J. L. (2000). Reconsidering the nature of science as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 32(3), 403-419.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and instruction*, 23(2), 165-205.
- Seker, H., & Welsh, L. C. (2006). The use of history of mechanics in teaching motion and force units. *Science & Education*, 15(1), 55-89.



ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ



Περιοδικός Πίνακας-Επινόηση, Σχεδιασμός και Εφαρμογή Παιχνιδιού Αυλής στη Διδασκαλία της Χημείας σε Γυμνάσιο-Λύκειο

Ευαγγελία Παρισσπούλου¹, Παναγιώτης Γιαννακουδάκης²

¹Εκπαιδευτήρια Φρυγανιώτη, ²Τμήμα Χημείας Α.Π.Θ.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται μια αυξανόμενη τάση για τη χρήση παιχνιδιών στη διδασκαλία της χημείας στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Τα παιχνίδια αυτά είναι κυρίως ψηφιακά, αλλά και παιχνίδια με κάρτες και επιτραπέζια. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός ενός παιχνιδιού αυλής με κάρτες και η εφαρμογή του στη διδασκαλία της Χημείας, τόσο στην τρίτη τάξη του γυμνασίου όσο και στην πρώτη τάξη του λυκείου. Το παιχνίδι αφορά στη διδασκαλία της ενότητας Περιοδικός Πίνακας, παίζεται στην αυλή του σχολείου, παραμένει το ίδιο και στις δύο τάξεις αλλά εφαρμόζεται με διαφορετικό τρόπο.

Λέξεις-κλειδιά: Περιοδικός πίνακας, Παιχνίδι με Κάρτες, Διδασκαλία Χημείας

Periodic Table-Implementation, Design and Application of an Open Yard Game at the Chemistry Teaching in High School

Evangelia Parisopoulou¹, Panagiotis Giannakoudakis²

¹*Ekpaideftiria Fryganiotis*, ²*Department of Chemistry Aristotle University of Thessaloniki*

Abstract

Over the last years, in the international literature there has been a growing trend in using games regarding the teaching of chemistry both in the secondary and tertiary education. These games are primarily digital, but there are also card and board games. In this research the implementation, the design and the application of an open yard game at the Chemistry Teaching in both third class of Junior High School and first class of Senior High School, is presented. This type of game concerns the teaching of the subject Periodic Table, it is played at the school yard, remains the same in both classes but it is applied in a different way.

Keywords: Periodic Table, Card Games, Teaching Chemistry



1. Εισαγωγή

Ο Περιοδικός Πίνακας των χημικών στοιχείων είναι αναμφίβολα ένα εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς τόσο της δευτεροβάθμιας όσο και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, διδάσκεται πρώτη φορά στην Τρίτη τάξη του γυμνασίου και στη συνέχεια με άλλη προσέγγιση στην Πρώτη και στην Τρίτη τάξη του λυκείου. Στην Τρίτη τάξη του λυκείου για τους μαθητές του θετικού προσανατολισμού αποτελεί πανελλαδικά εξεταζόμενη ύλη και ως εκ τούτου οι μαθητές αναγκάζονται να αφιερώσουν περισσότερο χρόνο και να τον μελετήσουν εις βάθος. Στις άλλες δύο τάξεις όμως, κατά τη διδασκαλία του, προκύπτουν προβλήματα που πηγάζουν κυρίως από την αδιαφορία των μαθητών, με εντονότερο το φαινόμενο στην Τρίτη γυμνασίου.

Οι μαθητές του γυμνασίου παρακολουθώντας Χημεία μόνο μια φορά την εβδομάδα στην καλύτερη περίπτωση, διψώντας επίσης για πείραμα και διαφυγή από την τάξη, απογοητεύονται κατά την έναρξη της διδασκαλίας της ενότητας «Περιοδικός Πίνακας» και διαμαρτύρονται για την επιστροφή τους στα στενά πλαίσια της τάξης. Οι μαθητές του λυκείου αντίστοιχα βλέποντας πλέον την ύλη της χημείας να περνάει στο επίπεδο των ασκήσεων και των υπολογισμών, έχοντας ήδη ακούσει στην προηγούμενη τάξη για τον Περιοδικό Πίνακα και θεωρώντας ήδη θεωρητική την προσέγγιση αυτού του πεδίου, αδιαφορούν εμφανώς κατά τη διάρκεια του μαθήματος και λειτουργούν με προκατάληψη ως προς τη διδασκαλία της συγκεκριμένης ενότητας.

Δεδομένου επίσης ότι πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι κατά τη μετάβαση από το γυμνάσιο στο λύκειο μειώνεται το ενδιαφέρον γενικά των μαθητών για τις σχολικές δραστηριότητες (Harter 1981) και ο μαθητής επικεντρώνεται κυρίως σε άλλους στόχους όπως την υψηλή βαθμολογία (Larson 2000), προέκυψε η επιτακτική ανάγκη διαφορετικής προσέγγισης της συγκεκριμένης ενότητας και η προσπάθεια δημιουργίας κινήτρων στους μαθητές ώστε να δημιουργηθεί ενδιαφέρον και να κινητοποιηθούν κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Ένας από τους τρόπους προσέγγισης της ενότητας και ταυτόχρονα κινητοποίησης των μαθητών θεωρήθηκε ότι θα μπορούσε να είναι το παιχνίδι. Ο όρος παιχνίδι έχει πολλούς και διάφορους ορισμούς, όμως παρά τις διαφορετικές προσεγγίσεις που υπάρχουν, κυριαρχεί η άποψη ότι το παιχνίδι είναι μια δραστηριότητα, η οποία αν και ξεκινά από βιολογικές αφορμίσεις έχει κοινωνικό και πολιτιστικό υπόβαθρο. Τα άτομα που λαμβάνουν μέρος στο κοινωνικό-πολιτιστικό παιχνίδι, επιδιώκουν και κατακλύζονται από το αίσθημα της απόλαυσης και συμμετέχουν με τη θέληση τους σε αυτό (Αυγητίδου, 2007). Ποια όμως η συμβολή του παιχνιδιού στη διδασκαλία και στην εκπαιδευτική διαδικασία γενικότερα;

Τα προηγούμενα χρόνια στις φυσικές επιστήμες και ειδικότερα στη Χημεία, δεδομένης και της δυνατότητας εμπλοκής της εργαστηριακής πράξης στη διδασκαλία, δεν χρησιμοποιούνταν το παιχνίδι, ειδικότερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όπου οι μαθητές πλέον είναι σε μια ηλικία όπου «δεν παίζουν».

Παρά ταύτα στα μαθηματικά η εικόνα είναι διαφορετική με τον Gardner, (1986) παρά την παραδοχή ότι δεν μπορεί να δοθεί ένας ακριβής ορισμός για το παιχνίδι, να αναφέρει ότι είναι ο ιδανικότερος τρόπος για να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών κατά τη διδασκαλία των στοιχειωδών μαθηματικών, κάτι που οι παραδοσιακοί καθηγητές μαθηματικών αποφεύγουν αφού δεν το θεωρούν σοβαρό μέσο για μάθηση.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια στη διεθνή βιβλιογραφία η στάση απέναντι στο παιχνίδι έχει αλλάξει και καταγράφεται η χρήση παιχνιδιών στη διδασκαλία της Χημείας (Kavak 2012, Knudtson 2015). Έτσι, με



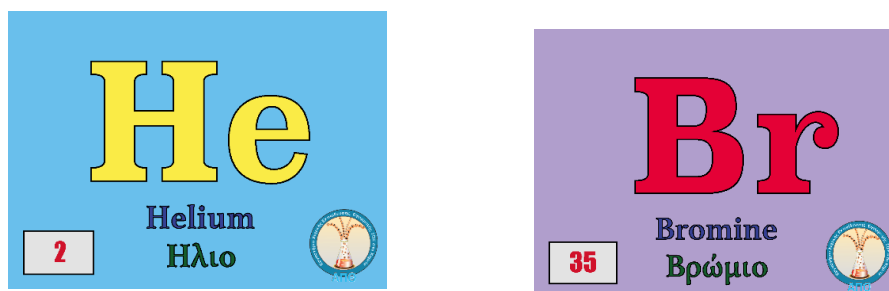
βάση τα παραπάνω, επινοήθηκε ένα παιχνίδι αυλής με κάρτες για τη διδασκαλία της ενότητας «Περιοδικός Πίνακας».

2. Μεθοδολογία

Σχεδιασμός των καρτών

Αρχικά σχεδιάστηκαν κάρτες σε διάσταση A3 με τα σύμβολα και τα ονόματα των 118 στοιχείων με τον ατομικό τους αριθμό και χρώματα αντίστοιχα των ιδιοτήτων τους (Εικόνα 1), οι αριθμοί των ομάδων και περιόδων και τα ονόματα των βασικών ομάδων όπως αυτά αναφέρονται στα σχολικά βιβλία (Θεοδωρόπουλος Π. κ.ά. 2017, Λιοδάκης Σ. κ.ά. 2017). Οι κάρτες εκτυπώθηκαν έγχρωμα στη διάσταση A3 και στη συνέχεια πλαστικοποιήθηκαν. Εκτυπώθηκαν επίσης έγχρωμοι σελιδοδείκτες με θέμα τον ίδιο Περιοδικό Πίνακα με αυτόν των καρτών.

Εικόνα 1: Κάρτες με χρώματα αντίστοιχα των ομάδων του Περιοδικού Πίνακα και των ιδιοτήτων των στοιχείων



Εφαρμογή

Το παιχνίδι εφαρμόστηκε σε δύο τμήματα της Τρίτης τάξης του γυμνασίου και δύο τμήματα της Πρώτης τάξης του λυκείου. Οι μαθητές οδηγήθηκαν στην αυλή, τους μοιράστηκαν σε τυχαία σειρά αριθμοί ομάδων και περιόδων καθώς και τα σύμβολα των στοιχείων και ξεκίνησε μια γενική συζήτηση γύρω από το άτομο, τον ατομικό αριθμό και τις ιδιότητες των στοιχείων καθώς και στην ταξινόμηση αυτών.

Εικόνα 2: Παιχνίδι στην αυλή





Γυμνάσιο

Οι μαθητές αναζήτησαν στις κάρτες τους αριθμούς των ομάδων και των περιόδων, αφού ορίστηκαν αυτές, και τις τοποθέτησαν στο έδαφος σε τέτοια θέση ώστε να προβλέπεται χώρος για τους επόμενους αριθμούς ομάδων και περιόδων (Εικόνα 2). Στη συνέχεια η εκπαιδευτικός αναζητούσε έναν συγκεκριμένο ατομικό αριθμό, οι μαθητές κατονόμαζαν το χημικό στοιχείο όταν τον έβρισκαν και τοποθετούσαν την κάρτα στο έδαφος ενώ παράλληλα αιτιολογούσαν την απόφασή τους για τη θέση στην οποία τοποθέτησαν το χημικό στοιχείο. Οι παρεμβάσεις της εκπαιδευτικού γινόντουσαν μετά από συζήτηση μεταξύ των μαθητών και λήψη αποφάσεων, έτσι ώστε να μπορεί να εξελιχθεί η διαδικασία με διερεύνηση από τους μαθητές, παράλληλα με τη διδασκαλία. Η χρήση των σελιδοδεικτών (Εικόνα 3) πραγματοποιήθηκε στις λανθανίδες και ακτινίδες όπως και στην ονοματοδοσία των ομάδων και τομέων.

Λύκειο

Οι μαθητές του λυκείου γνωρίζουν ήδη τον Περιοδικό Πίνακα οπότε η εφαρμογή έγινε με τοποθέτηση των καρτών όχι με κριτήριο τον αύξοντα ατομικό αριθμό αλλά με βάση την ηλεκτρονική δόμηση των στοιχείων σύμφωνα με το σχολικό βιβλίο (Λιοδάκης Σ. κ.ά. 2017). Έτσι οι μαθητές για ατομικό αριθμό στοιχείων κύριων ομάδων που επέλεγε η εκπαιδευτικός εύρισκαν την ηλεκτρονική δόμηση και στη συνέχεια τοποθετούσαν στην αντίστοιχη θέση στο έδαφος την κάρτα παρατηρώντας σιγά σιγά την τοποθέτηση πάνω ή κάτω από τα στοιχεία της ίδιας ομάδας αυτά με αντίστοιχη ίδια δομή εξωτερικής στιβάδας. Για τα υπόλοιπα χρησιμοποιήθηκε ο αύξων ατομικός αριθμός ή οι σελιδοδείκτες ως ένα επιπλέον μέσο εξοικείωσης με τον Περιοδικό Πίνακα.

Εικόνα 3: Σελιδοδείκτης

3. Αποτελέσματα

Οι μαθητές αντιμετώπισαν το παιχνίδι με ενθουσιασμό και παρακολούθησαν με ενδιαφέρον τη διδασκαλία. Μαθητές που συνήθως αδιαφορούν ή θορυβούν στην τάξη παρέμειναν δραστήριοι και συμμετείχαν ενεργά σε όλη τη διάρκεια του μαθήματος. Παρατηρήθηκε επίσης η λήψη ρόλων από



κάποιους μαθητές, καθώς καθοδήγησαν ή βοήθησαν αδύναμους μαθητές. Μαθήτριά που απουσίαζε την ημέρα του παιχνιδιού ζήτησε επανάληψή του.

Η κατανόηση ελέγχθηκε με ωριαίο επαναληπτικό τεστ. Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών (95%) απάντησε σωστά στις ερωτήσεις που σχετίζονταν με τον Περιοδικό Πίνακα.

4. Συμπεράσματα

Το «παιχνίδι» επινοήθηκε για τη διδασκαλία της ενότητας και όχι απλά για εξάσκηση ή για έλεγχο της κατανόησης. Ο στόχος ήταν οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα να βρεθούν κατά τη διάρκεια του μαθήματος στην αυλή, να "παιξουν" συνδυάζοντας τη γνώση με το παιχνίδι χωρίς να αισθάνονται παγιδευμένοι στην τάξη ή στο εργαστήριο. Από τις αντιδράσεις των μαθητών ενισχύθηκε η άποψη ότι το παιχνίδι κινητοποίησε τους μαθητές, τους βοήθησε στην απομνημόνευση και κυρίως στην κατανόηση του αντικειμένου.

Υπήρξε τέλος πρόταση των μαθητών να χρησιμοποιηθεί σε επόμενη διδασκαλία μια αντίστοιχη μέθοδος.

5. Βιβλιογραφία

- Αυγητίδου, Σ. (2001). Το παιχνίδι. Σύγχρονες ερευνητικές και διδακτικές προσεγγίσεις. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Αυγητίδου, Σ. (2007). Παιχνίδι. Λεξικό της Παιδαγωγικής. Θεσσαλονίκη: Κυριακίδης.
- Θεοδωρόπουλος Π., Παπαθεοφάνους, Π., Σιδέρη, Φ., (2017). Χημεία Γ' Γυμνασίου. ΙΤΥΕ Διόφαντος, Αθήνα.
- Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., Κάλλης Α. (2017) Χημεία Α΄τάξης Ενιαίου Λυκείου. Έκδοση Α, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Μούγιος Π., (2018) Σχεδιασμός και Εφαρμογή Παιχνιδιών με Κάρτες στη Διδασκαλία της Χημείας στο Λύκειο Ερευνητική Εργασία Διπλώματος Ειδίκευσης ΔιΧηΝΕΤ ΕΚΠΑ
- Gardner, M. (1986). Το πανηγύρι των μαθηματικών. Εκδόσεις Τροχαλία.
- Harter, S. (1981a) A new self-report scale of intrinsic versus extrinsic orientation in the classroom: Motivational and informational components, *Developmental Psychology*, Vol.17, No.3, pp.300-312
- Kavak, N. (2012a) ChemOkey: A Game To Reinforce Nomenclature, *Journal of Chemical Education*, 2012, vol.89, no.8, pp.1047–1049
- Kavak, N. (2012b) ChemPoker, *Journal of Chemical Education*, vol.89, no.4, pp.522–523
- Knudtson, A., (2015) ChemKarta: A Card Game for Teaching Functional Groups in Undergraduate Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, vol.92, no.9, pp.1514–1517
- Larson, W. (2000) Toward a Psychology of Positive Youth Development, *American Psychologist*, vol.55, no1, pp.170-183



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ



Από ιστορικά υγρόμετρα σε εκπαιδευτικές ιδιοκατασκευές και πειράματα - Μια έρευνα

Ευστράτιος Χ. Καπότης

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Με αφορμή ιστορικά υγρόμετρα του περασμένου αιώνα, που υπάρχουν μόνο σε μουσεία φυσικών επιστημών και τεχνολογίας, κατασκευάσαμε τρία διαφορετικού τύπου υγρόμετρα με απλά μέσα και καθημερινά υλικά, τα οποία είναι δυνατό να κατασκευαστούν από εκπαιδευτικούς και μαθητές και να αξιοποιηθούν ως εκπαιδευτικά όργανα πειραματισμού. Δοκιμάστηκε η δυνατότητα ιδιοκατασκευής τους σε σχολεία και εφαρμόστηκαν, στο πλαίσιο σχετικής εργασίας, από ομάδες μαθητών - δημοτικού, γυμνασίου, λυκείου - με την υποστήριξη φύλλων εργασίας που σχεδιαστήκαν ειδικά και ακολουθούσαν την επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση. Η ερευνητική και αξιολογική διαδικασία έδειξε την εφικτότητα της εκπαιδευτικής τους αξιοποίησης και τη χρησιμότητά της στους μαθητές.

Λέξεις-κλειδιά: υγρόμετρα, ιδιοκατασκευές, εκπαιδευτικός πειραματισμός, εκπαιδευτική έρευνα

From historical hygrometers to educational self-constructions and experiments - A research

Efstratios C. Kapotis

National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

Using as a trigger of interest historical hygrometers of the last century, which are only available in Science and Technology Museums, we constructed three different hygrometers with simple materials. These hygrometers can be constructed by teachers and students and can be used for educational experimental devices. They were tested for their potential to be constructed in schools and were implemented in the context of relevant work by groups of students of all school grades, supported by specially designed worksheets that followed the scientific/educational method by inquiry. The evaluation showed the feasibility of their educational value and utility.

Keywords: hygrometers, self-constructions, educational experimentation, educational research



1. Εισαγωγή

Με έναυσμα ιστορικά υγρόμετρα, που πολλά από αυτά χρησιμοποιούνται ακόμη και στις μέρες μας, προσπαθήσαμε να αξιοποιήσουμε εκπαιδευτικά τη διαδικασία κατασκευής απλών υγρομέτρων. Σκοπός ήταν οι μαθητές να αναπτύξουν πειραματικές δεξιότητες (εφαρμογή και επέκταση γνωστών σε αυτούς διαδικασιών βαθμονόμησης, κατασκευής και λήψης μετρήσεων), αλλά και να γνωρίσουν καλύτερα φυσικές ποσότητες και μεταβολές.

Η υγρασία, δηλαδή η ποσότητα των υδρατμών που περιέχει ο ατμοσφαιρικός αέρας, μετράται με ειδικά όργανα που ονομάζουμε υγρόμετρα. Ερευνώντας για το φυσικό αυτό μέγεθος στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών στη χώρα μας, βρίσκουμε ότι οι μαθητές το συναντούν από την Ε' Δημοτικού, αλλά χωρίς να υπάρχει κάποιος ορισμός του. Ο ορισμός πρωτοεμφανίζεται μερικώς στη Β' Γυμνασίου. Για τις μετέπειτα τάξεις δεν υπάρχει κάποια διαφοροποίηση. Σχετικά με τα όργανα ή τις μεθόδους μέτρησής της δεν υπάρχει καμία αναφορά. Οι μαθητές βέβαια ακούν συχνά για την υγρασία στην καθημερινή τους ζωή (σχολικό περιβάλλον, μέσα ενημέρωσης, διαδίκτυο, χώρους που επισκέπτονται, οδηγίες συντήρησης και λειτουργίας συσκευών ή διατήρησης αντικειμένων) ή και μετρούν την υγρασία με υγρόμετρα.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση εντοπίζονται λίγα άρθρα που αφορούν στην κατασκευή αυτοσχέδιων υγρομέτρων (Huebner 1973, Silva & Beiting 1999), υπάρχουν ακόμη και μερικές προτάσεις από ανεξάρτητους εκπαιδευτικούς στο διαδίκτυο. Τέτοιες προτάσεις υπάρχουν είτε ως μικρά βιντεοσκοπημένα αρχεία σε δίαυλους ανάρτησης βίντεο είτε ως οδηγίες κατασκευής με εικόνες και κείμενο σε προσωπικές ιστοσελίδες εκπαιδευτικών ή εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Παρά το γεγονός ότι τέτοιες διαδικασίες βοηθούν στην κατανόηση από τους μαθητές σημαντικών φυσικών εννοιών (Paik et al. 2004), για καμία από τις προτάσεις αυτές δεν υπάρχει ένταξη στην εκπαιδευτική διαδικασία και αξιολόγησή της.

2. Μεθοδολογία

Ερευνητικά Ερωτήματα

- Είναι δυνατή η κατασκευή εκπαιδευτικών υγρομέτρων με απλά υλικά και μέσα από μαθητές, ώστε να τους κινεί το ενδιαφέρον και να είναι χρονικά εφικτή στο πλαίσιο του σχολικού προγράμματος;
- Η δημιουργία απλών ιδιοκατασκευασμένων υγρομέτρων, όταν αυτή ενταχθεί κατάλληλα στην εκπαιδευτική διαδικασία και υποστηριζόμενη από φύλλα εργασίας, βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τις σχετιζόμενες φυσικές έννοιες, φαινόμενα και μεταβολές;

Τα Υγρόμετρα

Μελετώντας τους υπάρχοντες τύπους των υγρομέτρων στα μουσεία, αλλά και στα σχολεία, αποφασίσαμε να κατασκευάσουμε εκπαιδευτικά υγρόμετρα που μετρούν την υγρασία, εκμεταλλευόμενα τη μεταβολή των διαστάσεων μερικών υλικών (υγρόμετρο τριχός και υγρόμετρο διυλικής σπείρας) και τη θερμοκρασιακή διαφορά υγρού και ξηρού θερμομέτρου (Πίνακας 1).



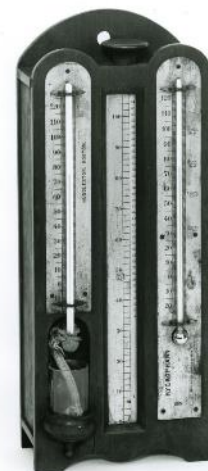
Πίνακας 1: Ιστορικά - μουσειακά υγρόμετρα (πάνω) και αντίστοιχα εκπαιδευτικά υγρόμετρα (κάτω)



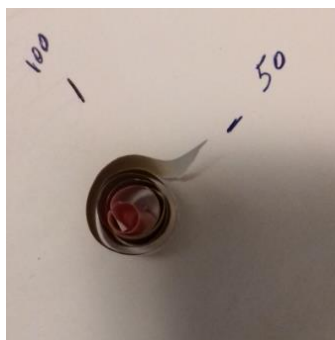
Μουσείο Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας
Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου
Αθηνών



Βρετανικό Μουσείο



Εθνικό Μουσείο
Αμερικανικής Ιστορίας



Αντίστοιχα των επιστημονικών οργάνων εκπαιδευτικά υγρόμετρα (τριχός, διυλικής σπείρας και υγρού και ξηρού - θερμομέτρου αντίστοιχα)

Οι φυσικές αρχές λειτουργίας των διατάξεων αυτών είναι εύκολα αντιληπτές από τους μαθητές. Ταυτόχρονα, η κατασκευή αυτού του τύπου των υγρομέτρων ενδείκνυται για μαθητικές ιδιοκατασκευές, αφού ο χρόνος υλοποίησής τους είναι μικρός και τα υλικά τα οποία πρέπει να χρησιμοποιηθούν είναι καθημερινά και μικρής αξίας. Επίσης, η διαδικασία κατασκευής αυτού του είδους των υγρομέτρων περιλαμβάνει γνωστά στάδια δημιουργίας αυτοσχέδιων πειραματικών συσκευών από τους μαθητές. Οι μαθητές στο μάθημα των Φυσικών της Ε' και Στ' Δημοτικού, καθώς και μάθημα Η Φυσική με Πειράματα της Α' τάξης του Γυμνασίου είναι εξοικειωμένοι με τέτοιου είδους κατασκευές και διαδικασίες πειραματισμού.

Το Φύλλο Εργασίας

Για την εκπαιδευτική ένταξη των πειραματισμών μας δημιουργήθηκε φύλλο εργασίας που αποτέλεσε και φύλλο αξιολόγησης ταυτόχρονα. Η δομή του βασίστηκε στην επιστημονική / εκπαιδευτική μεθοδολογία



με διερεύνηση. Στο έναυσμα εντάχθηκαν εικόνες και βίντεο από την καθημερινότητα των μαθητών, στις υποθέσεις ερωτήματα για το τι είναι υγρασία, πώς μπορεί να μετρηθεί, με ποιες συσκευές και βάση ποιων φυσικών αρχών λειτουργούν. Στον βήμα του πειραματισμού εντάχθηκαν οι προτεινόμενες ιδιοκατασκευές υγρομέτρων συνοδευόμενες από αναλυτικές οδηγίες κατασκευής αλλά και προτάσεις για τυχόν εναλλακτικούς τρόπους κατασκευής τους. Μετά την κατασκευή και τους πειραματισμούς με αυτοσχέδια υγρόμετρα οι μαθητές, με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, διατύπωσαν τα συμπεράσματά τους και ερμηνεύθηκαν φαινόμενα, όπως η αλλαγή του μήκους των μαλλιών, το στέγνωμα των ρούχων και το θόλωμα των τζαμιών, σε σχέση με την υγρασία.

Η Αξιολόγηση

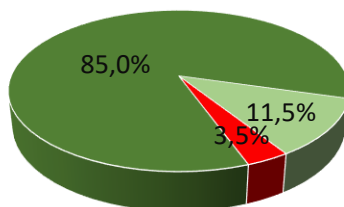
Για τον έλεγχο της πρότασης ως προς τα μαθησιακά της αποτελέσματα, αποφασίστηκε η εκπαιδευτική εφαρμογή της σε συνολικό δείγμα 87 μαθητών (38 δημοτικού και 49 γυμνασίου).

Αξιολογήθηκε η στάση των μαθητών από τις απαντήσεις τους σε ερωτηματολόγιο στάσεων, με βάση τη συμμετοχή τους στη διαδικασία και τις απαντήσεις τους σε σχετικές ερωτήσεις, καθώς και από επιτόπου παρατήρηση από τον εισηγητή (δραστηριοποίηση, συμμετοχή). Για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα, χρησιμοποιήθηκαν οι απαντήσεις στις ερωτήσεις των σταδίων των υποθέσεων, των συμπερασμάτων και της γενίκευσης. Ως αξιολογικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας (υποθέσεις, συμπεράσματα και γενικεύσεις), ενώ οι απαντήσεις τους κατατάχθηκαν σε τρεις κατηγορίες: την επιστημονικά λανθασμένη ή απουσία απάντησης (1), τη μερικώς ορθή (2) και την επιστημονικά ορθή (2).

3. Αποτελέσματα

Η έρευνα διεξήχθη το σχολικό έτος 2018 - 2019 στο σύνολο του δείγματος. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων φανερώνει υψηλά ποσοστά δραστηριοποίησης και συμμετοχής των μαθητών και εύκολη κατασκευή των προτεινόμενων διατάξεων. Σημαντικό θεωρείται το γεγονός ότι ο συνολικός απαιτούμενος χρόνος της παρέμβασης δεν είναι απαγορευτικός, αφού δεν ξεπερνά σε διάρκεια αυτόν ενός τυπικού μαθήματος. Το 85% των μαθητών κατόρθωσαν να κατασκευάσουν πλήρως λειτουργικά υγρόμετρα, το 11,5% λειτουργικά υγρόμετρα με μικρές αποκλίσεις από τη βέλτιστη κατασκευή και το υπόλοιπο 3,5% απέτυχε να κατασκευάσει λειτουργικά υγρόμετρα, συνήθως λόγω χρονικών καθυστερήσεων της ομάδας (Τρισδιάστατο Κυκλικό Διάγραμμα 1).

Τρισδιάστατο Κυκλικό Διάγραμμα 1: Αποτελέσματα διαδικασίας κατασκευής υγρομέτρων



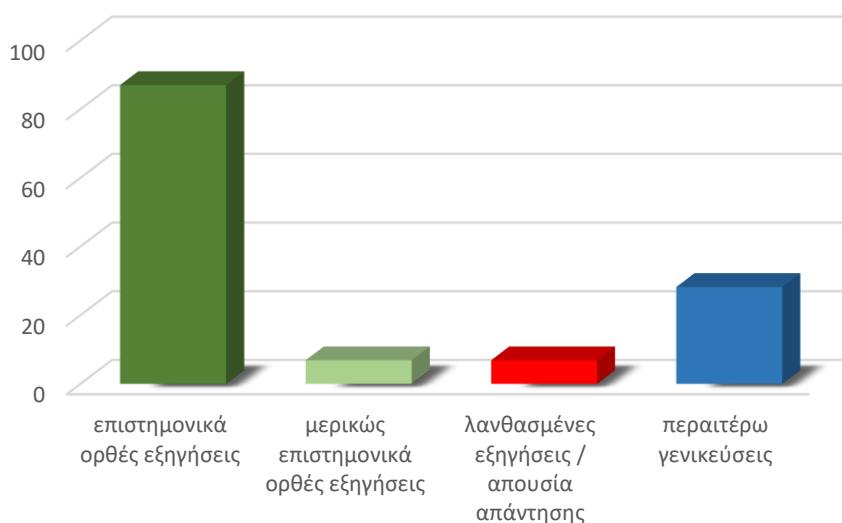
- πλήρως λειτουργικά υγρόμετρα
- λειτουργικά υγρόμετρα
- αποτυχία κατασκευής υγρομέτρων

Οι μαθητές έφτασαν σε σωστά συμπεράσματα και σε ορθές επιστημονικά εξηγήσεις των φαινομένων που αναφέρονται στη γενίκευση, σε ποσοστό 86,21%, σε μερικώς ορθές επιστημονικά σε ποσοστό 6,90% και σε επιστημονικά λανθασμένες ή δεν καταγράφεται απάντηση σε ποσοστό 6,89%. Ειδικότερα,



ένα ποσοστό της τάξεως του 28,24% προχωρά και σε περαιτέρω γενικεύσεις για σχετικά με τη μελέτη μας φυσικά φαινόμενα και κάνει προτάσεις για δημιουργία υγρομέτρων με άλλες, πέραν των εξεταζόμενων, φυσικές αρχές και φαινόμενα (Ραβδόγραμμα 1). Η ίδια θετική εικόνα παρατηρείται και από την αποδελτίωση του ερωτηματολογίου στάσεων αλλά και της επιτόπιας παρατήρησης και καταγραφής της δραστηριοποίησης των μαθητών.

Ραβδόγραμμα 1: Ποσοστά μαθητών ανά κατηγορία απαντήσεων



Συνεκτιμώντας όλα τα παραπάνω αποτελέσματα της αξιολόγησης, φαίνεται πως η έρευνα κατορθώνει να απαντά θετικά στα ερευνητικά ερωτήματα που έθεσε, προκύπτοντας ταυτόχρονα η εκπαιδευτική αξία τέτοιων ιδιοκατασκευών.

4. Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της πρότασής μας, μετά την αξιολόγηση της, φανερώνει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και ειδικότερα στη θεματική που μελετούμε. Οι μαθητές μαθαίνουν να βαθμονομούν και να μετρούν, δηλαδή να χρησιμοποιούν τη μεταβολή μιας φυσικής ιδιότητας ενός υλικού και να την αντιστοιχίζουν σε ένα φυσικό μέγεθος. Συνειδητοποιούν πως με πολύ απλά υλικά μπορούμε να μετρήσουμε την υγρασία, δημιουργώντας εύκολα μετρητικές συσκευές (τα υγρόμετρα που προτείνονται, μπορούν να τα κατασκευάσουν και οι ίδιοι στο σπίτι τους). Ακόμη, οι μαθητές μπορούν να κάνουν συσχετίσεις και να ανακαλύπτουν την κοινή ή τις κοινές αιτίες πίσω από φαινομενικά ασύνδετες φυσικές μεταβολές (μεταβολή των ιδιοτήτων – διμεταλλικά ελάσματα στη θερμότητα, ηλεκτρισμό, υγρασία..) και να κατανοούν καλύτερα τα φυσικά φαινόμενα (μεταβολές φάσεων του νερού, εξάτμιση, υγροποίηση κτλ.)

Με τέτοιες ιδιοκατασκευές, αρκετά υγρόμετρα (ή και αντίστοιχες συσκευές), που μπορεί να υπάρχουν παροπλισμένα στα σχολικά εργαστήρια, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία από τους εκπαιδευτικούς με σημαντικά οφέλη για τους μαθητές.

Τέλος, πολλά μουσειακά εκθέματα σε μουσειά φυσικών επιστημών μπορούν, πέρα από την αισθητική και ιστορική σημαντικότητά τους, να επιτελέσουν ακόμη και στις μέρες μας σημαντικό εκπαιδευτικό ρόλο.



Λόγω της απλής και χρονικά εύκολης κατασκευής, μπορεί στα μουσεία αυτά να υπάρχει μέριμνα για τέτοιους εκπαιδευτικούς ιδιο-πειραματισμούς από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της επίσκεψής τους. Ακόμη θα μπορούσαν να υπάρχουν, αναρτημένες στις ιστοσελίδες τους, οδηγίες κατασκευής για διάφορα επιστημονικά όργανα και διατάξεις, ακόμη και φύλλα εργασίας διαβαθμισμένα κατάλληλα για κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα.

5. Βιβλιογραφία

- Giancoli, D., (2011). Φυσική για Επιστήμονες & Μηχανικούς 4^η Έκδοση. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J., (2011). Φυσική : Μηχανική, Κυματική, Θερμοδυναμική. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
- Σχολικά Βιβλία (ΦΥΣΙΚΑ - Ερευνώ και Ανακαλύπτω Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού, Φυσική Γυμνασίου και Φυσική Λυκείου). <http://ebooks.edu.gr/new/allcourses.php>
- Huebner, J. S., (1973). Apparatus for Teaching Physics: A Human Hair Hygrometer. *The Physics Teacher*, 11, 180-182.
- Paik, S. H., Kim, H. N., Cho, B. K., & Park, J. W., (2004). K-8th grade Korean students' conceptions of 'changes of state' and 'conditions for changes of state'. *International Journal of Science Education*, 26(2), 207-224.
- Silva, L., & Beiting, D., (1999). What does a pine cone tell us about humidity?. *The Physics Teacher*, 37(1), 48-49.



Αναπροσαρμογή των εργαστηριακών μαθημάτων του τμήματος Φυσικής για την επαρκή τους πρόσβαση από άτομα με αναπηρία όρασης

Αγγελική Κόνιαρη

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων-Τμήμα Φυσικής

Περίληψη

Είναι γνωστό ότι οι άνθρωποι με αναπηρία όρασης αντιμετωπίζουν προβλήματα σε αρκετούς μαθησιακούς και εκπαιδευτικούς τομείς τα οποία μετέπειτα περιορίζουν την επιστημονική τους κατάρτιση. Μια από αυτές τις περιορισμένες επιλογές είναι και η ενασχόληση με την φυσική που σε πανεπιστημιακό επίπεδο δεν είναι εφικτή τόσο σε θεωρητικό υπόβαθρο όσο και σε πειραματικό. Στόχος της εργασίας είναι η διερεύνηση και η πρόταση μεθόδων που θα κάνουν τα εργαστήρια Φυσικής προσβάσιμα στα άτομα με αναπηρία όρασης. Στην εργασία αυτή στηριχθήκαμε στις εργαστηριακές υποδομές του τμήματος Φυσικής Ιωαννίνων καθώς και σε νέες υποστηρικτικές τεχνολογίες για τα άτομα αυτά όπου συνθέτοντας τα θέλαμε να δώσουμε μια ιδέα αναπροσαρμογής τους.

Λέξεις-Κλειδιά :οπτική αναπηρία, φυσική, πειράματα, εργαστήρια

Modification of the Physics Department's laboratory classes for the accessibility by persons with visual impairment

Angeliki Koniari

University of Ioannina-Physics Department

Abstract

People with visual impairment face obstacles in several learning and educational sectors, thereby restricting their scientific training. Their limited options include physics, which is made unfeasible at the university level, in both theoretical and experimental capacities. The aim of this task is to investigate and propose methods in making Physics laboratories accessible to young people with visual impairment. In this paper, we studied the laboratory infrastructure of the Department of Physics in Ioannina and of the new assistive technologies pertaining to these individuals, with the aim of producing a result concerning their functionality.

Keywords : visual impairment, physics, experiments, laboratory



1. Εισαγωγή

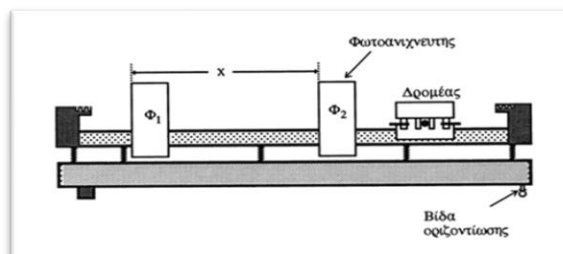
Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε μια προσέγγιση των εννοιών της φυσικής όπως αυτές αποδεικνύονται μέσα από πειράματα, ώστε να γίνονται κατανοητές από άτομα με αναπηρία όρασης. Βασικός μας σκοπός είναι να παρέχουμε στα άτομα με την συγκεκριμένη αναπηρία την δυνατότητα να συμμετέχουν στον δημιουργικό τομέα της φυσικής επιστήμης. Μελετώντας τις μέχρι τώρα εργαστηριακές υποδομές, οι οποίες προσφέρουν στους φοιτητές την ευκαιρία της ανακάλυψης και της διαπίστωσης των νόμων που διέπουν τη φυσική, και αναγνωρίζοντας την θέληση των ατόμων με πρόβλημα όρασης να επεκτείνουν τους γνωσιακούς τους ορίζοντες, δώσαμε μια διάσταση την οποία, κατά ένα μεγάλο μέρος, θα ήταν εφικτό να υιοθετήσουν τα Ελληνικά πανεπιστημιακά ιδρύματα. Όπως όλοι γνωρίζουμε η θεωρία όταν βρίσκει εφαρμογή, αποτελεί αδιαμφισβήτητη παραδοχή. Το θέμα επιλέχθηκε γιατί παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ο χώρος των φυσικών επιστημών, υπό το πρίσμα της πειραματικής διαδικασίας, αλλά και λόγω έλλειψης – στον ελλαδικό χώρο – της κατάλληλης διδακτικής της φυσικής που να είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες των ατόμων με αναπηρία οράσεως. Έτσι, επιχειρήθηκε η προσέγγιση για αναπροσαρμογή των εργαστηριακών μαθημάτων και κατά βάση των διατάξεων που χρησιμοποιούνται (αντικείμενα, όργανα μέτρησης κ.λπ.). Φυσικά, σε όλα αυτά σύμμαχος μας ήταν τεχνολογικές ανακαλύψεις οι οποίες σέβονται τις επιθυμίες των όλων και που συνεχώς εξελίσσονται.

2. Μεθοδολογία

Βασικός άξονας της εργασίας ήταν το πειραματικό μέρος των εργαστηριακών μαθημάτων που περιλαμβάνονται στο Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η μεθοδολογία στηρίζεται στην παρατήρηση της λειτουργίας των οργάνων και των διατάξεων, καθώς και στην εύχρηστη διαχείριση τους από τους φοιτητές. Οι πληροφορίες για τη λειτουργία των οργάνων θα δίνονται λεπτομερώς από τους υπεύθυνους καθηγητές οι οποίοι θα επιβλέπουν την όλη διαδικασία. Σημειώνουμε πως πειράματα που αναφέρονται στην οπτική είναι δύσκολο να τροποποιηθούν καθώς η όραση είναι αναπόσπαστο κομμάτι για την εκτέλεση τους. Αξιοποιούνται όμως οι υπόλοιπες αισθήσεις του ατόμου αφού θα δοθούν πχ μετροταινίες ακριβείας και εκτυπωτές με ανάγλυφους χαρακτήρες (ή σε γλώσσα Braille) καθώς και χρονόμετρα, ψηφιακά πολύμετρα, ζυγαριές ακριβείας, τροφοδοτικά κ.λπ. όπου το αντίστοιχο αποτέλεσμα θα δίνεται με φωνητικό μήνυμα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αναπροσαρμογής πειράματος, ήταν το πείραμα που αφορά την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, στο οποίο το φερόμενο σώμα καλείται να σταθεροποιηθεί πάνω σε οριζόντια αεροτροχιά και διερχόμενο πάνω σε αυτήν θα συναντά φωτοπύλες που θα ανιχνεύουν την κίνηση και που θα μας δίνουν το χρόνο διέλευσης του με φωνητικό μήνυμα. Η θέση των φωτοπυλών και η αρχική θέση του σώματος προσδιορίζονται από μετροταινία ανάγλυφων ενδείξεων που τοποθετείται πάνω και παράλληλα στην αεροτροχιά, με αποτέλεσμα να γνωρίζει ο εκάστοτε φοιτητής με πρόβλημα όρασης τη θέση τους και να προχωρήσει μετέπειτα στους υπολογισμούς που απαιτούνται (όπως είναι η ταχύτητα) για να ολοκληρωθεί επιτυχώς το πείραμα.



Εικόνα 1. Η πειραματική διάταξη για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση



Εικόνα 2. Το χρονόμετρο της διάταξης

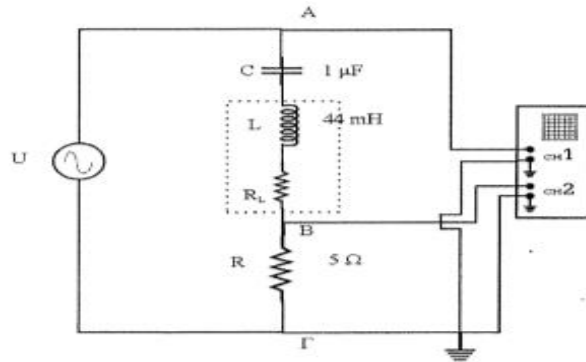


Αναφερόμενοι σε πειράματα, παραθέτουμε και το πείραμα που σχετίζεται με κύκλωμα RCL σε σειρά, που ανήκει στο κεφάλαιο του Ηλεκτρομαγνητισμού. Οι φοιτητές συνδέουν το πολύπλοκο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος, όπου περιλαμβάνονται καλώδια, τροφοδοτικό, ωμικές αντιστάσεις, πηνίο, πυκνωτής, ψηφιακό πολύμετρο και παλμογράφος. Λόγω της πολυπλοκότητας των διατάξεων, στο συγκεκριμένο πείραμα θα αρκεστούμε μόνο στην αναδιαμόρφωση των οργάνων. Για να μπορούν να ξεχωρίζουν το καλώδιο που θα χρησιμοποιούν, επικαλύπτουμε το ένα καλώδιο από αυτά με πλαστικό, το οποίο θα φέρει ανάγλυφα σημεία (πχ ανάγλυφο χαρτί) ή προσθέτουμε πάνω στο καλώδιο ένα αμελητέας διάστασης αντικείμενο το οποίο δεν επηρεάζει την λειτουργία του. Την ίδια τροποποίηση προτείνουμε και στις υποδοχές των καλωδίων, για τη σύνδεσή τους με τα όργανα. Η λειτουργία του τροφοδοτικού θα συνοδεύεται από έναν ήχο με το άνοιγμα του διακόπτη. Το κιβώτιο αντιστάσεων δεν παρουσιάζει κάποια δυσκολία στη χρήση του καθώς σε ότι αφορά τις εισόδους των καλωδίων, θα ακολουθηθεί και εδώ η ίδια τακτική με πριν, απλά σε κάθε ρύθμιση της τιμής της αντίστασης θα δίνεται το αποτέλεσμα με φωνητικό μήνυμα. Έτσι, ο φοιτητής θα γνωρίζει κάθε φορά ποια αντίσταση έχει συνδέσει στο κύκλωμα του. Αναφορικά με το ψηφιακό πολύμετρο, προτείνουμε την απλοποίηση του με την απαλλαγή του από τις υποδιαιρέσεις που δε συναντάμε στα πειράματα. Θα μπορούσε να περιοριστεί σε τρεις βασικές υποδιαιρέσεις που χρησιμοποιούμε συνήθως, και που θα πηγαίνουν κατά αύξουσα σειρά. Ο παλμογράφος είναι όργανο όπου τα αποτελέσματά του δίνονται στην οθόνη του και στηρίζονται σε γραφικές παραστάσεις και κυματομορφές, έπειτα από τη σύνδεσή του στο κύκλωμα. Ωστόσο, πειράματα που τον περιλαμβάνουν, διεξάγονται μετά από την παράλληλη σύνδεσή του, κατά τη διάρκεια



του πειράματος, με εκτυπωτή τρισδιάστατων γραφημάτων και χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία του. Αυτή η συγχρονισμένη λειτουργία του, βοηθά τους φοιτητές να ψηλαφίζουν τη μορφή της τρισδιάστατης (3D) ή ανάγλυφης κυματομορφής και να κατανοούν το πείραμα, μιας και ο ηλεκτρισμός δεν είναι κάτι απτό για εκείνους.

Εικόνα 3. Κύκλωμα RLC



Εικόνα 4. Παλμογράφος



Εικόνα 5. Ψηφιακό πολύμετρο



Εικόνα 6. Κιβώτιο αντιστάσεων





4. Αποτελέσματα

Η έρευνα που κάναμε για την αναπροσαρμογή των πειραματικών μαθημάτων μας παρακίνησε να ανακαλύψουμε κατ' επέκταση καινούρια όργανα, στηριζόμενοι φυσικά στα ήδη υπάρχοντα. Συνολικά τα πειράματα τα όποια διαφοροποιήσαμε ώστε να διεξαχθούν από φοιτητές με πρόβλημα στην όραση ξεπερνούν τα είκοσι (20). Με την εξέλιξη των οργάνων με απλές προσθήκες, οι νέοι θα μπορούν να ανταπεξέλθουν και σε πιο σύνθετες διατάξεις που απαιτούνται. Αξίζει όμως να αναφέρουμε ότι τα πειράματα διεξάγονται από φοιτητές οι οποίοι έχουν χωριστεί σε ομάδες των 2-3 ατόμων. Επομένως, και στη περίπτωση συμμετοχής αμβλυώπων ή τυφλών φοιτητών στις πειραματικές ομάδες, η οποιαδήποτε συμβουλή ή βοήθεια των συναδέλφων τους και του υπεύθυνου καθηγητή θα είναι πολύτιμη αφού θα αποφύγουν πιθανά ατυχήματα ή βλάβες των οργάνων. Εύλογα μπορούμε να προσθέσουμε ότι οι φοιτητές με αδυναμία στην όραση τους θα μπορέσουν στη συνέχεια να επεξεργάζονται τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις που θα έχουν κάνει μόνοι τους μιας και θα έχουν στη διάθεση τους όργανα που χρειάζονται και "εκμεταλλεύονται" τις υπόλοιπες αισθήσεις τους.

Πίνακας 1 : Πειράματα που μελετήθηκαν

Εργαστήρια Μηχανικής Θερμότητας	Εργαστήρια Ηλεκτρισμού- Μαγνητισμού	Εργαστήρια Αναλογικών Ηλεκτρονικών
Απλό εκκρεμές	Διαίρετες τάσης, ψηφιακό πολόμετρο	Κύκλωμα ημιανόρθωσης με/χωρίς φίλτρο εξομάλυνσης
Ελεύθερη κίνηση σώματος (ομαλή και ομαλά επιταχυνόμενη)	Κυκλώματα μέτρησης ισχύος με αμπερόμετρο και βολτόμετρο	Κύκλωμα ανόρθωσης γέφυρας με φίλτρο εξομάλυνσης
2ος Νόμος Newton	Μεταφορά ηλεκτρικής ισχύος	Πείραμα για την χαρακτηριστική των ηρη τρανζίστορ
Έργο - Ενέργεια	Μέθοδοι προσδιορισμού ευαισθησίας και εσωτερικής αντίστασης οργάνων κινητού πηνίου	Μετρήσεις και σχεδίαση της χαρακτηριστικής καμπύλης του τρανζίστορ
Όρμη - Κρούσεις	Διατάξεις ηλεκτρικών μετρήσεων με όργανο κινητού πηνίου	Διάταξη πάλωσης εκπομπού
Κύλιση - Μέτρηση ροπής αδράνειας	Το κύκλωμα του βολτομέτρου	Κύκλωμα σταθεροποιημένης παραμέτρου β
Νόμος του Hooke - Απλή αρμονική ταλάντωση	Επέκταση της κλίμακας του βολτομέτρου	Μελέτη χαρακτηριστικών JFET
Φθίνουσα ταλάντωση	Το κύκλωμα του αμπερομέτρου	Ενισχυτικές διατάξεις με χρήση JFET
Κίνηση σωματιδίων σε πραγματικά ρευστά- ιζώδες	Το ωμόμετρο σειράς	Ενισχυτής JFET κοινού απαγωγού
Μέτρηση πυκνότητας μάζας	Το ωμόμετρο παράλληλης σύνδεσης	
	Θεώρημα Thevenin	
	Προσομοίωση ηλεκτρικών κυκλωμάτων με ηλεκτρονικό υπολογιστή	
	Προσομοίωση ωμομέτρου παράλληλης σύνδεσης	
	Θεώρημα Norton	
	Επαλήθευση του θεωρήματος του Norton με προσομοίωση	
	Φόρτιση/ εκφόρτιση πυκνωτή	
	Βασικές ρυθμίσεις του παλμογράφου	
	Βασικές μετρήσεις με παλμογράφο	
	Μετρήσεις συνεχούς και εναλλασσόμενης τάσης	
	Μετρήσεις περιόδου και συχνότητας	
	Μέτρηση αντίστασης παλμογράφου	
	Κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος	
	Μετρήσεις διαφοράς φάσης και συχνότητας με παλμογράφο	
	Μέτρηση διαφοράς φάσης με διπλή δέσμη	
	Μετρήσεις διαφοράς φάσης και συχνότητας με σχήματα Lissajous	
	Μελέτη του κυκλώματος RC, RL -Μετρήσεις	

4. Συμπεράσματα

Αναλύοντας όλα τα εργαστηριακά μαθήματα που υπάρχουν στο Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων διαπιστώνουμε ότι οι επερχόμενοι φοιτητές με αναπηρία όρασης θα μπορέσουν να ανταποκριθούν εξίσου καλά με τους βλέποντες. Απαραίτητη προϋπόθεση στην ομαλή τους φοίτηση, είναι φυσικά και η θέληση των καθηγητών να ακολουθήσουν μια πιο επεξηγηματική διδασκαλία. Η διδασκαλία αυτή απαιτεί την καθοδήγηση τόσο σε θεωρητικό υπόβαθρο όσο και το πειραματικό. Τα οφέλη της προαναφερθείσας μεθοδολογίας μπορούν να γίνουν αντιληπτά εφόσον χαιρούν αποδοχής από κάθε τμήμα Φυσικής και μπορέσουν να προσαρμοστούν σύμφωνα με τις ανάγκες που υπάρχουν. Οι διατάξεις και οι πειραματικές διαδικασίες που θα υποστούν τις προτεινόμενες αλλαγές (οι αλλαγές



αφορούν ξεχωριστά τα πειράματα διαφόρων κεφαλαίων όπως Μηχανικής Θερμότητας, Αναλογικών και Ηλεκτρομαγνητισμού) θα ενισχύσουν την θέληση των φοιτητών με προβλήματα όρασης να ανακαλύψουν φαινόμενα και νόμους που διέπουν την Φυσική. Λαμβάνοντας υπόψιν την παραπάνω μελέτη, αλλά και τις άλλες μελέτες που σχετίζονται με την ενίσχυση της εκπαίδευσης ατόμων με αναπηρίες σε όλα της τα στάδια, σηματοδοτείται ουσιαστικά η έναρξη της ένταξής τους σε επιστημονικούς κλάδους που μέχρι πρότινος είναι αρκετά περιορισμένη.

5. Βιβλιογραφία

Ζαχαρού Ι., Άνθρωποι με οπτική αναπηρία σε μια δια βίου διαδρομή μάθησης, Θεσσαλονίκη, 2015.

Κόκκοτας Π, Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, Αθανασόπουλος και ΣΙΑ, Αθήνα, 1997.

Κουρουπέτρογλου, Θ. Γ., & Φλωριάς, Ι. Ε. (2003). Επιστημονικά σύμβολα κατά Braille στον Ελληνικό χώρο. ΚΕΝΤΡΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΥΦΛΩΝ.

Μπότση Ε., Γκαμπέτα Αν., Νέες τεχνολογίες επικοινωνίας και πληροφορικής για άτομα με αναπηρία και μαθησιακές δυσκολίες, Πάτρα, 2015.

Χριστοδούλου Ελ., Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε μαθητές με προβλήματα όρασης, Ιωάννινα, 2011.

Lunney, D. (1995) 'Assistive technology in the science laboratory: A talking laboratory work station for visually impaired science students', *Journal of Information Technology and Disabilities* 2(1).

Schleppenbach, D. (1996) 'Teaching science to the visually impaired: Purdue University's Visions Lab', *Journal of Information Technology and Disabilities* 3(4).



Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία της Εξελικτικής Θεωρίας σε μαθητές γυμνασίου

Ντινολάζου Χριστίνα, Παπαδοπούλου Πηνελόπη

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας (ΔΜΑ) για την εξελικτική θεωρία (ΕΘ). Παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο βασίστηκε ο σχεδιασμός, η πιλοτική εφαρμογή της ΔΜΑ σε μαθητές γυμνασίου, καθώς επίσης η διαδικασία και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης που ακολούθησε, με κύριο εργαλείο ένα ερωτηματολόγιο. Επιχειρήθηκε να ελεγχθεί η πιθανή βελτίωση της κατανόησης της ΕΘ. Διαπιστώθηκε ότι η διδασκαλία συνέβαλλε στην ενίσχυση ορισμένων επιστημονικών εννοιών που χρησιμοποιούν σωστά οι μαθητές στις αιτιολογήσεις τους και στην υποχώρηση των περισσότερων εναλλακτικών ιδεών τους.

Λέξεις Κλειδιά: εξελικτική θεωρία, γυμνάσιο, Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες

Design, implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence for the teaching of the Evolution Theory to junior high school students

Ntinolazou Christina, Papadopoulou Pinelopi

Early Childhood Education Department, University of Western Macedonia

Abstract

The object of the present study was the design, implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence (TLS) for the Evolution Theory (ET). The theoretical framework on which the design was based is presented, the first implementation of the TLS to junior high school students as well as the procedure and the results of the following evaluation with a questioner as a basic instrument. Effort has been made to test the possible improvement on the understanding of the ET. It was found that teaching contributed to the reinforcement of certain scientific concepts that the students use correctly in their justifications and the retreat of most of their alternative ideas.

Keywords: evolution theory, junior high school, Teaching-Learning Sequences



1. Εισαγωγή

Η διδασκαλία της ΕΘ, της κύριας ενοποιητικής θεωρίας της Βιολογίας, παρουσιάζει προβλήματα διεθνώς. Ειδικά στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα θεωρείται παραγκωνισμένη, αφού εκτός του γεγονότος ότι οι ευκαιρίες που προβλέπονται από τα αναλυτικά προγράμματα για τη διδασκαλία της εξέλιξης είναι περιορισμένες, ακόμη και αυτές δεν αξιοποιούνται επαρκώς (Πρίνου 2008).

Μεταξύ των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ανιχνεύονται εναλλακτικές ιδέες (Βενέτης κ.α. 2017, Πρίνου 2008) ενώ η περιορισμένη γνώση φαίνεται να συνδέεται και με περιορισμένη αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας (Αθανασίου κ.α. 2009). Ως συνέπεια, οι εκπαιδευτικοί αποφεύγουν να διδάξουν την εξελικτική θεωρία ή όταν επιλέξουν να το κάνουν, δεν είναι αποτελεσματικοί. Οι μαθητές ωστόσο, πριν τη φοίτηση τους στο σχολείο, διαμορφώνουν εναλλακτικές αντιλήψεις για τα εξελικτικά φαινόμενα που λειτουργούν ως εννοιολογικά εμπόδια (Zabel et. al. 2011) στην κατανόηση της ΕΘ.

Οι συστηματικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που στοχεύουν στην εννοιολογική αλλαγή προϋποθέτουν καλά καταρτισμένο εκπαιδευτικό προσωπικό, όχι μόνο σε σχέση με το επιστημονικό περιεχόμενο, αλλά και σε ότι αφορά την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών στα πρότυπα του εποικοδομητισμού, αλλά και την οργάνωση διερευνητικών δραστηριοτήτων οι οποίες εντάσσονται στο πλαίσιο μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας. Οι ΔΜΑ αποτελούν μεσαίας κλίμακας αναλυτικά προγράμματα που διαρκούν μερικές εβδομάδες και συνίσταται από δραστηριότητες διδασκαλίας- μάθησης που έχουν επαρκώς αξιολογηθεί και έχουν εμπειρικά προσαρμοστεί στον τρόπο σκέψης των μαθητών (Psillos et. al. 2016).

Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως σκοπό τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την αξιολόγηση μιας ΔΜΑ για την ΕΘ που αφορά μαθητές γυμνασίου και ο σχεδιασμός της βασίστηκε στο ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, ενώ αξιοποιήθηκε η υπάρχουσα διεθνής και εγχώρια εμπειρία (Ελματζίδου 2016, Wallin et. al. 2013).

2. Μεθοδολογία

Η ΔΜΑ

Η ΔΜΑ εφαρμόστηκε σε ένα τμήμα γ τάξης γυμνασίου των Γρεβενών, και διαρθρώθηκε σε πέντε διδακτικά σενάρια που το καθένα περιλάμβανε δραστηριότητες με διερευνητικό χαρακτήρα, ευκαιρίες για κριτική ανάγνωση και γραφή, ενώ προβλέπονταν και χρόνος για συζήτηση. Διατέθηκε επιπλέον χρόνος για επίσκεψη σε Μουσείο Παλαιοντολογίας. Στον πίνακα 1 φαίνεται η αντιπαραβολή των κεντρικών εννοιών και των διδακτικών επιλογών για κάθε σενάριο σε σχέση με το ΑΠΣ, από όπου προκύπτει ότι η κύρια διαφοροποίηση της προτεινόμενης ΔΜΑ ήταν η προσπάθεια να αναδειχθεί ο ρόλος της τύχης στα εξελικτικά φαινόμενα, με δυο διακριτούς τρόπους: Αρχικά δόθηκε έμφαση στον τρόπο με τον οποίο οι τυχαίες μεταλλάξεις αυξάνουν την γενετική ποικιλότητα, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να συμβεί εξέλιξη. Στη συνέχεια, με την άρρητη διδασκαλία της τυχαίας γενετικής παρέκκλισης, επιχειρήθηκε να εξοικειωθούν οι μαθητές με την ιδέα ότι οι συχνότητες των αλληλόμορφων γονιδίων σε έναν πληθυσμό μπορεί να αλλάζουν και με τυχαίο τρόπο.



Η αξιολόγηση της ΔΜΑ

Η πιλοτική εφαρμογή της ΔΜΑ αξιολογήθηκε με κύριο εργαλείο ένα ερωτηματολόγιο, με ερωτήσεις κλειστού και ανοιχτού τύπου, το οποίο κατασκευάστηκε για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας και συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά τη διδασκαλία. Επιπλέον δεδομένα αντλήθηκαν από την μελέτη των φύλλων εργασίας που συνόδευαν κάθε δραστηριότητα αλλά και από το ημερολόγιο της εκπαιδευτικού. Το σύνολο των δεδομένων αναλύθηκε ποιοτικά με κύριους άξονες ανάλυσης:

1. Τις επιστημονικές έννοιες που χρησιμοποιούνται σωστά από τους μαθητές στις απαντήσεις των ερωτήσεων ανοιχτού τύπου
2. Τις εναλλακτικές ιδέες που επικαλούνται οι μαθητές στις ερμηνείες των εξελικτικών φαινομένων
3. Τη βελτίωση της κατανόησης επιμέρους εννοιών όπως: ο ρόλος της τύχης, ο τρόπος δράσης της Φυσικής επιλογής, η ελάχιστη μονάδα που μπορεί να εξελιχθεί και η ενδοειδική ποικιλότητα.

Η μορφή του ερωτηματολογίου που δόθηκε στους μαθητές μετά την διδασκαλία περιλάμβανε επιπλέον ερωτήσεις που επικεντρώνονταν στις απόψεις των μαθητών για την εξελικτική θεωρία και για τον τρόπο διδασκαλίας που εφαρμόστηκε.

Πίνακας 1. Σύγκριση ΔΜΑ – Αναλυτικού Προγράμματος

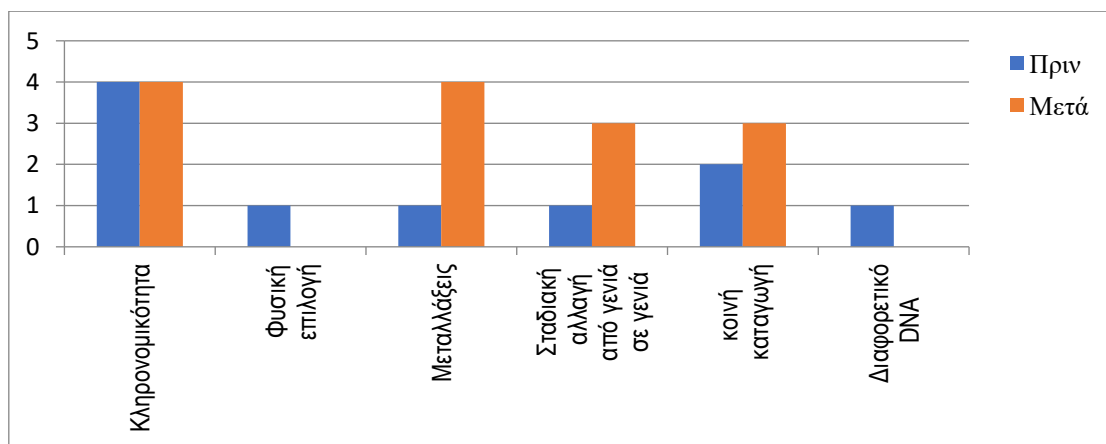
ΔΜΑ		ΑΠΣ	
Μεγάλες ιδέες – φαινόμενα/ διαδικασίες	Διδακτικά σενάρια	Μεγάλες ιδέες – φαινόμενα	Διδακτικά σενάρια
Βιοποικιλότητα	Δραστηριότητα, διάλεξη, συζήτηση	Ποικιλομορφία	Διάλεξη
Ο ρόλος των μεταλλάξεων στη δημιουργία της βιοποικιλότητας	Δραστηριότητα, διάλεξη, συζήτηση	-	-
Φυσική επιλογή Κοινή καταγωγή Μονάδα εξέλιξης	Δραστηριότητα, προβολή βίντεο, συζήτηση	Φυσική επιλογή	Διάλεξη
Ο ρόλος της τύχης Τυχαία γενετική παρέκκλιση- μονάδα εξέλιξης	Δραστηριότητα, διάλεξη, συζήτηση	-	-
-	-	Βιοχημικές αποδείξεις	Διάλεξη
Απολιθώματα Η εξέλιξη του ανθρώπου	Δραστηριότητα, επίσκεψη σε μουσείο φυσικής ιστορίας, ολοκλήρωση δημιουργικής εργασίας	Απολιθώματα	Δραστηριότητα
-	-	Η εξέλιξη του ανθρώπου	Δραστηριότητα



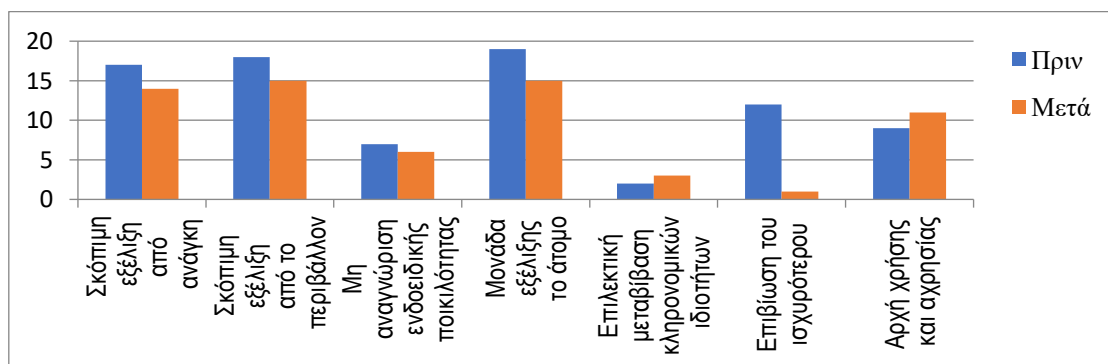
3. Αποτελέσματα

Μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ παρατηρήθηκε ενίσχυση ορισμένων επιστημονικών εννοιών που χρησιμοποιούν οι μαθητές σωστά στις αιτιολογήσεις τους (σχήμα 1). Οι μεταλλάξεις, η σταδιακή αλλαγή από γενιά σε γενιά και η κοινή καταγωγή ήταν οι έννοιες που ενσωματώθηκαν από περισσότερους μαθητές στις απαντήσεις τους. Οι περισσότερες εναλλακτικές ιδέες που εντοπίστηκαν στις αρχικές απαντήσεις των μαθητών αποδυναμώθηκαν μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας, αφού εντοπίζονται πλέον στις απαντήσεις λιγότερων μαθητών (σχήμα 2). Η μεγαλύτερη μεταστροφή παρατηρήθηκε στην εναλλακτική ιδέα που αναφέρεται στην επιβίωση του ισχυρότερου. Σχετικά με το ρόλο της τύχης στην εξέλιξη, όπως φάνηκε από τη μελέτη των απαντήσεων στις σχετικές ερωτήσεις, οι περισσότεροι μαθητές κατανόησαν την επίδραση της τυχαίας γενετικής παρέκκλισης στη σύνθεση των πληθυσμών. Ως κύρια εννοιολογική δυσκολία των μαθητών αναδείχθηκε η αδυναμία τους να κατανοήσουν ότι το περιβάλλον πράγματι αλλάζει τα χαρακτηριστικά των οργανισμών μέσω της επίδρασης μεταλλαξογόνων παραγόντων, αυτό όμως δε συμβαίνει με προκαθορισμένο σκοπό.

Σχήμα 1. Συχνότητα αναφοράς κάθε επιστημονικής έννοιας



Σχήμα 2. Συχνότητα αναφοράς κάθε εναλλακτικής ιδέας





4. Συζήτηση- Συμπεράσματα

Παρά την συνολικά θετική επίδραση της ΔΜΑ που καταγράφηκε, η κατανόηση ορισμένων εννοιών, όπως η ενδοειδική ποικιλότητα και ο ρόλος της φυσικής επιλογής, δείχνει να είναι επιφανειακή, αφού σε παρόμοιες ερωτήσεις με διαφορετικό πλαίσιο, παρουσιάζονταν αντιφατικά αποτελέσματα στις απαντήσεις των μαθητών. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη ότι η μικρής διάρκειας διδασκαλία, όπως αυτή προσδιορίζεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα, δεν μπορεί να έχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα, αφού δεν αφήνει περιθώρια εμβάθυνσης. Απαιτούνται συστηματικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για την εμπέδωση των εννοιών που σχετίζονται με την κατανόηση της ΕΘ, οι οποίες θα πρέπει να διαχέονται στα αναλυτικά προγράμματα όλων των τάξεων, για να αξιοποιείται όλος ο διαθέσιμος χρόνος.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο μικρός αριθμός των συμμετεχόντων δεν επιτρέπει την γενίκευση των αποτελεσμάτων. Τα πρόσθετα δεδομένα που θα προκύψουν από επόμενες εφαρμογές αναμένεται να οδηγήσουν σε ασφαλέστερα συμπεράσματα. Επιπλέον η έλλειψη ομάδας αναφοράς, τα μαθησιακά αποτελέσματα της οποίας θα μπορούσαν να συγκριθούν με αυτά της πειραματικής, δεν επιτρέπουν την εκτίμηση της σχετικής αποτελεσματικότητας της ΔΜΑ στην βελτίωση της κατανόησης της ΕΘ. Σε επόμενο στάδιο της έρευνας θα ληφθεί πρόνοια ώστε να αρθεί αυτός ο περιορισμός.

Τέλος, η ανάδειξη του ρόλου της τύχης στα εξελικτικά φαινόμενα κατά τη διδασκαλία της ΕΘ σε μαθητές γυμνασίου, αποτελεί καινοτομία της παρούσας έρευνας. Δεν βρέθηκαν αντίστοιχα δεδομένα από άλλες έρευνες που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την σύγκριση των αποτελεσμάτων και την εκτίμηση της επίτευξης του συγκεκριμένου στόχου.

5. Βιβλιογραφία

Αθανασίου, Κ., Παπαδοπούλου, Π. (2009). *Παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας στην Ελλάδα: η αποδοχή, η κατανόηση και το μορφωτικό επίπεδο των γονέων*. Paper presented at the 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φ.Ε και Ν.Τ. στην εκπαίδευση, Φλώρινα 7-10 Μαΐου 2009.

Βενέτης, Κ., Μαυρικάκη, Ε. (2017) *Οι γνώσεις των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών σχετικά με τους εξελικτικούς μηχανισμούς των ζωντανών οργανισμών*. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου: Η Βιολογία στην Εκπαίδευση, Πειραιάς, 1-3 Δεκεμβρίου 2017.

Ελματζίδου, Ε. (2016) *Σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την διδασκαλία της Εξελικτικής Θεωρίας σε μαθητές Λυκείου*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

Πρίνου, Λ. (2008). *Η εικόνα της εξέλιξης στο Ελληνικό σχολείο*. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα. ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ.

Zabel, J., Gropengiesser, H. (2011) *Learning progress in evolution theory climbing a ladder or roaming a landscape?* Journal of Biological Education 45 (2011) 143-149

Psillos D., Kariotoglou P. (2016) Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. In: Psillos D., Kariotoglou P. (eds) *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*. Springer, Dordrecht

Wallin, A., West, E. (2013) *Design and validation of teaching- learning sequence: Content – oriented theories about transmission of sound and biological evolution*. In T.Plomp, & N. Nieveen (Eds), *ducational design research – Part B: illustrative cases* (pp. 179- 198). Enschede, the Netherlands: SLO



Σύγκριση εικονικών περιβαλλόντων μάθησης ως προς την υποστήριξη ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων στο χώρο των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Αθανάσιος Ταραμόπουλος¹, Δημήτριος Ψύλλος²

¹Γ.Ε.Λ. Ν. Ζίχνης, ²Π.Τ.Δ.Ε. Α.Π.Θ.

Περίληψη.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία συγκριτική μελέτη ως προς την υποστήριξη της ανάπτυξης δεξιοτήτων πειραματισμού σε μαθητές Γυμνασίου στο χώρο των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων όταν χρησιμοποιούνται σε διερευνητικού τύπου διδασκαλία εικονικά περιβάλλοντα μάθησης με ρεαλιστικά εικονικά όργανα, εικονικά περιβάλλοντα μάθησης με συμβολικά (διαγραμματικά) εικονικά όργανα και εικονικά περιβάλλοντα μάθησης με ταυτόχρονη ρεαλιστική και δυναμικά διασυνδεδεμένη διαγραμματική απεικόνιση των εικονικών οργάνων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι στα πλαίσια διερευνητικής προσέγγισης με προσεκτικά σχεδιασμένες διδακτικές σειρές όλα τα παραπάνω εικονικά περιβάλλοντα μάθησης φαίνεται να μπορούν να υποστηρίξουν το ίδιο αποτελεσματικά την ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδίασης και εκτέλεσης πειραμάτων σε απλά ηλεκτρικά κυκλώματα.

Λέξεις-κλειδιά: εικονικά περιβάλλοντα μάθησης, σχεδιασμός πειραμάτων, ηλεκτρικά κυκλώματα

A comparison of virtual learning environments in terms of supporting the development of experiment design abilities in simple electric circuits

Athanasios Taramopoulos¹, Dimitrios Psillos²

¹General Lyceum/Senior High School of Nea Zichni, ²School of Education, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

We present a comparative study on the development of experimental skills in high school students in simple electric circuits when virtual learning environments are utilized in inquiry-based teaching with concrete realistically represented virtual instruments, or abstract diagrammatically represented virtual instruments, or concrete realistic virtual instruments along with an abstract representation dynamically-linked to the concrete representation. Results indicate that within the context of carefully designed inquiry-based teaching series, all of the above virtual learning environments seem to effectively support the development of experiment design and implementation skills in simple electric circuits.

Keywords: virtual learning environments, experiment design, electric circuits



1. Εισαγωγή

Η ικανότητα σχεδίασης πειραμάτων σχετίζεται τόσο με τη γνώση του περιεχομένου, όσο και με την επιστημονική μεθοδολογία. Ο σχεδιασμός πειραμάτων περιλαμβάνει διεργασίες που σχετίζονται άμεσα με τη γνώση περιεχομένου, όπως ο καθορισμός και κατανόηση ενός συγκεκριμένου γεγονότος ή προβλήματος προς διερεύνηση, η διατύπωση μίας πειραματικά ελέγξιμης υπόθεσης, ο καθορισμός των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών του πειράματος, η κατανόηση των πειραματικών δεδομένων, η εξαγωγή συμπερασμάτων από τα πειραματικά αποτελέσματα κ.τ.λ. Ο σχεδιασμός πειραμάτων όμως περιλαμβάνει και επιπλέον διεργασίες οι οποίες σχετίζονται με την επιστημονική μεθοδολογία, όπως η επιλογή μιας κατάλληλης πειραματικής διαδικασίας για τη διεξαγωγή της επιθυμητής διερεύνησης και η λήψη αποφάσεων για την πειραματική διάταξη, τις αρχικές συνθήκες, τους ελέγχους, τις μετρήσεις που θα ληφθούν, τα όργανα που θα χρησιμοποιηθούν, τον τρόπο καταγραφής και επεξεργασίας των μετρήσεων κ.τ.λ. Για αυτό και θεωρείται μία από τα πιο σημαντικές δεξιότητες που σχετίζονται με τον πειραματισμό και την επιστημονική έρευνα (Garratt & Tomlinson 2001).

Τις τελευταίες δεκαετίες, με την ανάπτυξη των Τ.Π.Ε., τα εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα μάθησης έχουν αποκτήσει ένα σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη διαφόρων φάσεων εργαστηριακών μεθόδων και πρακτικών παράλληλα με τα πραγματικά εργαστηριακά περιβάλλοντα. Η εισαγωγή των ΤΠΕ στο κομμάτι αυτό της εκπαίδευσης οφείλεται στο γεγονός ότι αφ' ενός μπορούν ισοδύναμα να υποστηρίξουν τις εργαστηριακές πρακτικές, αφ' ετέρου δε, μπορούν πολλές φορές να υπερκεράσουν και να απαλείψουν τους περιορισμούς που πηγάζουν από ένα συμβατικό εργαστήριο ή από την ίδια τη φύση των φαινομένων (Hofstein & Lunetta, 2004). Όμως, παρότι η σύγχρονη βιβλιογραφία είναι πλούσια σε έρευνες που σχετίζονται με την εννοιολογική βελτίωση των μαθητών οι οποίοι ασκούνται σε εικονικά εργαστήρια, οι έρευνες που ασχολούνται με τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών στο σχεδιασμό πειραμάτων είναι λιγοστές (Ma & Nickerson 2006, Ευαγγέλου & Κώσης 2009).

Μελέτες στο χώρο της μηχανικής, της θερμότητας και των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων, δείχνουν ότι προσεκτικά σχεδιασμένες καθοδηγούμενες διερευνητικές δραστηριότητες που αξιοποιούν εικονικά περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να εμπλέξουν ενεργά τους μαθητές στην αναζήτηση της επιστημονικής γνώσης ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό την ικανότητά τους να σχεδιάζουν και να εκτελούν επιστημονικά πειράματα (Hatzikraniotis et al. 2010, Klahr et al. 2007, Lefkos et al. 2011, Taramopoulos et al. 2011). Όμως δεν υπάρχουν συγκριτικές μελέτες της δυνατότητας ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων που μπορούν να υποστηρίξουν εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα διαφόρων χαρακτηριστικών και παροχών (Ma & Nickerson 2006, Ευαγγέλου & Κώσης 2009). Τα αποτελέσματα τέτοιων μελετών μπορούν να συμβάλλουν στην αναγνώριση χαρακτηριστικών των εικονικών εργαστηριακών περιβαλλόντων που είναι ενδεχομένως κρίσιμα στην ανάπτυξη πειραματικών δεξιοτήτων. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό είναι η αληθοφάνεια με την οποία παρουσιάζονται το φυσικό περιβάλλον και τα διάφορα εικονικά όργανα σε ένα εικονικό περιβάλλον μάθησης, η οποία μπορεί να ποικίλει από την πλήρως ρεαλιστική απεικόνιση έως την εντελώς αφηρημένη αναπαράσταση.

Οι μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με την επίδραση της πιστότητας της αναπαράστασης του φυσικού περιβάλλοντος στην εννοιολογική κατανόηση των γνωστικού αντικείμενου δείχνουν ότι αναπαραστάσεις διαφορετικής πιστότητας εμπεριέχουν διαφορές στην απαιτούμενη προσπάθεια κατανόησης της αναπαράστασης και επεξεργασίας της από τους μαθητές (Schnotz & Bannert 2003) και επηρεάζουν την κατανόηση του γνωστικού αντικείμενου (Scheiter et al. 2009). Επομένως, η αναπαράσταση που χρησιμοποιείται σε ένα εικονικό περιβάλλον μάθησης επηρεάζει τη γνώση περιεχομένου που αποκομίζουν από αυτό οι μαθητές όπως και τη δυνατότητά τους να μεταφέρουν τη γνώση που αποκτούν σε άλλες καταστάσεις (Johnson et al. 2013, van der Meij & de Jong 2006, Scheiter et al. 2009).



Έρευνες και πάλι ως προς την εννοιολογική κατανόηση φανερώνουν επίσης ότι εικονικά περιβάλλοντα μάθησης που χρησιμοποιούν πολλαπλές αναπαραστάσεις βοηθούν τους μαθητές να αντιμετωπίσουν με μεγαλύτερη επιτυχία γνωστικά προβλήματα, καθώς η χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων τους βοηθάει να μην εξαρτώνται αποκλειστικά από τη χρήση μιας αναπαράστασης και να μπορούν να χρησιμοποιούν την πιο κατάλληλη αναπαράσταση κάθε φορά, ανάλογα με το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν (Goldstone & Son 2005, Johnson et al. 2013, McNeil & Fyfe 2012, Rosengrant et al. 2006, Wang & Tseng 2018). Από την άλλη πλευρά όμως, η χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων οδηγεί επίσης σε διάφορες δυσκολίες, καθώς για κάθε αναπαράσταση του εικονικού περιβάλλοντος οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν τη μορφή της, τη σχέση μεταξύ της αναπαράστασης και του γνωστικού περιεχομένου και πώς να επιλέγουν και να κατασκευάζουν την πιο κατάλληλη αναπαράσταση σε σχέση με το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν (Ainsworth 2006).

Σε μία προσπάθεια να ξεπεραστούν οι παραπάνω δυσκολίες, πολλά εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα ενσωματώνουν παροχές δυναμικής διασύνδεσης αναπαραστάσεων, δηλαδή, παροχές που μετασχηματίζουν αυτόματα μία αναπαράσταση σε άλλη, έτσι ώστε οι ενέργειες των χρηστών σε μία αναπαράσταση να έχουν ταυτόχρονες επιπτώσεις στην άλλη. Εκτιμάται ότι αν το περιβάλλον εκτελεί αυτόματα αυτούς τους μετασχηματισμούς, οι μαθητές απελευθερώνονται από την υποχρέωση να το κάνουν οι ίδιοι και η προσπάθεια κατανόησης του γνωστικού αντικείμενου μειώνεται (Scaife & Rogers 1996). Μελέτες έχουν δείξει ότι στην περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που έκαναν χρήση εικονικού περιβάλλοντος με παροχή δυναμικής διασύνδεσης αναπαραστάσεων επιδεικνύουν καλύτερες γνωστικές επιδόσεις σε αυξημένης δυσκολίας προβλήματα σε σχέση με μαθητές που χρησιμοποίησαν το ίδιο περιβάλλον με μία μόνο αναπαράσταση (Taramopoulos & Psillos 2017). Στο ίδιο γνωστικό αντικείμενο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν επίσης αυξημένη ικανότητα μετασχηματισμού σύνθετων ηλεκτρικών κυκλωμάτων από μία μορφή σε άλλη για τους μαθητές που χρησιμοποίησαν εικονικό περιβάλλον με παροχή δυναμικά διασυνδεδεμένων αναπαραστάσεων σε σχέση με μαθητές που χρησιμοποίησαν μόνο μία αναπαράσταση (Taramopoulos & Psillos 2019). Καλύτερες γνωστικές επιδόσεις με χρήση παροχών δυναμικής διασύνδεσης αναπαραστάσεων αναφέρονται επίσης και σε μελέτες στην οπτική σε πρωτοετείς φοιτητές (Olymriou et al. 2012) και στη θερμοδυναμική σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Li & Black 2016).

Όπως αναφέρθηκε, οι παραπάνω συγκριτικές μελέτες αφορούν την εννοιολογική βελτίωση των μαθητών και δεν υπάρχουν αντίστοιχες μελέτες για την ανάπτυξη πειραματικών δεξιοτήτων σε αντίστοιχες συνθήκες. Είναι επομένως σημαντικό να ελεγχθεί η δυνατότητα υποστήριξης της ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων σε μαθητές που χρησιμοποιούν εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα με διαφορετική πιστότητα αναπαράστασης του φυσικού περιβάλλοντος όπως και η πιθανή επίδραση που μπορεί να έχει η ύπαρξη παροχών δυναμικά διασυνδεδεμένων τέτοιων αναπαραστάσεων σε συνδυασμό με τη δυσκολία και τη συνθετότητα των σχεδιαζόμενων πειραμάτων.

Η παρούσα έρευνα περιορίζεται στη συγκριτική μελέτη ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων σε μαθητές Γυμνασίου στο χώρο των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων των δύο ακραίων περιπτώσεων αναπαραστάσεων του φυσικού περιβάλλοντος (ρεαλιστική σε σχέση με συμβολική) και ερευνάται και ο πιθανός ρόλος που μπορεί να παίξει η ύπαρξη της παροχής που σε πραγματικό χρόνο συνδέει δυναμικά τις δύο αυτές αναπαραστάσεις (μοντελοχώρος). Επομένως, το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας είναι:

Επηρεάζεται η ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδιασμού και εκτέλεσης πειραμάτων με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα από μαθητές Γυμνασίου από την αληθοφάνεια των εργαστηριακών οργάνων (ρεαλιστικά εικονικά έναντι συμβολικών) που χρησιμοποιούνται σε διδασκαλία με διερευνητική προσέγγιση ή από

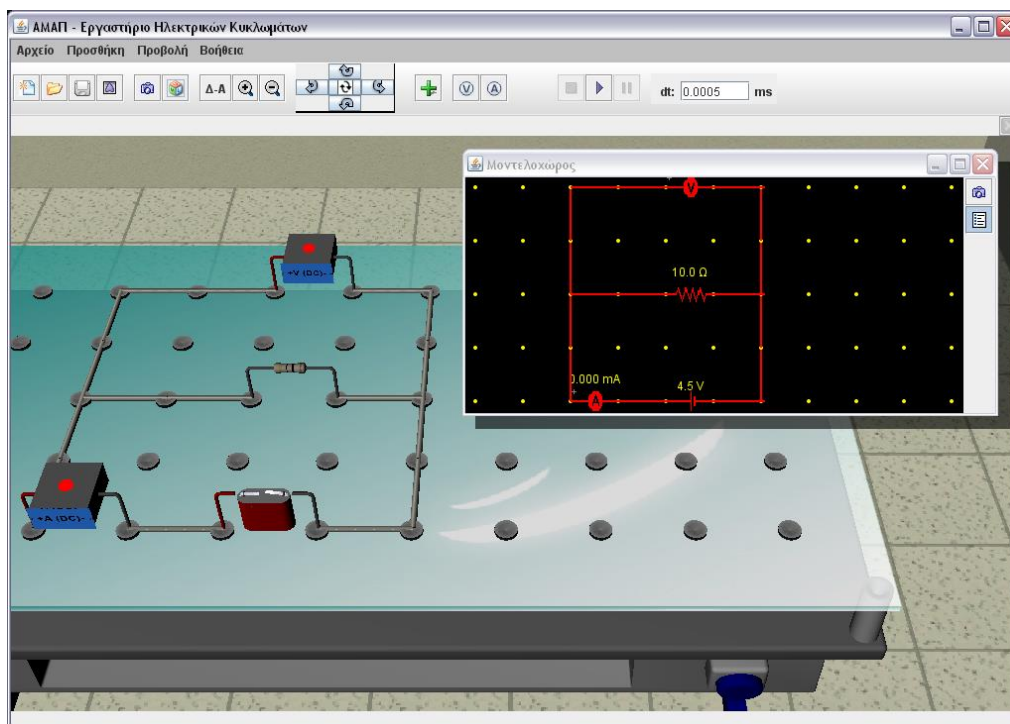


τη χρήση εργαλείων όπως ο μοντελοχώρος, που παρέχουν γέφυρες μεταξύ των δύο αναπαραστάσεων μέσω της δυναμικής διασύνδεσής τους;

2. Μεθοδολογία

Το εικονικό περιβάλλον που επιλέχθηκε για την υλοποίηση της διδασκαλίας στο χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων είναι το Ανοικτό Μαθησιακό Περιβάλλον (Α.ΜΑ.Π.), το οποίο, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1, έχει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για να υποστηρίξει διδασκαλίες με διερεύνηση με εικονικά εργαστήρια διαφόρων χαρακτηριστικών, όπως απαιτείται από τους σκοπούς της παρούσας έρευνας (Taramporoulos & Psillos 2018).

Εικόνα 1. Το εικονικό εργαστηριακό περιβάλλον Α.ΜΑ.Π. με την παροχή του μοντελοχώρου



Η διδακτική παρέμβαση διεξήχθη σε Γυμνάσιο της Κεντρικής Μακεδονίας. Συμμετείχαν 50 μαθητές και μαθήτριες από δύο τμήματα της Γ' Γυμνασίου οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 25 μαθητές του πρώτου τμήματος και χρησιμοποίησε το τρισδιάστατο ρεαλιστικό εικονικό εργαστήριο του Α.ΜΑ.Π. στην πλήρη μορφή του μαζί με το μοντελοχώρο (τμήμα ΕΕ). Η δεύτερη ομάδα αποτελούνταν από 13 μαθητές του δεύτερου τμήματος και χρησιμοποίησε το τρισδιάστατο ρεαλιστικό εικονικό εργαστήριο του Α.ΜΑ.Π. χωρίς όμως να γίνει χρήση του μοντελοχώρου (τμήμα ΚΕ). Η τρίτη ομάδα αποτελούνταν από 12 μαθητές του δεύτερου τμήματος και χρησιμοποίησε το διαγραμματικό εικονικό εργαστήριο με τα applets του Α.ΜΑ.Π. (τμήμα ΑΕ). Οι μαθητές δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία είτε στη σχεδίαση είτε στην εκτέλεση πειραμάτων με ηλεκτρικά κυκλώματα καθώς



σε προηγούμενα χρόνια στο Δημοτικό είχαν μόνο την ευκαιρία να παρακολουθήσουν από τον καθηγητή τους λίγα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα σε λειτουργία.

Όλοι οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση της παρούσας εργασίας είχαν διδαχτεί από τον ίδιο διδάσκοντα με τον ίδιο τρόπο τις έννοιες του ηλεκτρικού κυκλώματος, του ηλεκτρικού ρεύματος, της ηλεκτρικής τάσης και της ηλεκτρικής αντίστασης. Η εφαρμογή διήρκεσε 7 διδακτικές ώρες και διαπραγματεύτηκε το νόμο του Ohm, τη σύνδεση αντιστατών σε σειρά και παράλληλα και τους δύο κανόνες του Kirchhoff. Η προσέγγιση ήταν διερευνητική και η εργασία στην τάξη γινόταν σε ομάδες των δύο ατόμων, ενώ τα φύλλα εργασίας συμπληρώνονταν ατομικά.

Παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές κατά την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης προβληματίστηκαν έντονα ως προς τον τρόπο που έπρεπε να ενεργήσουν, ή ότι δεν διατύπωναν κάποιες προτάσεις τόσο για να σχεδιάσουν τα πειραματικά βήματα που έπρεπε να ακολουθήσουν, όσο και για να υλοποιήσουν το πείραμα. Για το λόγο αυτό, ο βαθμός καθοδήγησης των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής σειράς μεταβαλλόταν από δομημένη διερεύνηση (structured inquiry) με πλήρη καθοδήγηση στα αρχικά σενάρια, σε καθοδηγούμενη διερεύνηση (guided inquiry) με ολοένα λιγότερη καθοδήγηση και μεγαλύτερη ελευθερία στα τελευταία σενάρια (Zion & Shedletsky 2006). Ο μειούμενος βαθμός καθοδήγησης βοηθούσε τους μαθητές στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης που δεν είχαν δεξιότητες πειραματισμού να είναι αποτελεσματικοί ενώ η προοδευτική μείωση του βαθμού καθοδήγησης των μαθητών αποτελεί ένα τρόπο έμμεσης διδασκαλίας της επιστημονικής διαδικασίας έρευνας και πειραματισμού (Lefkos et al. 2011). Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας δεν έγινε ρητή διδασκαλία των διαδικασιών που ακολουθούνται στον επιστημονικό πειραματισμό.

Διαπιστώθηκε από τις συζητήσεις με τους μαθητές, τους εκπαιδευτικούς και τον έλεγχο των υποδομών, ότι στο Δημοτικό, όπου διδάσκονται οι βασικές έννοιες ηλεκτρικών κυκλωμάτων, οι μαθητές είχαν υλοποιήσει πολύ απλές πειραματικές διαδικασίες ακολουθώντας κατά γράμμα τις οδηγίες του δασκάλου, χωρίς να έχουν κάποια εμπλοκή στο σχεδιασμό των πειραμάτων. Επιπλέον, η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων καθοδηγούνταν επίσης σημαντικά από το δάσκαλο. Επομένως, οι μαθητές μη έχοντας τη δυνατότητα να αυτενεργήσουν, δεν είχαν αποκτήσει δεξιότητες σχεδιασμού, υλοποίησης και αξιολόγησης πειραματικής εργασίας πριν από τη διδακτική μας παρέμβαση, όπως έδειξαν και οι δυσκολίες που αντιμετώπιζαν κατά τα πρώτα σενάρια. Για το λόγο αυτό κρίθηκε ότι η εκτίμηση των πειραματικών δεξιοτήτων θα γίνει μόνο μετά τη διδακτική παρέμβαση (post-test only design).

Για την εκτίμηση των δεξιοτήτων των μαθητών στη σχεδίαση και υλοποίηση πειραμάτων διεξήχθησαν ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις με δείγμα μαθητών, στις οποίες ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν τα βήματα που θα ακολουθούσαν προκειμένου να αντιμετωπίσουν ένα πρόβλημα καθημερινής φύσης σχετικό με ηλεκτρικά κυκλώματα το οποίο δεν γνώριζαν εκ των προτέρων. Το πρόβλημα δινόταν με ρεαλιστική περιγραφή και ο στόχος ήταν να εκτιμηθεί η ικανότητα των μαθητών να επιτελούν συγκεκριμένα βήματα σχεδίασης και εκτέλεσης ενός πειράματος προκειμένου να φτάσουν στη λύση. Πιο συγκεκριμένα, το πρόβλημα που δινόταν στους μαθητές ήταν το εξής:

“Ο Κώστας έχει εγκαταστήσει στο εξοχικό του ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο το οποίο την ημέρα φορτίζει και τη νύχτα μπορεί να ανάβει μία λάμπα παρέχοντας σταθερή τάση. Θέλει όμως να συνδέσει και μία δεύτερη λάμπα παράλληλα με την πρώτη, αλλά για να μπορεί το φωτοβολταϊκό στοιχείο να λειτουργεί όλη τη νύχτα δε θα πρέπει το ρεύμα που περνάει από τη δεύτερη λάμπα να ξεπερνάει το μισό του ρεύματος της πρώτης λάμπας. Στο κατάστημα που πήγε βρήκε τρεις τύπους λάμπας, με αντιστάσεις ίσες με την αντίσταση της πρώτης του λάμπας, ίσες με το μισό της και ίσες με το διπλάσιο της αντίστασης της πρώτης λάμπας. Ποιο τύπο λάμπας νομίζεις ότι θα πρέπει να διαλέξει; Γιατί;”

Στις συνεντεύξεις ρωτήθηκαν 26 από τους 50 μαθητές και η επιλογή των μαθητών που ρωτήθηκαν έγινε έτσι ώστε να αντιπροσωπεύονται μαθητές όλων των τμημάτων της έρευνας και όλων των μαθητικών



επιδόσεων στο μάθημα της Φυσικής. Κατά τη συνέντευξη, αφού διατυπωνόταν το ερευνητικό ερώτημα, οι μαθητές αξιολογούνταν με βάση την ικανότητά τους

- να διατυπώσουν υποθέσεις για την απάντησή του (hypothesis forming),
- να αναγνωρίσουν τις μεταβλητές που επηρεάζουν το φαινόμενο (variable identification),
- να βρουν τι όργανα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν για να απαντήσουν στο αρχικό ερώτημα (devices and instruments),
- να σχεδιάσουν ένα διαγραμματικό κύκλωμα με τα όργανα αυτά (device settings),
- να περιγράψουν τι θα συμβεί όταν θέσουν το κύκλωμά τους σε λειτουργία (phenomena description),
- να περιγράψουν τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν για να πάρουν τις μετρήσεις που τους ενδιαφέρουν (process description),
- να κατασκευάσουν το κύκλωμα στο εικονικό εργαστήριο (object handling),
- να κάνουν τις απαραίτητες μετρήσεις (data gathering),
- να επεξεργαστούν τις μετρήσεις τους (data handling) και
- να καταγράψουν και να αξιολογήσουν τα αποτελέσματά τους (results recording and evaluation)

Η παραπάνω ταξινόμηση των ενεργειών των μαθητών ακολουθεί ταξινομήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στη βιβλιογραφία (Hatzikraniotis et al. 2010, Lefkos et al. 2011), κατάλληλα προσαρμοσμένες στο αντικείμενο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και τις δραστηριότητες που καλούνται να εκτελέσουν οι μαθητές. Οι δραστηριότητες αυτές εκτελέστηκαν στο εικονικό περιβάλλον που έγινε η διδασκαλία του κάθε τμήματος κατά τη διδακτική εφαρμογή. Οι απαντήσεις των μαθητών στις παραπάνω κατηγορίες βαθμολογήθηκαν με μία κλίμακα από το 1 έως το 3 (Hatzikraniotis et al. 2010, Lefkos et al. 2011), ως εξής:

- Επίπεδο 1: δεν υπήρχε απάντηση ή ήταν λανθασμένη
- Επίπεδο 2: η απάντηση ήταν σωστή αλλά όχι πλήρης
- Επίπεδο 3: η απάντηση ήταν σωστή και πλήρης

3. Αποτελέσματα

Στην εικόνα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των μαθητών στις δεξιότητες που αναφέρθηκαν. Σε όλες τις ομάδες, σε όλες τις κατηγορίες με εξαίρεση τη διατύπωση υποθέσεων (hypothesis forming), δεν υπήρχε πάνω από ένας μαθητής που αξιολογήθηκε στο επίπεδο 1. Η πλειονότητα των μαθητών βρίσκεται στα επίπεδα 2 και 3 υποδηλώνοντας την ικανότητά τους, σε αυτή τη φάση, να είναι αποτελεσματικοί και να ολοκληρώνουν κατά μεγάλο μέρος τη διαδικασία. Η χειρότερη επίδοση παρατηρείται στη διατύπωση υποθέσεων, όπου οι μαθητές παραλείπουν συνήθως να αιτιολογούν τις προβλέψεις τους και σε μικρότερο βαθμό στην απαρίθμηση των οργάνων ή την περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας ως αποτέλεσμα πιθανής σύγχυσης στη διάκριση μεταξύ τάσης και έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, όπως ο μαθητής του παρακάτω αποσπάσματος:

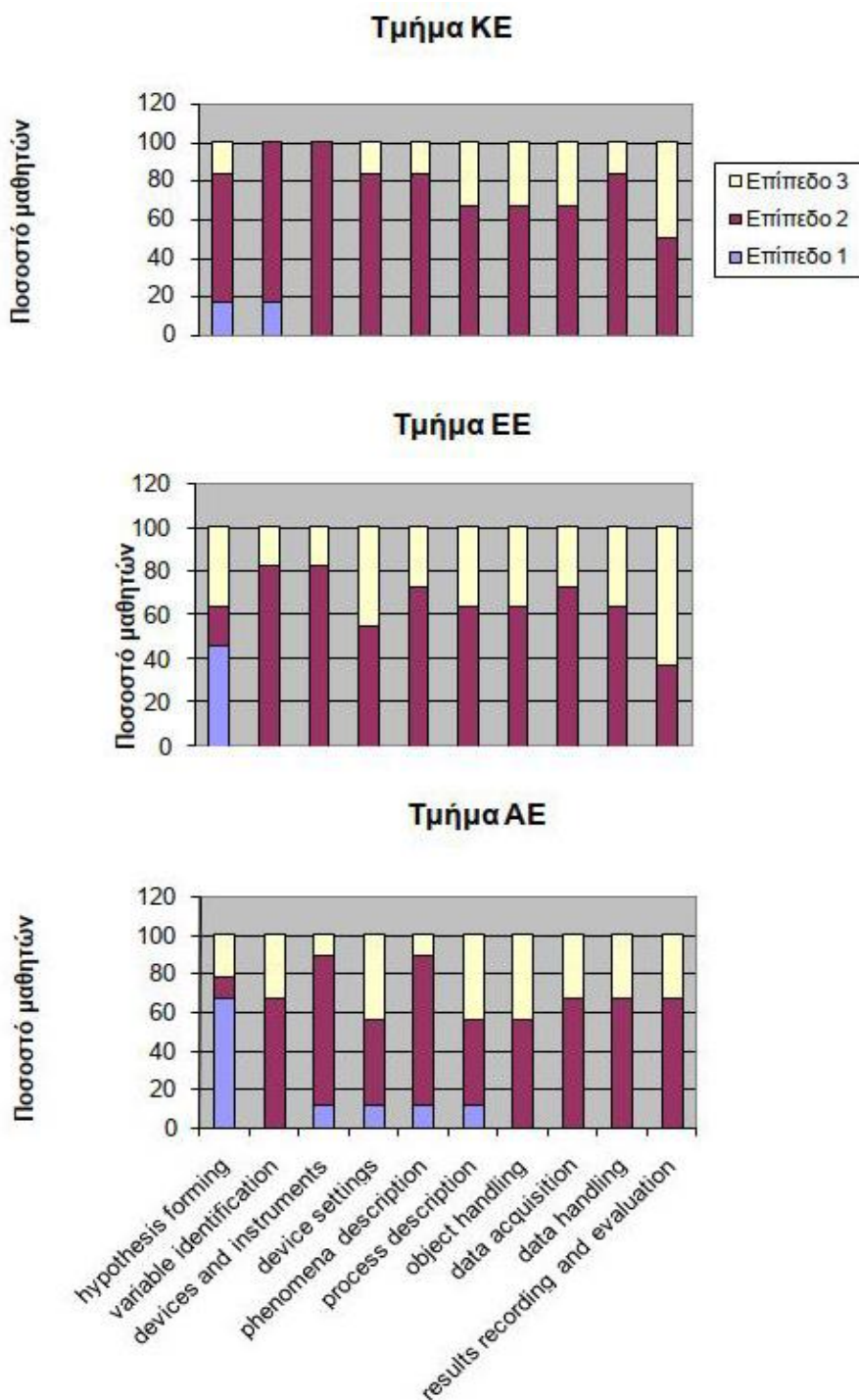
Μαθητής (Μ): (περιγράφει τα όργανα που θα χρησιμοποιήσει στο κύκλωμα) *Δύο λαμπτήρες. Και αντίσταση πρέπει να βάλω;*

Καθηγητής (Κ): *Οι αντιστάτες είναι οι λαμπτήρες.*

Μ: *Α. Τάση; Ένταση;*

Κ: *Ναι, δεν ξέρω, εσύ τι θα 'κανες.*

Μ: *Ε, θα βάλουμε ένταση.*



Εικόνα 2. Αποτελέσματα αξιολόγησης δεξιοτήτων πειραματισμού

Κ: Δε μου λες, τι ένταση; Όταν λες θα βάλουμε ένταση, τι εννοείς;

Μ: Βολτόμετρα;

Βέβαια, υπάρχουν και μαθητές που μετά από σωστό συλλογισμό καταλήγουν σε ορθή πρόβλεψη, όπως στα απόσπασμα παρακάτω:

Κ: Εσύ τι θα του πρότεινες;



M: Αν αυξηθεί η αντίσταση, ε, θα μειωθεί η ένταση του ρεύματος.

K: Ναι.

M: Και άμα τη μειώσουμε θα αυξηθεί η ένταση του ρεύματος.

K: Ωραία. Άρα;

M: Το ίδιο δε μας συμφέρει ούτως ή άλλως, δε τη βάζουμε καν..

K: ναι...

M: γιατί θέλουμε κάτι διαφορετικό. οπότε είμαστε μεταξύ του διπλάσιου και του μισού.

K:.

M: Εγώ λέω τη διπλάσια γιατί αυτός θέλει λιγότερο ρεύμα να καίει την ίδια περίοδο...

Πίνακας 1. Στατιστικά αποτελέσματα ελέγχου Kruskal-Wallis για τα τμήματα ΕΕ, ΚΕ και ΑΕ

Στατιστικά αποτελέσματα ελέγχου Kruskal-Wallis	Hypothesis forming	Variable identification	Devices and Instruments	Device settings	Phenomena description	Process description	Object handling	Data gathering	Data handling	Results recording and evaluation
H(2)	1.554	4.046	1.345	1.151	1.598	0.021	0.215	0.105	0.721	1.748
Significance (p)	0,460	0,132	0,510	0,562	0,450	0,989	0,898	0,949	0,697	0,417

Συγκρίνοντας τα τμήματα ΕΕ, ΚΕ και ΑΕ μεταξύ τους παρατηρούμε ότι οι επιδόσεις τους, είναι μεταξύ τους παρόμοιες. Το μικρό μέγεθος του δείγματος της έρευνας μπορεί να οδηγήσει σε κατανομές που δεν είναι συμβατές με την κανονική κατανομή σε κάποιες από τις δεξιότητες που αξιολογούνται. Επιπλέον, η μεταβλητή που χρησιμοποιείται (επίπεδο δεξιότητας με τρεις βαθμίδες) είναι διακριτή σε διατακτική κλίμακα με μη ισαπέχοντα διαστήματα (η διαφορά δεξιοτήτων ανάμεσα στα επίπεδα 1 και 2 δεν είναι ίδια για όλους τους μαθητές με τη διαφορά δεξιοτήτων ανάμεσα στα επίπεδα 2 και 3). Ως εκ τούτου δεν είναι ασφαλής η χρήση παραμετρικών στατιστικών ελέγχων για τη σύγκριση των επιδόσεων των τμημάτων ΑΕ, ΚΕ, και ΕΕ. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε για την στατιστική ποσοτική ανάλυση των μετρήσεων ο μη-παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis τριών ανεξάρτητων δειγμάτων, καθώς οι προϋποθέσεις εφαρμογής του ικανοποιούνται από τα δεδομένα της παρούσας έρευνας.

Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων που παρουσιάζονται στον πίνακα 1, τα τρία τμήματα είναι ισοδύναμα ως προς τις δεξιότητες σχεδίασης πειραμάτων με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα και οι επιδόσεις των μαθητών στη σχεδίαση πειραμάτων με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα δεν επηρεάζονται από τη χρήση αληθοφανών ή συμβολικών εικονικών οργάνων ηλεκτρικών κυκλωμάτων κατά τη διδασκαλία, ή τη χρήση επιπλέον παροχών συγχρονικής συμβολικής απεικόνισης των κυκλωμάτων, όπως ο μοντελοχώρος του Α.ΜΑ.Π.



4. Συμπεράσματα

Μετά από μία καινοτομική διδακτική εφαρμογή, με πειραματικό χαρακτήρα που βασίζεται σε διερεύνηση σε εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα μάθησης, οι μαθητές του δείγματος παρουσίασαν ικανοποιητικό επίπεδο στις δεξιότητες πειραματισμού με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, δεδομένου και του περιορισμένου χρόνου της διδασκαλίας. Περιορισμός της έρευνας είναι ότι ο έλεγχος των δεξιοτήτων έγινε μόνο μετά την παρέμβαση για τους λόγους που αναφέρθηκαν.

Στο πλαίσιο αυτό φαίνεται ότι παρεμβάσεις που βασίζονται στη διερεύνηση μέσα από εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα, μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδίασης και εκτέλεσης πειραμάτων στους μαθητές στο χώρο των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα στην περιοχή της θερμότητας (Hatzikraniotis et al. 2010, Lefkos et al. 2011) και τα επεκτείνει στην περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Επιπλέον, η ανάπτυξη τέτοιων δεξιοτήτων στα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα γίνεται είτε το εικονικό εργαστήριο παρέχει ρεαλιστικά όργανα είτε διαγραμματικά υποδηλώνοντας ότι η διαφορά στην πιστότητα των οργάνων δεν αποτελεί παράγοντα διαφοροποίησης της ανάπτυξης της διαδικαστικής γνώσης. Επομένως, η ανάπτυξη πειραματικών δεξιοτήτων φαίνεται να υποστηρίζεται ικανοποιητικά από διδακτικές παρεμβάσεις με τα χαρακτηριστικά της παρέμβασης της παρούσας εργασίας, όπως ο εργαστηριακός χαρακτήρας και η διερευνητική προσέγγιση με βαθμιαία μετάβαση από τη δομημένη προς την καθοδηγούμενη διερεύνηση.

Σημαντικό επίσης εύρημα είναι ότι οι δεξιότητες των μαθητών ως προς τη σχεδίαση και εκτέλεση πειραμάτων για τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα της διδακτικής εφαρμογής της παρούσας εργασίας δεν επηρεάζονται από την ύπαρξη παροχών δυναμικής διασύνδεσης της ρεαλιστικής με τη διαγραμματική απεικόνιση κυκλωμάτων, όπως ο μοντελοχώρος. Σε συνδυασμό με τα ευρήματα των Taramopoulos & Psillos (2017, 2019), αυτό ίσως υποδεικνύει ότι για τη σχεδίαση και υλοποίηση πειραμάτων με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα όπως αυτά της παρούσας μελέτης αρκεί μία μέτρια γνώση του γνωστικού αντικείμενου, η απόκτηση της οποίας μπορεί να υποστηριχθεί από εικονικά εργαστήρια μίας σταθερής αναπαράστασης. Είναι φανερό ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να διαπιστωθεί αν αυτό ισχύει και σε περιπτώσεις σχεδίασης και υλοποίησης πειραμάτων με πιο σύνθετα ηλεκτρικά κυκλώματα, ή αν σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται ενδελεχής γνώση του γνωστικού αντικείμενου η απόκτηση της οποίας μπορεί να υποστηριχθεί αποτελεσματικά από παροχές δυναμικά διασυνδεδεμένων αναπαραστάσεων (Taramopoulos & Psillos 2017, 2019).

5. Βιβλιογραφία

Ευαγγέλου Φ. & Κώσης Κ., (2009), Γνωρίσματα ερευνών της Διεθνούς Βιβλιογραφίας σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα από τη σύγκριση εικονικών και πραγματικών πειραμάτων στη διδασκαλία και μάθηση της Φυσικής, στο «Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών», Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπίδης, Α. (επ.), Πρακτικά 6 ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Φλώρινα, 335-342.

Ainsworth, S. (2006). DeFT: a conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16, 183–198.

Garratt J., & Tomlinson J. (2001). Experimental design-can it be taught or learned? *University Chemistry Education*, 5, 74-79.



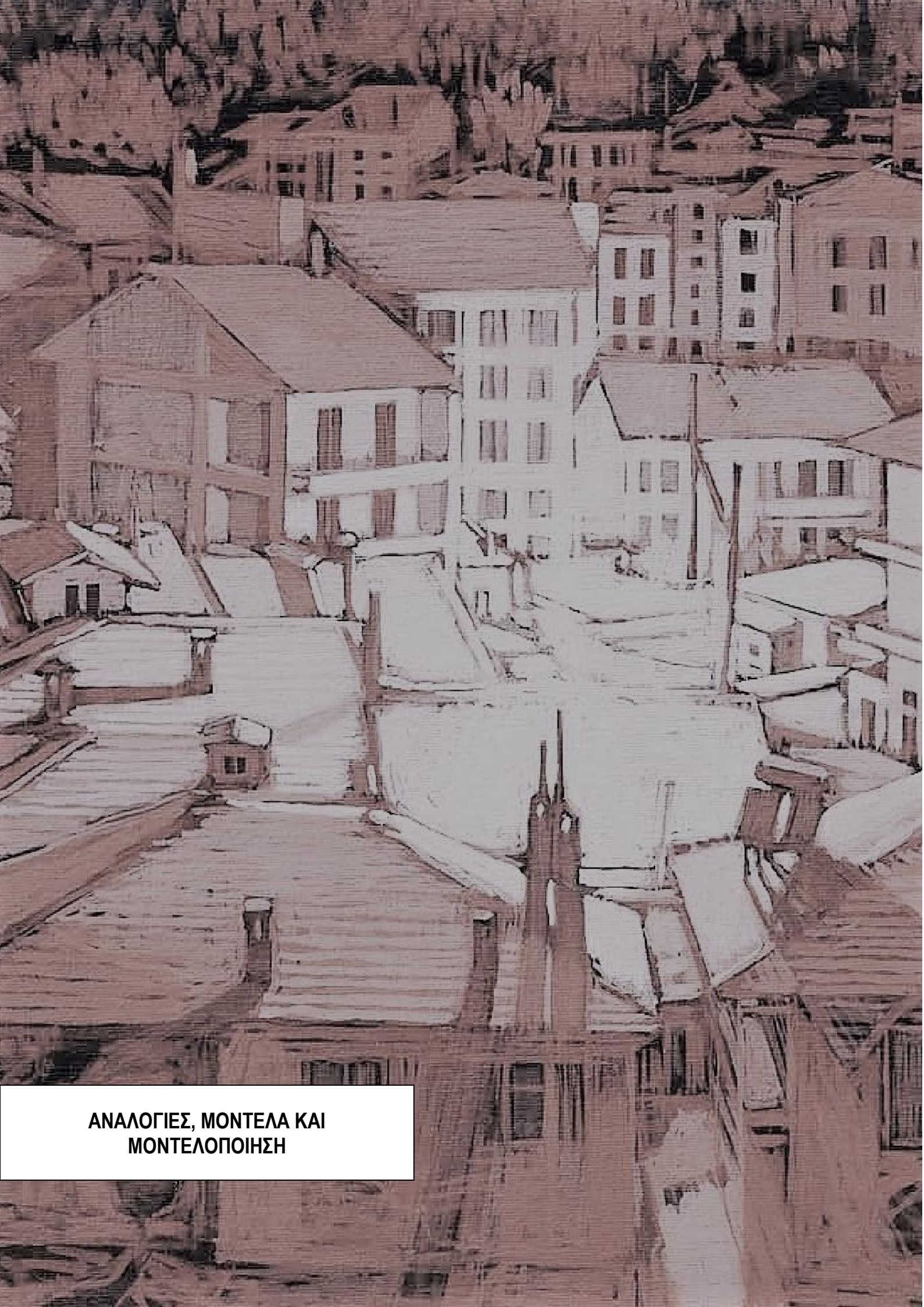
- Goldstone R.L., & Son J.Y. (2005). The transfer of scientific principles using concrete and idealized simulations, *The Journal of the Learning Sciences*, 14(1), 69-110.
- Hofstein A., & Lunetta V.N. (2004). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century, *Science Education*, 88, 28-54.
- Hatzikraniotis E., Kallery K., Molohidis A. & Psillos D. (2010). Students' design of experiments: an inquiry module on the conduction of heat, *Phys. Educ.*, 45(4), 335.
- Johnson, A.M., Reisslein, J., & Reisslein M., (2013). Representation Sequencing in Computer-based Engineering Education, *Computers & Education*, doi: 10.1016/j.compedu.2013.11.010.
- Klahr D., Triona L.M., & Williams C. (2007). Hands on what? The relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children, *J. of Res. In Science Teaching*, 44, 183-203
- Lefkos I., Psillos D., & Hatzikraniotis E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary students in a simulated laboratory environment, *Research in Science & Technological Education (Vol. 29, No. 2, July 2011, 189–204)*, 2011.
- Li, N., & Black, J.B. (2016). Inter-level scaffolding and sequences of representational activities in teaching a chemical system with graphical simulations. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 715-730.
- Ma J. & Nickerson J.V. (2006). Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review, *ACM Computing Surveys*, 38(3), doi: 10.1145/1132960.1132961.
- McNeil, N. M., & Fyfe, E. R. (2012). "Concreteness fading" promotes transfer of mathematical knowledge. *Learning and Instruction*, 22, 440-448.
- Van der Meij and de Jong (2006). Supporting students' learning with multiple representations in a dynamic simulation-based learning environment. *Learning and Instruction* 16 (2006) 199-212.
- Olympiou G., Zacharia Z., & de Jong T. (2012). Making the invisible visible: enhancing students' conceptual understanding by introducing representations of abstract objects in a simulation. *Instructional Science*, doi: 10.1007/s11251-012-9245-2.
- Rosengrant, D., Etkina, E., & Van Heuvelen, A. (2006). An Overview of Recent Research on Multiple Representations. In L. McCullough, P. Heron, & L. Hsu (Eds) *Physics Education Research Conference, AIP Conference Proceedings*, 149-152.
- Scaife, M., & Rogers, Y. (1996). External cognition: How do graphical representations work? *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(2), 185-213.
- Scheiter, K., Gerjets, P., Huk, T., Imhof, B., & Kammerer, Y. (2009). The effects of realism in learning with dynamic visualizations. *Learning and Instruction*, 19, 481-494.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 141-156.
- Taramopoulos A., Psillos D. & Hatzikraniotis E. (2011). "Designing virtual experiments in electric circuits by high school students", 9th International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Lyon, France.
- Taramopoulos A., & Psillos D. (2017). "Complex phenomena understanding in electricity through dynamically linked concrete and abstract representations", *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(2), pp. 151-163, doi: 10.1111/jcal.12174.
- Taramopoulos A., & Psillos D. (2018). The impact of virtual laboratory environments in teaching-by-inquiry electric circuits in Greek secondary education: The ElectroLab project, in T.A. Mikropoulos (Ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education*, Springer International Publishing AG, p.279-291.



Taramopoulos A., & Psillos D. (2019). Promoting Representational Fluency Through Dynamically Linked Concrete and Abstract Representations in Electric Circuits. *Journal of Science Education and Technology* doi: 10.1007/s10956-019-09793-9.

Wang T-L., & Tseng Y-K, (2018). “The Comparative Effectiveness of Physical, Virtual and Virtual-Physical Manipulatives on Third-Grade Students’ Science achievement and Conceptual Understanding of Evaporation and Condensation”, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), pp. 203-219, doi: DOI 10.1007/s10763-016-9774-2.

Zion, M., & Shedletzky, E. (2006). Overcoming the challenge of teaching open inquiry. *The Science Education Review*, 5(1), 8-10.



**ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ**



Πραγματικό Τρισδιάστατο Μοντέλο για την παρατήρηση της Δύναμης του Βάρους

Βασίλης Αγ. Δρούγας¹ και Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης²

¹ Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, ² ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει ένα πραγματικό τρισδιάστατο μοντέλο για την παρατήρηση της δύναμης του βάρους σε κατακόρυφη διεύθυνσή καθώς ένα σώμα κινείται πάνω σε μια ράμπα διαφόρων κλίσεων. Οι μαθητές μπορούν να μετρήσουν τη γωνία απόκλισης της δύναμης ως προς την κάθετη διεύθυνση στην επιφάνεια επαφής με αριθμημένη προσαρμογή. Μπορούν να τεκμηριώσουν επίσης απόψεις για τη διεύθυνση της κάθετης αντίδρασης από το έδαφος σε κάθε θέση. Η χρησιμότητά του εστιάζεται στην πραγματική αποτύπωση, πειραματισμό, διερευνητική μάθηση, ανάδειξη δεξιοτήτων και κατασκευαστικών ικανοτήτων των μαθητών. Αναδεικνύει την ύπαρξη της δύναμης τρισδιάστατα συμπληρωματικά στη θεωρητική προσέγγιση του σχολικού βιβλίου ως βιωματική παρατήρηση.

Λέξεις-κλειδιά: Πραγματικό μοντέλο, άνωση, εκπαιδευτικό υλικό

Real 3D model for observation of the weight force

Vasileios Ag. Drougas¹ and Konstantinos Kotsis²

¹ Department of Informatics and Telecommunications University of Ioannina, ² DPE University of Ioannina

Abstract

This paper presents a real three-dimensional model for observing the force of weight in vertical direction as a body moves on a ramp of different gradients. Students can measure the angle of force's deflection force relative to the vertical direction on the contact surface with a numbered fit. Also substantiate views of direction of the vertical reaction from the ground to each location. Its usefulness is focused on real depiction, experimentation, exploratory learning, elevating skills and building skills of students. It highlights the force as three dimensionally complementary to the theoretical approach of the school book as an experiential observation.

Keywords: Real model, weight force, educational material



1. Εισαγωγή

Οι μαθητές έχουν διαμορφώσει διάφορες προσωπικές αντιλήψεις για το φυσικό κόσμο και τις αιτίες των φαινομένων που συμβαίνουν γύρω τους που έχουν διαμορφωθεί κυρίως από τις καθημερινές εμπειρίες τους. Όμως πολλές φορές αρκετές δεν συναύδουν με την πραγματικότητα της δημιουργίας των φυσικών φαινομένων και δεν αντιπροσωπεύουν με απόλυτη ακρίβεια την επιστημονικότητα του φυσικού νόμου περνώντας στο υποσυνείδητο σύμφωνα με τις δικές τους απόψεις και εμπειρίες. Είναι σημαντικό να αξιοποιούνται οι προηγούμενες γνώσεις των μαθητών (Ολυμπίου 2009). Χωρίς να παρακάμψουμε ή να παραβλέψουμε αυτές τις εμπειριογνωστικές αντιλήψεις των μαθητών για το φυσικό νόμο πρέπει να αναζητηθεί ένας τρόπος για την αξιοποίησή τους. Η δημιουργία ενός τεκμηριωμένου εκπαιδευτικού υποβάθρου σαν βάση για τη δημιουργία ενός έξυπνου και εξειδικευμένου εκπαιδευτικού υλικού μπορεί αποτελεσματικά να βοηθήσει τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς στην ολοκλήρωση της επιστημονικής και της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Luzon, 2006). Οι Φυσικές επιστήμες διαθέτουν ένα βασικό υπόβαθρο τεκμηριωμένης γνώσης αλλά και το εφαλτήριο για την πραγμάτωση διαδικασιών βελτίωσης της και επέκτασής της σε περισσότερους και διευρυμένους τομείς πεδία γνώσης ή έρευνας σε συνεργασία με άλλες επιστήμες. Αυτό βοηθάει αποτελεσματικά το μαθητή να κατανοήσει, να αυτοδημιουργήσει, να μπορεί να συσχετίσει άλλα πεδία γνώσης όπως τεχνολογία, γεωμετρία, χημεία, αναδεικνύοντας την προσωπική εμπειρία και τη δημιουργία (Holec, 1981). Τα τελευταία χρόνια η μορφή, η δομή και το είδος του εκπαιδευτικού υλικού άλλαξε ριζικά, ιδιαίτερα με την είσοδο της πληροφορικής και της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Jong, et all, 2013). Η δημιουργία μοντέλων μάθησης και εκπαίδευσης σε πραγματική μορφή βοηθάει το μαθητή να αντιληφθεί την πραγματικότητα και να βιώσει την ουσία των πραγμάτων γύρω του στη φυσικότητά τους με την αποτύπωση σε πραγματική βάση.

Η σημασία του εκπαιδευτικού υλικού

Το εκπαιδευτικό υλικό στην Επιστήμη της Φυσικής στη σύγχρονη μορφή του επικεντρώνεται στο πείραμα και σε διακεκριμένες διατάξεις που ο μαθητής μπορεί να προσδιορίζει τους παράγοντες της μελέτης και επιστημονικής ταυτοποίησης του φυσικού νόμου και των φυσικών φαινομένων και να τις καταγράφει (Ραβάνης, 2003). Η αξία του εκπαιδευτικού υλικού συνίσταται στα αποτελέσματα της εκπαιδευτικής πρακτικής, που αφορούν την οικοδόμηση ιδεών και εννοιών, την ανάπτυξη δεξιοτήτων, την εξοικείωση με τις φυσικές έννοιες και το φυσικό νόμο αλλά και με την αναγνώριση και τη θεμελίωση της νέας γνώσης από το μαθητή (Κουτσελίνη, 1995). Αυτή η νέα γνώση είναι σημαντικό να οικοδομηθεί και να διευρυνθεί μέσα από την εμπειρία, τον πειραματισμό και την αυτοανακάλυψη και την τεκμηρίωση δημιουργώντας έτσι μεγαλύτερη ισχυροποίηση και σύνδεση με την επιστημονική δομή, τις επιστημονικές πρακτικές ή δράσεις (Cohen et al., 2011). Η αυτοανακάλυψη και η αυτοδημιουργία έχει σχέση με την ισχυροποίηση της επιστημονικής πρακτικής διευρύνοντάς τη και σε άλλες συναφείς επιστήμες όπως, μαθηματικά, γεωμετρία, χημεία, στο ενδοσχολικό περιβάλλον και εκτός αυτού όπου η γνώση συσχετίζεται με τις πρακτικές των μαθητών και την εφαρμογή της (Hacking, 1992). Έτσι γίνεται πιο κατανοητή η διαδικασία που οικοδομείται η επιστημονική γνώση και μπορεί να αξιολογείται να εφαρμόζεται στην εκπαιδευτική διαδικασία θεωρία και πείραμα, βοηθώντας στην ανάπτυξη επιστημονικών ιδεών και δράσεων μέσα και έξω από το σχολείο (Καβαβιάς, 2002).

Είναι σημαντικό στο εξελισσόμενο περιβάλλον των φυσικών επιστημών και τη διδασκαλία να ενισχύσουμε την αυτοδημιουργία με πειράματα με απλά καθημερινά υλικά και μέσα ενισχύοντας και διευρύνοντας την κατασκευαστική πρακτική με παράλληλη ενίσχυση της διερεύνησης και αυτοανακάλυψης (Σάββας, 1996).

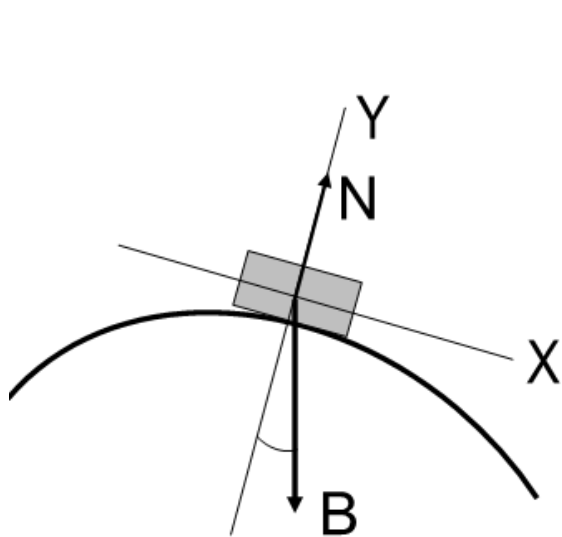


2. Το μοντέλο

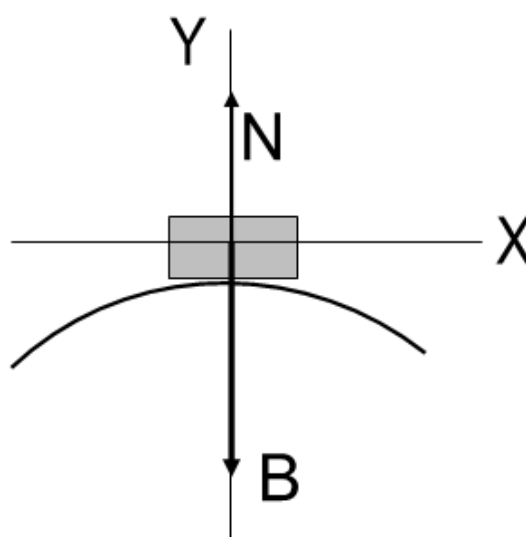
Ο σκοπός της δημιουργίας του πραγματικού μοντέλου ήταν η παρουσίαση της δύναμης του βάρους ενός σώματος ως προς τη διεύθυνση και τη φορά αλλά και το μέτρο, που μπορεί να κινείται σε ένα επίπεδο διαφορετικών κλίσεων. Αποτελεί μια διεύρυνση της παρουσίασης του σχολικού βιβλίου και μπορεί να τεκμηριωθεί βιωματικά μέσα από το μοντέλο. Ο μαθητής δεν μπορεί να δει τη δύναμη αυτή να εμφανίζεται σε ένα σώμα έτσι μπορεί να διατηρεί συγκεχυμένες απόψεις. Ο σχεδιασμός του μοντέλου επικεντρώθηκε σε πέντε επιστημονικές, εκπαιδευτικές πρακτικές με σκοπό α) να είναι ικανοί οι μαθητές να διατυπώνουν επιστημονικά ερωτήματα σχετικά με το μοντέλο και τη θεωρία με την οποία εμπλέκεται το μοντέλο σύμφωνα με το σχολικό εγχειρίδιο, β) να μπορούν να διατυπώνουν, να διερευνούν υποθέσεις, γ) να τεκμηριώνουν τις υποθέσεις τους με τη χρήση του και να επινοούν παρόμοιες κατασκευές με απλά υλικά μέσα και έξω από τη σχολική μονάδα, δ) να διατυπώνουν, να περιγράφουν μια πειραματική διαδικασία ε) συσχετίζουν τη θεωρία με την πραγματικότητα στην καθημερινή τους ζωή σε σχέση με την επιστήμη.

Χρησιμοποιήθηκαν απλά υλικά για την κατασκευή του που βρίσκονται στο σχολείο χρησιμοποιώντας τα με ευκολία αναδεικνύοντας τις κατασκευαστικές και σχεδιαστικές τους ικανότητες.

Εικόνα 1,2. Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου της Δύναμης του βάρους και των συντεταγμένων X,Y σε πλάγια επιφάνεια (Εικόνα 1) και οριζόντια θέση (Εικόνα 2) στη ράμπα



Εικόνα 1

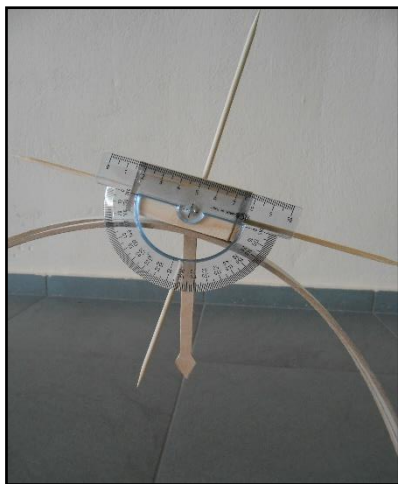


Εικόνα 2

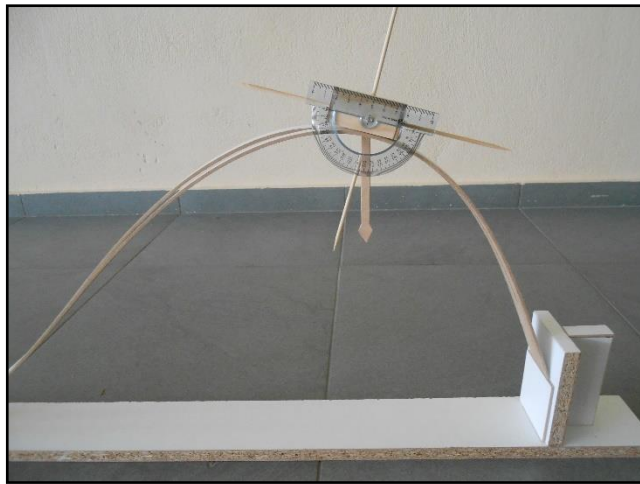
Στις Εικόνες 3,4,5 που ακολουθούν φαίνεται το πραγματικό μοντέλο στη τελική του μορφή όπως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναδείξει την δύναμη του βάρους σε διάφορες θέσεις με τη χρήση του μοντέλου.



Εικόνα 3,4,5 Το Μοντέλο Δύναμης της του βάρους σε επιφάνεια διαφορετικών κλίσεων



Εικ. 3



Εικ. 4



Εικ. 5

Το μοντέλο δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο και τον παρατηρητή να μετακινήσει το σώμα πάνω στην οριζόντια μπάρα και να παρατηρήσει τη δύναμη του βάρους που παραμένει πάντα κατακόρυφη ε ένα βέλος που έχει σημείο εφαρμογής το σώμα που μετακινείται και παραμένει συνέχεια σταθερό κατά μέτρο διεύθυνση και φορά. Επίσης μπορεί να αλλάξει τη θέση του σώματος πάνω στην μπάρα και να παρατηρήσει την αλλαγή στη γωνία μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της διεύθυνσης της δύναμης του βάρους του σώματος μαθητής/τρια παρατηρεί τη διεύθυνση της δύναμης του βάρους του σώματος ως προς την κάθετη στην επιφάνεια και μπορεί να καταγράψει τη γωνία της απόκλισης ως προς τη κάθετη στην επιφάνεια επαφής. Υπάρχει στο μοντέλο ενσωματωμένη κλίμακα γωνιών με μοιρογνωμόνιο ώστε να είναι εφικτή η μελέτη και η μέτρηση της απόκλισης της δύναμης του βάρους ως προς τη διεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια επαφής ης μπάρας μετακίνησης. Κατά τη μετακίνηση του σώματος πάνω στην μπάρα χειροκίνητα παρατηρείται ότι η δύναμη του βάρους διατηρεί την κατακόρυφη διεύθυνση σε κάθε κλίση του επιπέδου επαφής. Μπορεί να επιλέξει διάφορες θέσεις πάνω σε σημεία της επιφάνειας και να παρατηρήσει τη διεύθυνση της δύναμης και την αλλαγή των αξόνων X και Y ως προς την κατακόρυφη διεύθυνση.

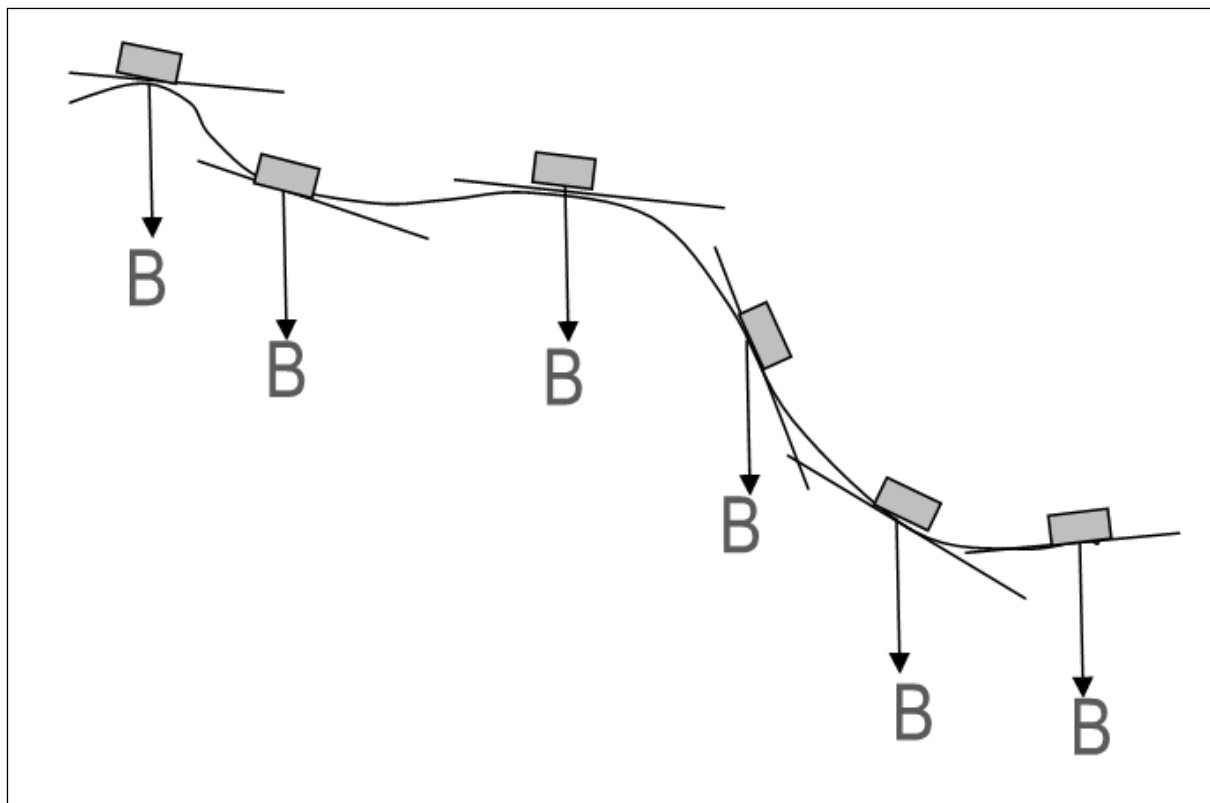


Χρήση του Μοντέλου στην εκπαίδευση

Το παρόν μοντέλο έχει σχεδιαστεί για να δημιουργήσει τις απαραίτητες συνθήκες κατανόησης των ψλχαριστικων της δύναμης του βάρους, όπως αυτή εμφανίζεται σε διαφορετικές θέσεις ως προς το οριζόντιο επίπεδο και κατά τη μετακίνηση του σώματος πάνω σε μια καμπύλη τροχιά. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να κατανοήσει και να παρατηρήσει τη διεύθυνση του βάρους ως προς την οριζόντια διεύθυνση και να αντιληφθεί πώς θα μπορούσε να παραστήσει τη δύναμη του βάρους σε ένα αντίστοιχο σχήμα σε δεδομένη άσκηση του σχολικού του βιβλίου.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η αναπαράσταση σε πραγματική τρισδιάστατη μορφή μέσω του μοντέλου δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να αντιληφθεί τις συντεταγμένων του χώρου και του επιπέδου και να κάνει έναν οπτικομημονικό σχεδιασμό γνώσης και αποτύπωσης. Αυτός ο σχεδιασμός μπορεί να βοηθήσει στην οπτική αναπαράσταση και άλλων φυσικών μεγεθών και νόμων από διαφορετικά κεφάλαια της φυσικής επιστήμης ενώ καλλιεργείται και η ανάπτυξη καλής συσχέτισης με την γεωμετρία του επιπέδου και του χώρου. Ιδιαίτερα αυτό γίνεται εφικτό και με την παρουσίαση της μεταβολής της γωνίας της διεύθυνσης της δύναμης του βάρους ως προς την κατακόρυφη. Ο μαθητής έτσι μέσω της αριθμημένης κλίμακας μέτρησης γωνιών που υπάρχει ενσωματωμένη στο μοντέλο μπορεί να μετρήσει σε σημαντική προσέγγιση τη γωνία και να παρατηρήσει να καταγράψει και να αφομοιώσει τις αλλαγές στη γωνία του βάρους ως προς την εφαπτομένη στο επίπεδο της τροχιάς κίνησης του σώματος. Οι αλλαγές στη γωνία φαίνονται στην Εικόνα 6

Εικόνα 6 Σχηματική αναπαράσταση της δύναμης του Βάρους σε καμπύλη επιφάνεια





Η πρόταση μας για τη χρήση στην εκπαιδευτική διαδικασία αναφέρεται στη χρήση του εκπαιδευτικού μοντέλου παράλληλα με την θεωρητική μελέτη του νόμου της βαρύτητας και την μελέτη της δύναμης του βάρους των σωμάτων στην εκπαιδευτική ώρα του μαθήματος παράλληλα με την παρουσίαση των χαρακτηριστικών της δύναμης του βάρους και τη μελέτη της από τους μαθητές. Αυτό μπορεί να γίνει με την επίδειξη του μοντέλου στους μαθητές αρχικά και μετά οι μαθητές μόνοι τους να πειραματιστούν πάνω στη χρήση του μελετώντας και παρατηρώντας τη δύναμη του βάρους σε περισσότερες από μια θέσεις πάνω στη ράμπα τροχιά λ ς του σώματος και να μετρήσουν τη γωνία απόκλισης της διεύθυνσης του βάρους από την εφαπτομένη της τροχιάς κίνησης του σώματος. Έτσι θα κατανοήσουν την μεταβολή ως προς διάφορες θέσεις που είναι σημαντικά διαφοροποιημένες από ένα απλό κεκλιμένο επίπεδο και μια κίνηση σε οριζόντια διεύθυνση.

Προτείνεται η δημιουργία ενός πίνακα καταγραφής των παρατηρήσεων από τη χρήση του μοντέλου και τη μετακίνηση του σώματος στις διάφορες θέσεις πάνω στην μπάρα κίνησης.

Ο πίνακας 1. που ακολουθεί είναι ένας βασικός πίνακας της πρότασής μας αλλά μπορεί να βελτιωθεί με επιπλέον παρατηρήσεις και επισημάνσεις από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Καταγραφή Θέσης, γωνίας, απόκλισης, διεύθυνσης της δύναμης Βάρους

1 ^η παρατήρηση	Θέση	Γωνία	Απόκλιση	Διεύθυνση του Βάρους
2 ^η παρατήρηση				
3 ^η παρατήρηση				
4 ^η παρατήρηση				
5 ^η παρατήρηση				
6 ^η παρατήρηση				
7 ^η παρατήρηση				
8 ^η παρατήρηση				

Κάθε φορά επιλέγεται μια θέση πάνω στην μπάρα –τροχιά μετακίνησης του σώματος από το μαθητή. Καταγράφεται η θέση και μετράται η γωνία που αποκλίνει το βάρος ως προς τη διεύθυνση της εφαπτομένης της τροχιάς. Καταγράφεται και συζητείται με τους εκπαιδευτικούς η απόκλιση αρνητική ή θετική αντίστοιχα προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά ως προς την κάθετη στην επιφάνεια στο σημείο που τοποθετείται το σώμα. Εξάγονται συμπεράσματα και συζητούνται οι απόψεις των μαθητών σχετικά με τα αποτελέσματα που δείχνει κάθε φορά το μοντέλο στη χρήση του.

Οι μαθητές σχολιάζουν και προτείνουν, ενώ μπορούν να συσχετίζουν τα δεδομένα που προκύπτουν από τη χρήση του μοντέλου με τα αντίστοιχα θεωρητικά δεδομένα.

3. Αποτελέσματα

Η πειραματική εφαρμογή του σαν ενισχυτικό εργαλείο για τη μελέτη της δύναμης του βάρους θα βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν την ύπαρξη της δύναμης και να παρατηρήσουν την εμφάνισή της και τα



χαρακτηριστικά της σε διαφορετικές κλίσεις του επιπέδου κίνησης του σώματος. Αναγνωρίζει τόσο την ύπαρξη της δύναμης του βάρους ως ένα διάνυσμα που έχει σημείο εφαρμογής το σώμα αλλά και να παρατηρήσει την διαρκή κατακόρυφη διεύθυνσή του σε όποια θέση και αν τοποθετηθεί το σώμα στην μπάρα μετακίνησης. Επίσης να δημιουργήσουν άλλα δικά τους μοντέλα και να παρατηρήσουν την πραγματική υπόσταση του φαινομένου. Ο μαθητής μπορεί να παρατηρήσει αλλά και να μετρήσει την αλλαγή στη γωνία μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφης διεύθυνσης του βάρους που έχει το σώμα. Μπορεί να σχολιάσει τα αποτελέσματα που παρατηρεί και να επαναλάβει την παρατήρηση σε άλλες θέσεις μετακινώντας το σώμα πάνω στη μπάρα μετρώντας με σχετική ακρίβεια τη γωνία. Μπορεί να συσχετίσει τη μετακίνηση τους σώματος πάνω στην μπάρα με τα αντίστοιχα θεωρητικά δεδομένα του σχολικού βιβλίου και να εξάγει συμπεράσματα που έχουν σχέση τόσο με την βιβλιογραφία όσο και με αντίστοιχα φαινόμενα και παρατηρήσεις στην καθημερινή ζωή. Μπορεί να αποκτήσει ικανότητα παρατήρησης και σχεδιασμού σε πραγματική βάση επανασχεδιάζοντας δικά του μοντέλα ή βελτιώνοντας το υπάρχον. Ο μαθητής μπορεί να αναγνωρίσει τη χρησιμότητα απλών υλικών ως τη βάση για τη δημιουργία εκπαιδευτικών μοντέλων παρατήρησης. Τέλος ο μαθητής βελτιώνει την οπτομνημονική του εμπειρία και αντίληψη διαμορφώνοντας τις δικές του ιδέες απόψεις για φαινόμενα και νόμους της φυσικής επιστήμης και δράσεις σε τρισδιάστατη πραγματική μορφή όπως συμβαίνουν αυτά στην πραγματικότητα μέσα και έξω από τη σχολική μονάδα. Μπορεί να αναδείξει την αξία του σχεδιασμού και της προσωπικής δημιουργίας μέσα από την επιστημονική εμπειρία και πρακτική.

Αποτελέσματα έχουν προκύψει από τη χρήση του μοντέλου σε μαθητές της Β' Γυμνασίου με σημαντικές επισημάνσεις από τους μαθητές οι οποίοι πρότειναν και βελτιώσεις του μοντέλου. Παρατηρήθηκε μεγάλη συμμετοχή και οι μαθητές παρουσιάστηκαν πρόθυμοι να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα αντίστοιχο μοντέλο για την τάξη τους το οποίο να επιδείξουν στο σχολείο και να κρατήσουν στην βιβλιοθήκη της τάξης τους ως μια νέα πειραματική συσκευή. Κατανόησαν πολύ πιο εύκολα τη χρήση του μοντέλου αμέσως μετά τη δεύτερη προσπάθεια ενώ δεν τους φάνηκε καθόλου δύσκολη η χρήση του στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πολλοί μαθητές συσχέτισαν το μοντέλο με θέματα που είχαν άμεση σχέση με τη θεωρία της γεωμετρίας και αυτό ήταν πολύ σημαντικό για την εμπέδωση και τη χρήση της μαθηματικής επιστήμης στην επιστήμη της φυσικής.

4. Συμπεράσματα

Μελετώντας το γνωσιολογικό και θεωρητικό υπόβαθρο της εκπαιδευτικής κατασκευής του πραγματικού αυτού μοντέλου συμπεραίνουμε ότι μπορούν να προκύπτουν δεδομένα που ισχυροποιούν την επιστημονική γνώση και το θεωρητικό υπόβαθρο των μαθητών. Μπορεί να δημιουργήσει παραπέρα προβληματισμό για την ουσία και τη φύση του φυσικού νόμου και φαινομένου. Η πρότασή μας αυτή αποτελεί μια διαδικασία εκπαίδευσης στη σχολική τάξη ως ένα επιπλέον εκπαιδευτικό εργαλείο για μαθητές που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με νόμους της φυσικής επιστήμης και με επιστημονικές διατυπώσεις και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Είναι σημαντικό να μελετηθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία ώστε να αποτελέσει ένα ουσιαστικό εκπαιδευτικό υλικό ως συμπλήρωμα των πειραμάτων που προτείνονται στο σημερινό σχολείο. Προτείνεται επίσης να διδαχθούν οι μαθητές στα δημοτικά σχολεία και στις πρώτες τάξεις του γυμνασίου την δημιουργία και την κατασκευή πραγματικών τρισδιάστατων πραγματικών μοντέλων κάτι που τους δώσει το έναυσμα για την ανάπτυξη και την προώθηση των προσωπικών τους δυνατοτήτων και θα βοηθήσει στη διάδοση και την εδραίωση της διερευνητικής μάθησης μέσα και έξω από τη σχολική μονάδα, όχι μόνον στους μαθητές αλλά και στους ίδιους τους εκπαιδευτικούς.



5. Βιβλιογραφία

Κάτσικας, Χ., & Καββαδίας, Γ. (2002). “Η Αξιολόγηση στην Εκπαίδευση”. Αθήνα, Σαββάλας.

Κουσελίνη-Ιωαννίδου, Μ. (1995). “Μεταγνώση: Η έννοια και η διδασκαλία της”. Νέα Παιδεία, σελ.48-56.

Ολυμπίου Γ & Ζαχαρία Ζ (2009) συγκριτική μελέτη της αποτελεσματικότητας του Πειραματισμού σε Πραγματικό ή εικονικό Εργαστήριο ως προς την επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης τη Φυσική. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρου Γ Ζουπίδης (Επ). Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου συνεδρίου διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών επιστημών (σ. 621-629) www.uown.gr/kodifeet

Ραβάνης, Κ. (2003). “Εισαγωγή στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών”. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Σάββας Σ. (1996) το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο στη διδασκαλία της φυσικής με ιδιοκατασκευές και πειράματα με απλά μέσα – Πρόταση εφαρμογής για το δημοτικό σχολείο, Διδακτορική Διατριβή, επιβλέπων καθηγητής Γ.Θ.Καλκάνης, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα ΔΕ, Τομέας φυσικών Επιστημών, τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, Αθήνα.

Hacking, I. (1992). The Self Vindication of the Laboratory Sciences, In A. Pickering (Ed.) Science as Practice and Culture (29-64). Chicago: The University Chicago Press.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K.(2011). “Research methods in education.” 7th Ed. London: Routledge. Dam, L. Holec,H. (1981). “Selection, Evaluation and Adoption of Instructional Materials”. <https://www.carrollk12.org>,

Jong, T., Linn, M. & Zacharia, Z. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education, Science, 340(6130), 305-308.

Luzon, M.J. & Gonzalez, M.I. (2006). “Learning-Goals-Driven Design Model: Developing Curriculum Materials that Align with National Standards and Incorporate Project-Based Pedagogy”. Science Education, 92(1), 1-32.



Ενισχύοντας τις επιστημολογικές αντιλήψεις μαθητών γυμνάσιου για τα επιστημονικά μοντέλα

Σταύρος Κουκιόγλου¹, Δημήτριος Ψύλλος²

*¹Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Υποψήφιος Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΑΠΘ, ²Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής
Εκπαίδευσης Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

Περίληψη

Η υιοθέτηση των επιστημονικών μοντέλων και των διαδικασιών μοντελοποίησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι μια καθιερωμένη πρακτική. Ωστόσο οι αντιλήψεις των μαθητών για τα επιστημονικά μοντέλα αποκλίνουν από τις επιστημονικά αποδεκτές. Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην ενίσχυση των επιστημολογικών αντιλήψεων των μαθητών με τη χρήση κατάλληλα διαμορφωμένης, διερευνητικού τύπου, Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας, η οποία ενσωματώνει διαδικασίες μοντελοποίησης. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν αύξηση του επιπέδου των επιστημολογικών απαντήσεων των μαθητών σχετικά με τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή των επιστημονικών μοντέλων. Επιπρόσθετα γίνεται προσπάθεια ανάδειξης και καταγραφής των κριτηρίων με τα οποία οι μαθητές αναγνωρίζουν και κατηγοριοποιούν οπτικές αναπαραστάσεις σε επιστημονικά μοντέλα, προφανή και μη προφανή, καθώς και σε μη επιστημονικά μοντέλα.

Λέξεις-κλειδιά: μοντέλα, επιστήμη, διδασκαλία, αντιλήψεις, ΔΜΑ

Enhancing junior highschool students' epistemological beliefs about models in science

Stavros Koukioglou¹, Dimitrios Psillos²

*¹Secondary education, PhD student School of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki,
²School of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki*

Abstract

The adoption of science models and modeling practices in science education is a widely accepted method. However, students' beliefs about models deviate from the scientifically acceptable ones. This research aims to enhance students' epistemological beliefs regarding science models by the use of a model based, inquiry Teaching Learning Sequence as an intervention method, which contains modeling processes. The results suggest an increase in students' performance in their epistemological beliefs regarding the nature, purpose and change of scientific models. In addition, it is this study's intention to unveil the criteria by which students distinguish and categorize images representing obvious models from non-obvious ones, as well as from non-science representations.

Keywords: models, science, teaching, beliefs, TLS



1. Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία, επιχειρείται η καταγραφή των επιστημολογικών αντιλήψεων μαθητών τις Β΄ γυμνασίου σχετικά με τη φύση, τη λειτουργία, την πολλαπλότητα και την αλλαγή των επιστημονικών μοντέλων (Oh & Oh, 2011) καθώς και η ενίσχυσή τις μέσω κατάλληλα διαμορφωμένης Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ). Στην τελευταία ενσωματώνονται οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) προκειμένου να ενισχυθεί το υποστηρικτικό πλαίσιο των δραστηριοτήτων μοντελοποίησης. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στην εφαρμογή τις διερευνητικού τύπου ΔΜΑ, με τη βοήθεια τις οποίας οι μαθητές εξοικειώνονται με την έννοια των Επιστημονικών Μοντέλων (ΕΜ) μέσω του γεωμετρικού μοντέλου τις οπτικής ακτίνας. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι τα εξής: πρώτον ποιες είναι οι αλλαγές τις επιστημολογικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη φύση, τη λειτουργία, την πολλαπλότητα και την αλλαγή των ΕΜ κατόπιν εμπλοκής τις σε δραστηριότητες μοντελοποίησης οι οποίες ενσωματώνονται σε διερευνητικού τύπου ΔΜΑ σχετική με την οπτική, και δεύτερον πώς αλλάζει η ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν και να διακρίνουν οπτικές αναπαραστάσεις εικόνων σε επιστημονικά μοντέλα, προφανή και μη προφανή, από εικόνες που δεν απεικονίζουν επιστημονικά μοντέλα κατόπιν εμπλοκής τις σε δραστηριότητες μοντελοποίησης οι οποίες ενσωματώνονται σε διερευνητικού τύπου ΔΜΑ σχετική με την οπτική.

2. Μεθοδολογία

Η ΔΜΑ που χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα, αποτελεί προϊόν τροποποίησης και εξέλιξης παλαιότερης ακολουθίας (Lombardi et al. 2010, Testa et al. 2011). Η ΔΜΑ επανασχεδιάστηκε προκειμένου να εναρμονισθεί με την ελληνική πραγματικότητα και για να αποτελέσει κατάλληλο υποστηρικτικό πλαίσιο ανάπτυξης των επιστημολογικών αντιλήψεων των μαθητών. Πιο αναλυτικά, περιλαμβάνει διαδικασίες μοντελοποίησης εκφραστικού (expressive), εξερευνητικού (exploratory), πειραματικού (experimental) και κυκλικού (cyclic) τύπου τις οποίες οι μαθητές εμπλέκονται σε μια συνεχή διαδικασία σχεδιασμού, δοκιμής και αναθεώρησης των επιστημονικών μοντέλων που δημιουργήσαν. Αξίζει να σημειωθεί πως η έννοια του επιστημονικού μοντέλου εισάγεται με ρητό (explicit) τρόπο στη ΔΜΑ, η οποία ενσωματώνει πλήθος μεταγνωστικού τύπου επεισοδίων (Soulios & Psillos, 2016). Η χρήση των ΤΠΕ είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη καθώς μέσω κατάλληλης εφαρμογής (applet) επιτυγχάνεται η βαθμιαία γεφύρωση μεταξύ τις πραγματικότητας και του ΕΜ τις γεωμετρικής οπτικής ακτίνας, το οποίο υιοθετείται και χρησιμοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια τις ΔΜΑ. Επιπρόσθετα, με τη χρήση του λογισμικού Cabri Geometry αξιοποιούνται φωτογραφίες από πραγματικά πειράματα, οι οποίες μεταφέρονται στον εικονικό κόσμο, επιτρέποντας την εκτέλεση εικονικών πειραμάτων και μετρήσεων. Για τις σκοπούς τις παρούσας έρευνας η ΔΜΑ υπέστη περαιτέρω τροποποιήσεις τόσο ως τις τη διατύπωση των ερωτημάτων όσο και ως τις το περιεχόμενο. Ειδικότερα σε ότι αφορά το δεύτερο, οι βασικές μετατροπές περιλάμβαναν: α) την προσθήκη επιπλέον ερωτήσεων αναστοχασμού, β) την ενσωμάτωση τις εφαρμογής «Bending Light» από την ιστοσελίδα Phet του Πανεπιστημίου του Colorado των Η.Π.Α. Η ενσωμάτωσή τις προσφέρει ένα φιλικό και εύχρηστο, εικονικό περιβάλλον διάδρασης, το οποίο επιτρέπει τη μεταβολής τις γωνίας πρόσπτωσης και την παρατήρηση, τις μεταβολής των γωνιών ανάκλασης και διάθλασης, σε πραγματικό χρόνο. Το δείγμα τις έρευνας αποτελούν 35 συνολικά μαθητές τις Β΄ τάξης δημόσιου γυμνασίου του νομού Χαλκιδικής, οι οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Η ΔΜΑ διήρκησε 8 εβδομάδες και χρειάστηκαν 12 διδακτικές ώρες για την ολοκλήρωσή τις.



Για τη διερεύνηση των επιστημολογικών αντιλήψεων σχετικά με τα ΕΜ δόθηκαν τις μαθητές δύο ερωτηματολόγια, τα οποία συμπληρώθηκαν πριν και μετά την εφαρμογή τις ΔΜΑ. Το πρώτο ερωτηματολόγιο είναι κλειστού τύπου και αποτελείται από 18 συνολικά εικόνες. Κάτω από καθεμιά ο μαθητής δύναται να επιλέξει μεταξύ δύο επιλογών, ναι ή όχι, για το αν θεωρεί πως η εικόνα αναπαριστά ΕΜ ή όχι. Οι εικόνες του ερωτηματολογίου έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τρία σε τρία σμήνη. Το πρώτο αποτελείται από εικόνες που δεν αναπαριστούν ΕΜ αλλά εικόνες που οι μαθητές θεωρούν πως αναπαριστούν ΕΜ τις οι τεχνολογικές συσκευές. Το δεύτερο σμήνος περιέχει εικόνες που αναπαριστούν ΕΜ που γίνονται εύκολα αποδεκτά από τις μαθητές ενώ το τρίτο σμήνος από εικόνες που αναπαριστούν ΕΜ που δύσκολα γίνονται αποδεκτά ως ΕΜ. Η ταξινόμηση αυτή βασίζεται τις απαντήσεις μαθητών που δόθηκαν κατά τη διάρκεια παλαιότερων ερευνών (Grosslight et al.1991, Treagust et al. 2002). Η ταξινόμηση των εικόνων του πρώτου ερωτηματολογίου σε τρία σμήνη παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Το δεύτερο ερωτηματολόγιο είναι ανοιχτού τύπου και συνίσταται από επιστημολογικής φύσεως ερωτήματα σχετικά με τη φύση, τη λειτουργία, την πολλαπλότητα και τη δυνατότητα αλλαγής τις επιστημονικού μοντέλου. Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε από τον Ι. Σούλιο (Σούλιος 2012) και βασίζεται σε ερωτηματολόγια παλαιότερων ερευνών (Crawford & Cullin 2005, Grosslight et al. 1991). Η ταξινόμηση των αντιλήψεων των μαθητών βασίζεται στο ιεραρχημένο πλαίσιο ταξινόμησης τριών επιπέδων, το οποίο αναπτύχθηκε σε προηγούμενες έρευνες (Crawford & Cullin 2005, Grosslight et al. 1991, M. Windschitl & Thompson 2006). Έτσι οι αντιλήψεις των μαθητών κατατάσσονται σε τρία επίπεδα με το πρώτο να φιλοξενεί όσες αποκλίνουν περισσότερο από τις επιστημονικά αποδεκτές, στο δεύτερο να κατατάσσονται οι διαισθητικές αντιλήψεις που προσεγγίζουν τις επιστημονικά ορθές και στο τρίτο επίπεδο ανήκουν οι πλέον ορθές. Κατόπιν ένα υποσύνολο 16 μαθητών επιλέχθηκε με τυχαίο τρόπο και παραχώρησαν ημιδομημένου τύπου συνεντεύξεις πριν και μετά τη ΔΜΑ. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν βασίστηκαν τις απαντήσεις τις στα προηγούμενα ερωτηματολόγια και αποσκοπούν στην αποσαφήνισή τις.

Πίνακας 1: Ταξινόμηση των εικόνων σε σμήνη

Σμήνος εικόνων 1 Εμφανή μη ΕΜ	Σμήνος εικόνων 2 Εμφανή ΕΜ	Σμήνος εικόνων 3 Μη Εμφανή ΕΜ
Φωτογραφική μηχανή	Υδρόγειος σφαίρα	Γραφική παράσταση
Μονοθέσιο F1	Ομοίωμα σκελετού	Μαθηματική εξίσωση
Τηλεοπτικοί αστέρες	Ομοίωμα κυτάρου	Προσομοίωση μορίων νερού
Συσκευή τηλεόρασης	Εσωτερικό τις Γης	Αρχιτεκτονικό σχέδιο
Κινητό τηλέφωνο	Μέρη τις φυτού	Ομοίωμα χημικής ένωσης
Σπίτι	Μινιατούρα αυτοκινήτου	Μηχανισμός φωτοσύνθεσης

3. Αποτελέσματα

Οι μέσοι όροι των ποσοστών των απαντήσεων των μαθητών στο δεύτερο ερωτηματολόγιο παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, στον οποίο υπάρχει η ξεχωριστή κατηγορία «ΔΞ/ΔΑ» για όσους μαθητές απάντησαν πως δεν γνωρίζουν ή δεν απάντησαν καθόλου. Αντίστοιχα στον Πίνακα 3 εμφανίζεται ο παραμετρικός στατιστικός έλεγχος σε συζευγμένα δείγματα (T-test).



Πίνακας 2: Ποσοστό απαντήσεων ανά επίπεδο επιστημολογικής κατανόησης

Επίπεδο επιστημολογικής ενημερότητας	% Πριν τη ΔΜΑ				% Μετά τη ΔΜΑ			
	ΔΞ/ΔΑ	1	2	3	ΔΞ/ΔΑ	1	2	3
Φύση	5,7	68,6	25,7	0,0	0,0	40,0	48,6	11,4
Λειτουργία	5,7	65,7	25,7	0,0	0,0	28,6	71,4	0,0
Πολλαπλότητα	5,7	11,4	74,1	11,4	0,0	20,0	68,6	11,4
Αλλαγή	11,4	22,9	62,9	2,9	2,9	11,4	57,1	28,6

Πίνακας 3: Αποτελέσματα παραμετρικού ελέγχου

	Φύση	Λειτουργία	Πολλαπλότητα	Αλλαγή
T-test	-4,29**	-3,90**	-0,68	-4,06**
Επίπεδο σημαντικότητας	.000	.000	.501	.020

* $p \leq .05$, ** $p \leq .001$

Από τα αποτελέσματα είναι εμφανές πως η εφαρμογή τις ΔΜΑ συνέβαλε θετικά στην αύξηση τις επιστημολογικής ενημερότητας των μαθητών σχετικά τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή των ΕΜ, ωστόσο δεν επηρέασε τις αντιλήψεις των μαθητών για την πολλαπλότητα. Στον Πίνακα 4 εμφανίζεται

ο ποσοστιαίος μέσος όρος των θετικών απαντήσεων των μαθητών, δηλαδή όσων θεωρούν ότι η συγκεκριμένη εικόνα αναπαριστά ΕΜ, ανά σμήνος, καθώς και η ποσοστιαία μεταβολή τις ενώ στον Πίνακα 5 ο παραμετρικός στατιστικός έλεγχος σε συζευγμένα δείγματα (T-test).

Πίνακας 4: Μέσοι όροι ποσοστών θετικών απαντήσεων

	Πριν τη ΔΜΑ (%)	Μετά τη ΔΜΑ (%)	Διαφορά (%)
Σμήνος εικόνων 1	50,48	28,10	-22,38
Σμήνος εικόνων 2	66,19	71,90	5,71
Σμήνος εικόνων 3	57,62	73,33	15,71

Πίνακας 5: Παραμετρικός έλεγχος για τα σμήνη των εικόνων

	Σμήνος 1	Σμήνος 2	Σμήνος 3
T- test	3,36*	-1,10	2,90*
Επίπεδο σημαντικότητας	.002	.0280	.007

* $p \leq .05$, ** $p \leq .001$



4. Συμπεράσματα- Συζήτηση

Με βάση τις απαντήσεις των μαθητών τόσο στα γραπτά ερωτηματολόγια όσο και τις συνεντεύξεις είναι προφανές ότι μετά την ολοκλήρωση της ΔΜΑ οι επιστημολογικές αντιλήψεις σχετικά με τα ΕΜ βελτιώνονται ως τις τις τις πτυχές πλην τις που αφορά την πολλαπλότητα των ΕΜ. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι στη δεδομένη ΔΜΑ δεν χρησιμοποιήθηκε κανένα άλλο ΕΜ για την ερμηνεία και την πρόβλεψη των φαινομένων τις οπτικής πλην αυτό τις γεωμετρικής, οπτικής ακτίνας. Παράλληλα αποδεικνύεται πως η ΔΜΑ και οι δραστηριότητες μοντελοποίησης που ενσωματώνονται σε αυτή, αυξάνουν την ικανότητα των μαθητών να απορρίπτουν οπτικές αναπαραστάσεις που δεν αναπαριστούν ΕΜ (σμήνος 1) καθώς και να αποδέχονται ακόμα και τις πιο αφηρημένες και απαιτητικές οπτικές αναπαραστάσεις ως ΕΜ (σμήνος 3). Ωστόσο δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική βελτίωση τις εικόνες του σμήνους 2, ενδεχομένως επειδή το ποσοστό αποδοχής τις ήταν εξαρχής υψηλό.

Από την ανάλυση των απομαγνητοφωνημένων συνεντεύξεων αναδεικνύονται τα κριτήρια με βάση τα οποία οι μαθητές θεωρούν κάποιες εικόνες ως ΕΜ. Συγκεκριμένα, η ανάλυση των κριτηρίων επιτρέπει την ομαδοποίησή τις σε κατηγορίες τις οποίες ονομάζουμε «άξονες». Ο πρώτος άξονας σχετίζεται με τη λειτουργία/σκοπό τις μοντέλου, που σημαίνει ότι οι μαθητές κατηγοριοποιούν τις εικόνες σε ΕΜ σύμφωνα το τι πιστεύουν ότι ένα τέτοιο μοντέλο θα πρέπει να επιτελεί. Έτσι οι μαθητές που, λανθασμένα, αποδέχονται τις εικόνες του πρώτου σμήνους ως ΕΜ θεωρούν πως τα τελευταία αναπαριστούν τεχνολογικές συσκευές που διευκολύνουν την καθημερινότητά τις π.χ. το κινητό τηλέφωνο. Από την άλλη, πλήθος μαθητών χρησιμοποιώντας τον ίδιο άξονα επιλέγουν ως ΕΜ τις εικόνες που περιέχονται στα σμήνη 2 και 3 υποστηρίζοντας πως ο ρόλος τις είναι η ερμηνεία των φυσικών φαινομένων, η κατανόηση του μηχανισμού λειτουργίας τις και η χρήση τις στην εκπαίδευση. Ο δεύτερος άξονας σχετίζεται με τη φύση του ΕΜ καθώς ορισμένοι μαθητές θεωρούν πως τα ΕΜ είναι οι συσκευές που έχουν κατασκευασθεί από επιστήμονες και όχι από «απλούς» ανθρώπους. Αντίθετα, οι μαθητές που απορρίπτουν τις τεχνολογικές συσκευές του σμήνους 1 ισχυρίζονται ότι ένα ΕΜ αναπαριστά μια θεωρία, μια ιδέα ή ακόμα και μια διαδικασία που τις βοηθά να κατανοήσουμε, να περιγράψουμε ή ακόμα και να ανακαλύψουμε κάτι άλλο. Ορισμένοι τονίζουν ρητά πως τα ΕΜ είναι προσομοίωση τις πραγματικότητας. Ο τρίτος άξονας περιέχει την έννοια τις εξέλιξης. Αναλυτικότερα, οι μαθητές αποδίδουν στα ΕΜ την ικανότητα αλλαγής, η οποία προέρχεται από την αναβάθμιση των τεχνολογικών συσκευών τις αυτών που απεικονίζονται στο σμήνος 1. Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές που αποδέχονται τις εικόνες του σμήνους 2 και 3 ως ΕΜ προτείνουν πως αλλάζουν όταν δε συμφωνούν με τα πειράματα ή όταν μια νεότερη, πιο ικανοποιητική θεωρία τα καθιστά παρωχημένα.

Συμπερασματικά, με την εφαρμογή τις παρούσας ΔΜΑ εισάγεται, με ρητό τρόπο, το ΕΜ τις οπτικής ακτίνας. Οι διαδικασίες μοντελοποίησης και η χρήση των ΤΠΕ επιτρέπουν την περιγραφή, ερμηνεία και πρόβλεψη πραγματικών και εικονικών πειραμάτων. Η συμβολή των ΤΠΕ είναι ζωτικής σημασίας για την ενίσχυση τις οικοδόμησης τις γνώσης αλλά και τις γεφύρωσης μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου (Olymriou et al. 2013, Rutten et al. 2012). Η ΔΜΑ επαυξάνει τις επιστημολογικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τα ΕΜ. Περαιτέρω έρευνες απαιτούνται σχετικά με την πολλαπλή αναπαράσταση των ΕΜ καθώς και την επιμονή των μαθητών να ταυτίζουν τα ΕΜ με τις τεχνολογικές συσκευές ακόμα και μετά την ολοκλήρωση τις ΔΜΑ. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες που ανέφεραν την αποτελεσματικότητα των εικονικών εργασιών ως εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και την επίδραση των ΔΜΑ τις επιστημολογικές αντιλήψεις των μαθητών (Taramopoulos & Psillos, 2017).



5. Βιβλιογραφία

Σούλιος, Ι., (2012). *Ανάπτυξη και μελέτη μιας βασισμένης στα μοντέλα διερευνητικής Μαθησιακής Διδακτικής Σειράς για τις οπτικές ιδιότητες των υλικών*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Crawford, B., & Cullin, M. (2005). Dynamic Assessments of Preservice Teachers' Knowledge of Models and Modelling. In K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong, & H. Eijkelhof (Eds.), *Research and the Quality of Science Education* (pp. 309–323). Dordrecht: Springer Netherlands.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799–822.

Lombardi, S., Monroy, G., Testa, I., & Sassi, E. (2010). Measuring variable refractive indices using digital photos. *Physics Education*, 45(1), 83–92.

Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109–1130.

Olympiou, G., Zacharias, Z., & deJong, T. (2013). Making the invisible visible: enhancing students' conceptual understanding by introducing representations of abstract objects in a simulation. *Instructional Science*, 41(3), 575–596.

Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153.

Soulios, I., & Psillos, D. (2016). Enhancing student teachers' epistemological beliefs about models and conceptual understanding through a model-based inquiry process. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1212–1233.

Taramopoulos, A., & Psillos, D. (2017). Complex phenomena understanding in electricity through dynamically linked concrete and abstract representations: Complex phenomena understanding. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(2), 151–163.

Testa, I., Lombardi, S., Monroy, G., & Sassi, E. (2011). An innovative context-based module to introduce students to the optical properties of materials. *Physics Education*, 46(2), 167–177.

Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understandings of Model-Based Inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783–835.



Δια-ηλικιακή μελέτη πραγματοποίησης προβλέψεων σε πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις

Νικόλαος Φώτου¹, Ian Abrahams²

¹College of Social Sciences, School of Education, The University of Lincoln, ²School of Education, The University of Roehampton

Περίληψη

Το παρόν άρθρο βασίζεται σε μία έρευνα που σαν σκοπό είχε την διερεύνηση της συλλογιστικής πορείας που μαθητές διαφόρων ηλικιών ακολουθούν ώστε να προβούν σε προβλέψεις καταστάσεων που καλούνται να αντιμετωπίσουν για πρώτη φορά. Εδώ, γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της έρευνας αυτής όσον αφορά τη συγκριτική μελέτη της συλλογιστικής που ακολουθήθηκε και της συμβατότητας των προβλέψεων με την επιστημονική άποψη. Διεξήχθησαν συνεντεύξεις ομάδων εστίασης και συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου με μαθητές από πέντε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ελληνική εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν την σημαντικότητα της αναλογιστικής συλλογιστικής στην πραγματοποίηση των προβλέψεων, οι οποίες, ωστόσο, στις περισσότερες των περιπτώσεων ήταν σε αντίθεση με την επιστημονική άποψη.

Λέξεις-κλειδιά: Αναλογιστική συλλογιστική, Πρωτόγνωρες-νέες Καταστάσεις, Πραγματοποίηση προβλέψεων

A cross-age study of students' predictions in novel situations

Nikolaos Fotou¹, Ian Abrahams²

¹College of Social Sciences, School of Education, The University of Lincoln, ²School of Education, The University of Roehampton

Abstract

This paper reports on a study that examined the reasoning students across a wide range of age followed in order to make predictions in situations they had not considered before being asked about. Here, a cross-age comparison of the reasoning followed and whether the predictions made were compatible with the scientific account is presented. The data reported were drawn from focus groups and a questionnaire that Greek students from primary and secondary education were asked to fill in. The findings indicated the importance of analogies in students' prediction-making which, however, in most of the cases led them to prediction incompatible with the scientific account.

Keywords: Analogical reasoning, Novel Situations, Prediction-making



1. Εισαγωγή

Το ενδιαφέρον για τις αναλογίες ως εργαλεία διδασκαλίας ανάγεται στην εποχή του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη. Από τότε μέχρι και σήμερα, εκτενής έρευνα στο θέμα αυτό έχει αναδείξει τον σημαντικό ρόλο των αναλογιών στην μάθηση φυσικών εννοιών και την κατανόηση φυσικών φαινομένων τόσο από μαθητές όσο και από ενήλικους (Goswami, 1991).

Στα πλαίσια μιας εποικοδομητικής προσέγγισης (constructivism) της μάθησης, η διαδικασία περιλαμβάνει την αναζήτηση για ομοιότητες μεταξύ του άγνωστου και του οικείου, μεταξύ του νέου και του ήδη γνωστού (Kim & Choi, 2003). Ως εκ τούτου, εκτός από το να είναι χρήσιμες ως ένα εργαλείο διδασκαλίας, οι αναλογίες είναι επίσης πολύτιμες σαν εργαλεία λογικής και κατανόησης. Μία συλλογιστική και ένας τρόπος σκέψης βασιζόμενος σε αναλογίες οδηγεί στην καλύτερη κατανόηση μιας νέα κατάστασης μέσω ομοιοτήτων (αν και αυτές οι ομοιότητες δεν είναι πάντα εκείνες που θα τους οδηγήσουν στην κατανόηση της επιστημονικά ορθής άποψης) μεταξύ αυτής της καινούριας-πρωτόγνωρης και άρα άγνωστης κατάστασης με μια πιο οικεία.

Παρόλη την πληθώρα ερευνών που μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των αναλογιών στην κατανόηση νέων φαινομένων, αυτές εστιάζουν κυρίως σε αναλογίες οι οποίες δημιουργούνται είτε από ερευνητές στα πλαίσια ερευνητικών διαδικασιών είτε από εκπαιδευτικούς κατά την εκπαιδευτική διαδικασία και διατίθενται στους μαθητές ώστε οι τελευταίοι να τις χρησιμοποιήσουν (τις περισσότερες φορές με την βοήθεια των δημιουργών των αναλογιών αυτών) για να κατανοήσουν την νέα έννοια/φαινόμενο με βάση μία ήδη γνωστή κατάσταση. Δεν έχει ερευνηθεί στον ίδιο βαθμό ωστόσο, η δυνατότητα των μαθητών να δημιουργήσουν τις δικές τους αναλογίες και πολύ περισσότερο ο συσχετισμός τους με λανθασμένες σε σχέση με την επιστημονική άποψη ιδέες (*misconceptions*). Ως εκ τούτου, θεωρήθηκε αναγκαίο να μελετηθούν οι αναλογίες που οι ίδιοι μαθητές δημιουργούν στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν καταστάσεις που δεν τους είναι οικείες σε συνδυασμό με πιθανές παρανοήσεις στις οποίες οδηγούνται μέσα από τις αναλογίες αυτές.

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας μελέτης που, μεταξύ άλλων, διερεύνησε το βαθμό στον οποίο μαθητές διαφορετικών ηλικιών δημιουργούν και χρησιμοποιούν αναλογίες για την κατανόηση πρωτόγνωρων-νέων καταστάσεων και την πραγματοποίηση προβλέψεων.

Θεωρητικό Πλαίσιο

Συνήθως, σε μία αναλογία, η έννοια ή κατάσταση/φαινόμενο που επιχειρείται να κατανοηθεί είναι ο στόχος (*target*), ενώ η γνωστή και οικεία έννοια ή κατάσταση στη βάση της οποίας θα εποικοδομηθεί η κατανόηση του στόχου αποκαλείται βάση (*base*). Το εργαλείο συσχέτισης, προσομοίωσης ή παρομοίωσης των δύο καταστάσεων είναι η αναλογία (*analogy*), όπως αυτή περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 1).

Στις αναλογίες, οι ομοιότητες που μοιράζονται ο στόχος με τη βάση καθιστούν τις δύο αυτές καταστάσεις από αρκετά όμοιες μέχρι πανομοιότυπες. Οι ομοιότητες αυτές μπορεί να σχετίζονται με κοινά χαρακτηριστικά και οντότητες ή με διαδικασίες που συναντώνται και στις δύο καταστάσεις και μπορούν να αντιστοιχηθούν από τη βάση στον στόχο. Μία συνηθισμένη περίπτωση αντιστοίχισης κοινών διαδικασιών αποτελεί η ροή νερού (ή άλλων ρευστών) μέσα από υδραυλικούς σωλήνες/λάστιχα σε αναλογία με τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από μεταλλικούς αγωγούς και σύρματα (και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει ροή), ενώ ένα τυπικό παράδειγμα αντιστοίχισης χαρακτηριστικών είναι το ηλιακό



σύστημα ως αναλογία για το πλανητικό μοντέλο της ατομικής δομής (ομοιότητες στις τροχιές μεταξύ των ηλεκτρονίων γύρω από τον ατομικό πυρήνα και των πλανητών γύρω από τον Ήλιο).

Διάγραμμα 1: Η λειτουργία των αναλογιών.



Αυθόρμητη (Spontaneous Analogy) και Αυτοδημιούργητη Αναλογία (Self-generated Analogy)

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, ο όρος αυθόρμητα δημιουργούμενη, ή πιο απλά αυθόρμητη αναλογία (*spontaneous analogy*), χρησιμοποιείται για να δηλώσει εκείνη την αναλογία που δημιουργείται από τους μαθητές σε αντίθεση με περιπτώσεις όπου αυτή τους παρουσιάζεται και θα πρέπει να την χρησιμοποιήσουν ώστε να κατανοήσουν μια νέα έννοια, κατάσταση ή φαινόμενο. Ομοίως, μια αυτοδημιούργητη αναλογία (*self-generated analogy*) έχει την έννοια μιας αναλογίας που δημιουργείται μεν από τους μαθητές τους ίδιους, αλλά στην περίπτωση αυτή ενδέχεται να τους ζητείται να δημιουργήσουν μια αναλογία. Με άλλα λόγια μία αυθόρμητη αναλογία είναι πάντα αυτοδημιούργητη, με τους μαθητές να προβαίνουν στη δημιουργία της χωρίς να τους ζητηθεί, ενώ μια αυτοδημιούργητη αναλογία, αν και δημιουργουμένη από τους ίδιους τους μαθητές και σε αυτή την περίπτωση, είναι αποτέλεσμα εναύσματος που τους δίδεται.

Ο Clement (1988) εντόπισε τρεις τρόπους ή διεργασίες για την παραγωγή αναλογιών μέσω: α) μιας τυπικής αρχής όπου η αναγνώριση του στόχου ως παράδειγμα της αρχής αυτής ή κάποιας εξίσωσης έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ανάλογης κατάστασης ως ένα άλλο παράδειγμα της αρχής ή εξίσωσης αυτής (*generation via a formal principle*), β) μετασχηματισμού όπου μια βάση δημιουργείται με την τροποποίηση ορισμένων χαρακτηριστικών του στόχου (*generation via transformation*), γ) συσχετίσεως όπου μια ανάλογη κατάσταση-βάση ανακαλείται από τη μνήμη, η οποία αν και διαφέρει σε πολλές απόψεις από την στόχο, εξακολουθεί να έχει σημαντικά παρόμοια χαρακτηριστικά (*generation via association*).

2. Μεθοδολογία Έρευνας

Δείγμα της Έρευνας

Δείγμα της έρευνας αποτελέσαν μαθητές από την πρώτη και δεύτερη βαθμίδα του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Το δείγμα περιλάμβανε 37 και 31 μαθητές από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση ηλικίας 8-9 και 10-11 αντίστοιχα, ενώ από την δευτεροβάθμια εκπαίδευση συμμετείχαν 29, 35 και 34 ηλικίας και 11-12, 12-13 και 16-17 αντίστοιχα. Τόσο τα σχολεία όσο και ο αριθμός των μαθητών επιλέχθηκαν για να εξασφαλίσουν ένα δείγμα που θα ήταν, από άποψη μεγέθους, ικανότητας



των μαθητών και κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου, σε γενικές γραμμές αντιπροσωπευτικό του συνόλου του μαθητικού πληθυσμού στην γεωγραφική περιοχή της κεντρικής Ελλάδας όπου διεξήχθη η έρευνα.

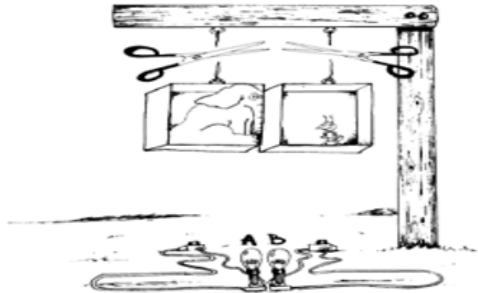
Ερευνητικό Εργαλείο

Οι καταστάσεις στις οποίες οι μαθητές κλήθηκαν να κάνουν μια πρόβλεψη ήταν πρωτόγνωρες ή νέες, υπό την έννοια ότι δεν τους είχε ζητηθεί ποτέ προηγουμένως να σκεφτούν ή να προβούν σε προβλέψεις σχετικά με αυτές (παρόλο που αυτή δεν ήταν απαραίτητη προϋπόθεση).

Όλες οι καταστάσεις παρουσιάστηκαν στους μαθητές σε εικονογραφική μορφή για να αποφευχθεί η οποιοδήποτε είδους καθοδήγηση όσον αφορά την πραγματοποίηση μιας συγκεκριμένης πρόβλεψης από εκείνες που περιλαμβάνονται στις επιλογές που συνόδευαν τις εικονογραφημένες καταστάσεις αυτές. Με τις εικόνες να έχουν τη δυνατότητα να τραβούν την προσοχή των μαθητών και να αυξάνουν τις πιθανότητες ενασχόλησης τους με αυτές (Karlan & Howes, 2004; Miles, Karlan & Howes, 2007), η εικονογραφική προσέγγιση των ερωτήσεων θεωρήθηκε σημαντική για την διενέργεια μελέτης σε ένα τόσο ευρύ φάσμα ηλικιών. Επίσης ο συνδυασμός τους με τη χρήση ερωτήσεων ανοικτού τύπου και πολλαπλών επιλογών έχει τη δυνατότητα να μειώσει την ασάφεια τόσο των ερωτήσεων όσο και των απαντήσεων σε αυτές (Bock & Milz, 1977).

Παραδείγματα των ερωτήσεων φαίνονται παρακάτω (Εικόνες 1, 2 & 3). Σε ένα ξεχωριστό φύλλο, οι μαθητές κλήθηκαν να εξηγήσουν την πρόβλεψή τους («τι σε κάνει να το πιστεύεις αυτό;» ή/και «τι σε οδήγησε στην απάντησή αυτή;»).

Εικόνα 1. Πρωτόγνωρη κατάσταση βαρύτητας-βάρους



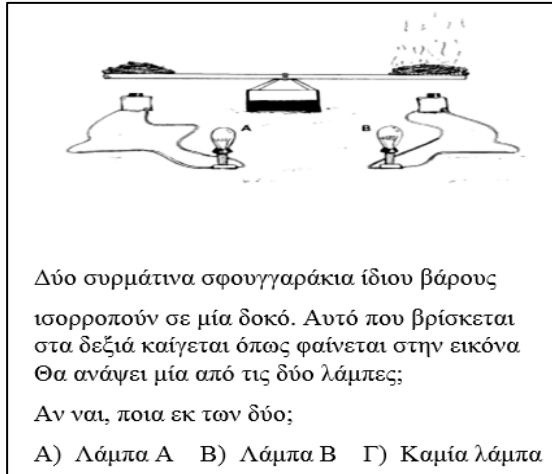
Αν τα σχοινιά της εικόνας κοπούν την ίδια στιγμή, οι λάμπες θα ανάψουν ταυτόχρονα ή μία εξ αυτών πρώτη;

A) Και οι δύο ταυτόχρονα B) Η λάμπα Α πρώτη Γ) Η λάμπα Β πρώτη

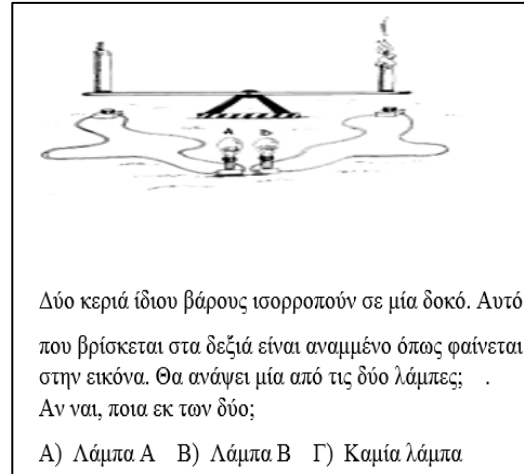
Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.



Εικόνα 2: Πρωτόγνωρη κατάσταση φλεγόμενου
συρμάτινου σφουγγαριού



Εικόνα 3: Πρωτόγνωρη κατάσταση αναμμένου
κεριού



Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η διαδικασία συλλογής δεδομένων διήρκεσε περίπου οχτώ ώρες για την κάθε ηλικιακή ομάδα μαθητών. Κατά την πρώτη ώρα μοιράσθηκαν τα ερωτηματολόγια και ζητήθηκε από τους μαθητές να τα συμπληρώσουν επί τόπου χωρίς να τους δοθεί κάποια βοήθεια σχετικά με τις ερωτήσεις²⁸. Αμέσως μετά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των πέντε ατόμων και εν συνεχεία διενεργήθηκε η ομαδική συνέντευξη η οποία διήρκεσε μισή ακόμη ώρα για κάθε ομάδα των πέντε ατόμων. Ο λόγος που οι δύο φάσεις διεκπεραιώθηκαν άμεσα η μια μετά την άλλη ήταν ώστε οι μαθητές να μην έχουν το χρόνο και τη δυνατότητα να συζητήσουν μεταξύ τους τις απαντήσεις που είχαν δώσει, διατηρώντας έτσι την αυθεντικότητα και τον αυθορμητισμό των προβλέψεων στις πρωτοφανείς-νέες καταστάσεις.

Οι συνεντεύξεις υιοθέτησαν μια προσέγγιση κλινικής συνέντευξης (Clement, 2000) στην οποία οι συμμετέχοντες κάθονταν γύρω από τραπέζια και ο ερευνητής τους ρωτούσε για τις προβλέψεις που έκαναν στις πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις όπως επίσης και να εξηγήσουν περαιτέρω, αν χρειαζόταν, τι τους οδήγησε στο να κάνουν την επιλογή τους. Παρόλο που οι ερωτήσεις δεν ήταν τυποποιημένες, μερικές βασικές ερωτήσεις όπως «γιατί νομίζετε ότι αυτό θα συμβεί;», «τι σε κάνει να το σκεφτείς αυτό;», «τι σε οδήγησε στην απάντηση αυτή;» ή ακόμη «γιατί νομίζετε ότι η πρόβλεψή σας είναι η σωστή;» χρησιμοποιήθηκαν σαν οδηγός στις ομαδικές συνεντεύξεις. Αυτή η μέθοδος ημι-δομημένης συνέντευξης χρησιμοποιήθηκε για να μπορέσει ο διεξάγων την συνέντευξη ερευνητής να προσαρμόζει ή να αλλάζει τις επόμενες κατά σειρά ερωτήσεις με βάση των εξηγήσεων των μαθητών σχετικά με τις επιλογές τους. Ο στόχος ήταν να παρακινηθούν οι μαθητές να εξηγήσουν περαιτέρω τι τους οδήγησε να επιλέξουν τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

²⁸ Στην δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (ερώτηση ανοικτού τύπου) που συνόδευε τις εικόνες και τις ερωτήσεις κλειστού τύπου, ζητήθηκε από τους μαθητές να προσθέσουν οποιοδήποτε σχόλιο για τις πρωτοφανείς-νέες καταστάσεις και τυχόν απορίες που είχαν σχετικά με αυτές. Τα σχόλια και οι απορίες αυτές συζητήθηκαν κατά τη διάρκεια των ομαδικών συνεντεύξεων.



Ανάλυση δεδομένων

Τα στοιχεία του ερωτηματολογίου αναλύθηκαν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Οι προβλέψεις που έγιναν στο πρώτο μέρος του (εικόνα συνοδευόμενη από την ερώτηση πολλαπλής επιλογής) συγκρίθηκαν μεταξύ των πέντε διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, ενώ οι απαντήσεις που δόθηκαν στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (ανοικτού τύπου ερώτηση) εξετάστηκαν ως προς την δημιουργία και χρήση αναλογιών από τους μαθητές στις γραπτές αυτές επεξηγήσεις των προβλέψεων τους. Όλες οι ομαδικές συνεντεύξεις μαγνητοσκοπήθηκαν και στη συνέχεια απομαγνητοφωνήθηκαν κατά λέξη. Όπως και στην περίπτωση των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, τα κείμενα της απομαγνητοφώνησης εξετάστηκαν ως προς την περίπτωση δημιουργίας και χρήσης αναλογιών στη συλλογιστική που οι μαθητές ακολούθησαν για να φθάσουν στις προβλέψεις τους.

Ανάλυση αναλογιών

Οι αναλογίες που εντοπίστηκαν (τόσο στα ερωτηματολόγια όσο και στις απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις) αναλύθηκαν με βάση μια τροποποιημένη έκδοση του πλαισίου του Clement (1988), που περιεγράφηκε παραπάνω. Επιπλέον, οι αναλογίες κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τον τρόπο με τον οποίο δημιουργήθηκαν κατά τη διαδικασία επεξήγησης των προβλέψεων σε τρεις κατηγορίες: α) σαν άμεσα και αυθόρμητα δημιουργούμενες (*direct spontaneous explanations-DSE*) όπου οι μαθητές αυθόρμητα δημιούργησαν μία αναλογία καθώς αιτιολογούσαν τις προβλέψεις τους, β) που ήταν αποτέλεσμα της προσπάθειας των μαθητών να αναπτύξουν και να αναλύσουν περαιτέρω την αρχική εξήγησή της πρόβλεψής τους (*indirect spontaneous analogies-ISE*) και γ) «υποκινούμενες» αναλογίες που δημιουργήθηκαν από τους μαθητές όταν κλήθηκαν να σκεφτούν συγκεκριμένα ανάλογη με αυτή που τους παρουσιάστηκε στο ερωτηματολόγιο περίπτωση (*prompted indirect explanations-PIE*).

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία, αυτές εντοπίστηκαν ως επί των πλείστων (όπως ήταν αναμενόμενο με βάση τον ορισμό των DSE) στις απαντήσεις που οι μαθητές έδωσαν γραπτώς στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις²⁹. Αντίθετα, οι τελευταίες δύο κατηγορίες δημιουργίας και χρήσης αναλογιών στην επεξήγηση των προβλέψεων, εντοπίστηκαν στις απομαγνητοφωνημένες ομαδικές συνεντεύξεις.

Οι ιδέες που εκφράστηκαν, οι εξηγήσεις των προβλέψεων καθώς και ο τρόπος δημιουργίας των αναλογιών, η μέθοδος παραγωγής τους και οι ίδιες οι αναλογίες συγκρίθηκαν μεταξύ των πέντε διαφορετικών ηλικιακών ομάδων. Δύο ανεξάρτητοι ερευνητές και ένα ακόμη άτομο μη σχετικό με τη διδακτική θετικών επιστημών και το θέμα της έρευνας ανέλυσαν τα δεδομένα (τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο και τις απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις) και κωδικοποίησαν τις απαντήσεις. Περιπτώσεις διαφωνίας σχετικά με την κωδικοποίηση επιλύθηκε μέσω συζήτησης μεταξύ του πρωταρχικού ερευνητή και των αναλυτών αυτών.

²⁹ Θεωρήθηκε σπάνια, αν όχι απίθανη, η περίπτωση να βρεθούν τέτοιου είδους αναλογίες στις απομαγνητοφωνημένες ομαδικές συνεντεύξεις, αφού μια αυθόρμητα δημιουργούμενη αναλογία προϋποθέτει την αυτόβουλη και χωρίς παρακίνηση δημιουργία και χρήση της. Σε αντίθεση λοιπόν με τις απαντήσεις στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι τόσο η δομή όσο και οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια των ομαδικών συνεντεύξεων ήταν παρακινητικές και θα μπορούσαν να δώσουν το έναυσμα, είτε άμεσα είτε έμμεσα, για την δημιουργία και χρήση αναλογιών.



Ανωνυμία Συμμετεχόντων

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ανωνυμία των μαθητών κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιούνται εδώ κωδικοί. Οι κωδικοί ξεκινούν με Μ (Μαθητής) και ακολουθούνται από δύο αριθμούς, ένα που υποδεικνύει την ηλικία και έναν που είναι ενδεικτικός της περιπτώσεως που ο μαθητής αυτός αντιπροσωπεύει στο σύνολο του δείγματος (Μαθητής υπ' αριθμόν 1, 2, 3 κλπ.). Έτσι, για παράδειγμα, ο κωδικός Μ9.3 δείχνει ότι ο μαθητής είναι ηλικίας εννέα ετών και ότι κωδικοποιήθηκε ως περίπτωση τρία στα πλαίσια καταγραφής των ερευνητικών δεδομένων.

3. Αποτελέσματα

Υπήρξαν πολλές ομοιότητες μεταξύ των προβλέψεων με την πλειοψηφία των μαθητών να επιλέγουν την ίδια απάντηση στην ερώτηση πολλαπλών επιλογών που συνόδευε τις εικονογραφημένες ερωτήσεις. Το 83% των μαθητών έκαναν τις λανθασμένες εκείνες προβλέψεις που ήταν σχετικές με παρανοήσεις που έχουν αναφερθεί στην ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία. Και για τις έξι πρωτόγνωρες-νέες περιπτώσεις μόνο το 15% των προβλέψεων ήταν σωστές. Επίσης, οι μαθητές ηλικίας 8-9 και 10-11 έκαναν τις λιγότερες επιστημονικά ορθές προβλέψεις σε σύγκριση με τους ηλικιακά μεγαλύτερους μαθητές του δείγματος.

Η δημιουργία και χρήση αναλογιών αποτέλεσε την βασική συλλογιστική που, σε ποσοστό 77% του συνολικού δείγματος, οι μαθητές ακολούθησαν τόσο για την κατανόηση όσο και για την διαμόρφωση προβλέψεων στις έξι πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις. Ένα ποσοστό 56% των αναλογιών αυτών δημιουργήθηκαν αυθόρμητα (DSE), 34% ήταν τύπου ISE ενώ το εναπομείναν ποσοστό αφορούσε αναλογίες του τρίτου τύπου (PIE).

Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι αναλογίες είτε ήταν πανομοιότυπες είτε μπορούν να χαρακτηριστούν σαν παρόμοιες. Οι μεταξύ τους ομοιότητες αφορούσαν είτε τον τρόπο δημιουργίας τους είτε τα στοιχεία στα οποία οι μαθητές επικεντρώθηκαν και αναγνώρισαν σαν όμοια μεταξύ των πρωτόγνωρων-νέων καταστάσεων και εκείνης της κατάστασης που ανακάλεσαν από την μνήμη τους. Για παράδειγμα, στην απάντηση που ακολουθεί, ο μαθητής δημιούργησε μια αναλογία αλλάζοντας πολύ λίγα χαρακτηριστικά της πρωτόγνωρης κατάστασης βαρύτητας-βάρους έτσι ώστε να χρησιμοποιήσει τον αναλογικό συσχετισμό του στόχου με την βάση στην διαμόρφωση προβλέψεως. Ο μαθητής αυτός, όπως και η πλειονότητα αυτών που επεξήγησαν την πρόβλεψη τους σε αυτή την ερώτηση με αναλογίες, επικεντρώθηκε στη διαφορά μάζας μεταξύ του ελέφαντα και του μυρμηγκιού με την αναλογία να δημιουργείται με απλή αντικατάσταση αυτών των με δύο πιο οικεία αντικείμενα που είχαν επίσης μια εμφανή διαφορά μάζας. Η αναλογία αυτή είναι ενδεικτική περίπτωση δημιουργίας μέσω μετασχηματισμού (transformation) όπως αυτή περιγράφηκε παραπάνω.

Κατά τη γνώμη μου, η λάμπα Α θα ανάψει πρώτα επειδή το αριστερό κιβώτιο έχει μεγαλύτερη μάζα από το δεξί και επομένως εκείνο που έχει μεγαλύτερη μάζα θα πέσει πιο γρήγορα. Είναι σαν να ρίχνουμε από την κορυφή του σπιτιού μας ένα βαράκι και ένα φτερό, το βαράκι πάντα πέφτει πιο γρήγορα. Αυτό συμβαίνει επειδή το βάρος του είναι μεγαλύτερο.

(M12.1)

Το 63% του συνολικού δείγματος ακολούθησαν μια πολύ παρόμοια διαδικασία συλλογιστικής σε αυτή την πρωτόγνωρη-νέα περίπτωση. Η μόνη διαφορά που εντοπίστηκε αφορούσε τους ηλικιακά μικρότερους μαθητές (8-9 και 10-11 χρόνων) οι οποίοι αντί να αντικαθίστουν τον ελέφαντα και το μυρμηγκί με δύο άλλα αντικείμενα, παρείχαν ανάλογες περιπτώσεις δύο άλλων ζώων με διαφορά μάζας



που πέφτουν από το ίδιο ύψος (για παράδειγμα, μια μέλισσα και ένα ρινόκερος, μια μύγα και ένα πρόβατο ή μια μύγα και μια αγελάδα). Ακόμη, υπήρχαν περιπτώσεις όπου μαθητές δημιούργησαν αναλογία ανθρώπων διαφορετικής μάζας (για παράδειγμα, ένας παχύς και ένας αδύνατος, όπως χαρακτηριστικά ανέφερε ένας δωδεκάχρονος) που πέφτουν από ένα δέντρο, μια στέγη ή στη θάλασσα. Με αυτόν τον τρόπο, και ανεξάρτητα από τον τύπο και τον τρόπο δημιουργίας των αναλογιών, η πλειοψηφία των μαθητών κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα κάνοντας μια εσφαλμένη πρόβλεψη σύμφωνα με την οποία το κιβώτιο με τον ελέφαντα πέφτει γρηγορότερα (ο λαμπτήρας Α ανάβει πρώτα). Ωστόσο, η επιστημονική πρόβλεψη εδώ είναι ότι και οι δύο λαμπτήρες θα ανάψουν ταυτόχρονα με την επιτάχυνση των κιβωτίων σε συνθήκες βαρύτητας να είναι σταθερή και για τις δύο μάζες (μη λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση του αέρα).

Η δημιουργία αναλογιών μέσω μετασχηματισμού και η χρήση τους στις έξι πρωτοφανείς-νέες καταστάσεις κατανέμεται ομοιόμορφα μεταξύ των πέντε διαφορετικών ηλικιακών ομάδων του δείγματος και ήταν η πιο συνηθισμένη μέθοδος για τη δημιουργία αναλογιών μελέτης. Η πλειοψηφία των ανάλογων καταστάσεων ήταν φαινόμενα που οι μαθητές είχαν παρατηρήσει στα αρχικά στάδια της ζωής τους, κάτι που έγινε εμφανές από το γεγονός ότι αρκετοί από τους μεγαλύτερους μαθητές χρησιμοποίησαν τις ίδιες αναλογίες με αυτές των νεότερων.

Περίπου μία στις πέντε αναλογίες που εντοπίστηκαν δημιουργήθηκαν μέσω συσχετισμού (association). Για παράδειγμα, ένας δεκάχρονος μαθητής αιτιολόγησε την απάντησή του στην πρωτόγνωρη-νέα κατάσταση αναμμένου κεριού γράφοντας:

Ας πούμε πως έχεις ένα βρεγμένο σφουγγάρι και ένα στεγνό και προσπαθείς να τα ισορροπήσεις πάνω σε μια δοκό, ο μόνος τρόπος για να το κάνεις είναι να στύψεις το βρεγμένο. Γι' αυτό διάλεξα ότι η λάμπα Α θα ανάψει πρώτα αφού αυτή που βρίσκεται στην πλευρά Α όταν το κερί [πάνω από την λάμπα Β] καεί λιώνει και χάνει το βάρος του, κάτι στάζει όπως και με το βρεγμένο σφουγγάρι.

(M10.2)

Στην περίπτωση αυτή, ο μαθητής επικεντρώθηκε στο στοιχείο του υγρού που στάζει ενώ το κερί είναι αναμμένο και οδηγήθηκε σε μια πρόβλεψη μέσω μιας ήδη προϋπάρχουσας στην μνήμη του κατάστασης, η οποία όμως διέφερε από πολλές απόψεις από την πρωτόγνωρη-νέα κατάσταση (στόχο). Αν και από επιστημονικής απόψεως η συλλογιστική αυτή είναι λανθασμένη καθώς το κερί αν και χάνει μάζα αυτό δεν οφείλεται στις σταγόνες που στάζουν, ο μαθητής οδηγήθηκε σε μία ορθή πρόβλεψη. Ωστόσο η πρόβλεψη αυτή δεν κωδικοποιήθηκε σαν ορθή λόγω της λανθασμένης συλλογιστικής που ακολουθήθηκε (ομοίως δεν καταγράφηκαν σαν ορθές, προβλέψεις που βασίστηκαν σε μη επιστημονικά συμβατές συλλογιστικές). Σύμφωνα με την επιστημονική προσέγγιση της κατάστασης αυτής, σε ένα αναμμένο το κερί, ατμοποιούνται οι υδρογονάνθρακες -παραφίνη- και παράγονται θερμοί ατμοί οι οποίοι αντιδρούν χημικά με το οξυγόνο (καύση). Τα θερμά αέρια ανυψώνονται, κι έτσι το βάρος του εναπομείναντα κεριού είναι μικρότερο από αυτό πριν την καύση.

Παρ' όλα αυτά, υπήρχαν μαθητές που προέβησαν στη σωστή πρόβλεψη σε αυτή την ερώτηση επεξηγώντας τις προβλέψεις δημιουργώντας και χρησιμοποιώντας αναλογίες που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως επιστημονικά συμβατές. Για παράδειγμα, ένας εντεκάχρονος μαθητής αιτιολόγησε την πρόβλεψη του κατά την διάρκεια των ομαδικών συνεντεύξεων λέγοντας:

Επέλεξα τη λάμπα Α για να ανάψει. Είναι σαν εν έχεις ένα χαρτί που αφού καεί, δεν θα έχει το ίδιο βάρος πια, γίνεται πιο ελαφρύ. Νομίζω ότι το ίδιο συμβαίνει και με το κερί, χάνει το βάρος του καθώς καίγεται.

(M11.3)



Ο μαθητής επικεντρώθηκε στο αναμμένο αντικείμενο καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι τέτοια αντικείμενα χάνουν βάρος κατά την καύση τους (παρόμοια συλλογιστική βασισμένη σε πανομοιότυπες αναλογίες ακολούθησε το 68% του δείγματος). Τόσο η πρόβλεψη όσο και η συλλογιστική αυτή φαίνεται να είναι συμβατή με την επιστημονική άποψη σε αυτή την συγκεκριμένη πρωτοφανή-νέα κατάσταση αναμμένου κεριού. Όπως καταδεικνύει η απάντηση αυτή, υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι αναλογίες για την καύση αντικειμένων που απορρέουν από τις καθημερινές τους εμπειρίες όχι μόνο δεν είναι λανθασμένες σε σχέση με τις εμπειρίες αυτές αλλά όπως δείχνει το παραπάνω παράδειγμα μπορούν χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση καταστάσεων τις οποίες οι μαθητές δεν έχουν συναντήσει ξανά.

Ενώ η πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποίησε την απορρέουσα από τις εμπειρίες γνώση για τη δημιουργία αναλογιών που οδήγησαν στην κατανόηση της πρωτόγνωρης-νέας κατάστασης του αναμμένου κεριού, η ίδια συλλογιστική πορεία οδήγησε σε μία λανθασμένη πρόβλεψη στην παρόμοια πρωτόγνωρη-νέα κατάσταση φλεγόμενου συρμάτινου σφουγγαριού. Και στις δύο περιπτώσεις οι μαθητές υποστήριξαν ότι πρέπει να υπάρξει μια μείωση στη μάζα ή/και βάρος των αντικειμένων λόγω της καύσης τους. Ενώ αυτό είναι σωστό για την περίπτωση του αναμμένου κεριού, δεν ισχύει στην περίπτωση του συρματένιου σφουγγαριού. Στην περίπτωση του σφουγγαριού από σύρμα, ο σίδηρος αντιδρώντας με το οξυγόνο σχηματίζει οξειδία του σιδήρου τα οποία, σε αντίθεση με τους υδρογονάνθρακες (CO) στην περίπτωση του αναμμένου κεριού, δεν αιωρούνται, κάνοντας έτσι το σφουγγαράκι βαρύτερο από ότι αρχικά.

Πιθανή εξήγηση εδώ είναι ότι, όπως φάνηκε και από τις αναλογίες τους, οι εμπειρίες των μαθητών σχετικά με την καύση υλικών-αντικειμένων περιορίζονται σε εκείνα που περιέχουν άνθρακα. Ενώ λοιπόν υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες οι μαθητές, έχοντας κάνει τις παρατηρήσεις τους σωστά, μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εμπειρική αυτή τους γνώση με τέτοιο τρόπο που θα τους οδηγήσει στην κατανόηση νέων φαινομένων, καταστάσεων και εννοιών, η ίδια γνώση είναι αυτή που μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις σε άλλες περιπτώσεις.

4. Συμπεράσματα

Η χρήση των ίδιων αναλογιών από τους μαθητές όλων των ηλικιών σε συνδυασμό με τις λανθασμένες προβλέψεις τους υποδεικνύει ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων η συλλογιστική αυτή, που ήταν βασισμένη στις καθημερινές τους εμπειρίες, τους οδήγησε σε λανθασμένες προβλέψεις. Ωστόσο, υπήρξαν περιπτώσεις στις οποίες οι αυθόρμητα δημιουργημένες αναλογίες οδήγησαν τόσο σε μία ορθή κατανόηση της πρωτόγνωρης-νέας καταστάσεως όσο και σε μια επιστημονικά ορθή πρόβλεψη.

Οι αυθόρμητες και αυτοδημιούργητες αναλογίες έδειξαν ότι οι μαθητές, στη προσπάθειά τους να κατανοήσουν τις πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις, αναζήτησαν ομοιότητες μεταξύ αυτών (στόχου) και καταστάσεων από τις εμπειρίες τους που θεώρησαν ότι ήταν παρόμοιες. Οι τελευταίες αποτέλεσαν την βάση ώστε να προβούν στις προβλέψεις τους. Μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επικεντρωθεί στη συλλογιστική των μαθητών σε άλλες πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις, διαφορετικές από εκείνες που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη και επιπλέον σε διάφορες χώρες προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός στον οποίο μια τέτοια συλλογιστική στη βάση αναλογιών είναι ένας κοινός τρόπος κατανόησης νέων καταστάσεων και εννοιών.

Τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής υποδεικνύουν την αναγκαιότητα διάγνωσης της προηγούμενης γνώσης των μαθητών από πλευράς των εκπαιδευτικών αλλά και της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούν την γνώση αυτή σε καταστάσεις που δεν τους είναι οικίες. Επιπλέον, σε συμφωνία με προτάσεις (Pittman, 1999, Wong, 1993) που έχουν γίνει σχετικά με τη χρήση των αναλογιών πέρα από διδακτικούς σκοπούς όπως αυτοί περιεγράφηκαν παραπάνω, η χρήση αυθόρμητων και



αυτοδημιούργητων αναλογιών μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένα διαγνωστικό εργαλείο για παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές.

5. Βιβλιογραφία

- Ball, S. J. (1984). Beachside reconsidered: Reflections on a methodological apprenticeship. In R. G. Burgess (Ed.), *The research process in educational settings: Ten case studies* (pp. 69-96). Lewes: The Falmer Press.
- Bock, M., & Milz, B. (1977). Pictorial context and the recall of pronoun sentences. *Psychological Research*, 39, 203-220.
- Clement, J. (1988). Observed methods for generating analogies in scientific problem solving. *Cognitive Science*, 12(4), 563-586.
- Clement, J. J. (2000). Analysis of clinical interviews: Foundations and model viability. In R. Lesh & A. Kelly (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 547-589). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: What develops? A review of research and theory. *Child Development*, 62, 1-22.
- Kaplan, I., & Howes, A., (2004). Seeing through different eyes: Exploring the value of participative research using images in schools. *Cambridge Journal of Education*, 34(2), 143-155.
- Kim, M., & Choi, K. (2003). Access to structural similarity in the analogical problem solving of children. *School Psychology International*, 24(2), pp. 218-231.
- Miles, S., Kaplan, I., & Howes, A. (2007). Using participatory image-based research to inform teaching and learning about inclusion in education. In Hutchings, W., O'Rourke, K., & Powell, N.J. (eds.), *Case Studies: CEEBL supported projects, 2005-6* (pp. 79-89). Manchester: Centre for Excellence in Enquiry Based Learning.
- Pittman, K. M. (1999). Student-generated analogies: Another way of knowing? *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 1-22.
- Wong, E. D. (1993). Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating explanations of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 367-380.



ΜΗ ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΙ ΑΤΥΠΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ



Η αξιοποίηση άτυπων πηγών μάθησης (ντοκιμαντέρ επιστήμης) στη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού Συστήματος

Στυλιανή Βρεττοπούλου, Κρυσταλλία Χαλκιά

ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μίας διδακτικής παρέμβασης σε μαθητές/τριες Στ' Δημοτικού, με στόχο τη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού Συστήματος αξιοποιώντας αποσπάσματα από σχετικά ντοκιμαντέρ. Η παρέμβαση εστίασε σε έννοιες και φαινόμενα, όπως η ηλικία του Ηλιακού Συστήματος, η σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών, η διαδικασία σχηματισμού των πλανητών, η δομή και διάταξη του Ηλιακού μας Συστήματος και τα σχετικά μεγέθη Ήλιου-πλανητών. Από την ανάλυση των ατομικών συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά τη διδασκαλία προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά σχετικά με την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών/τριών προς το επιστημονικά αποδεκτό πρότυπο.

Λέξεις-κλειδιά: ντοκιμαντέρ επιστήμης, Ηλιακό Σύστημα, ιδέες μαθητών/τριών

The use of informal sources of science learning (science documentaries) in teaching concepts of the Solar System

Styliani Vrettopoulos, Krystallia Halkia

Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

In the present paper, the results of a teaching intervention on K-6 students are presented. Its main purpose was to use science documentaries in teaching concepts of the Solar System. This intervention focused on the age of the Solar System, Sun's and planets' formation order, process of planets' formation, structure and layout of our solar system and relative sizes of Sun and planets. Individual interviews that were held before and after the intervention showed statistically significant conceptual progress of students towards the scientifically accepted standard, regarding to the above-mentioned concepts.

Keywords: science documentaries, Solar System, students' ideas



1. Εισαγωγή

Η χρήση οπτικοακουστικών μέσων ως διδακτικά εργαλεία βελτιώνει την ποιότητα της διδασκαλίας (Arroio 2007). Ντοκιμαντέρ και δημοφιλείς ταινίες μπορούν να είναι πολύτιμα εργαλεία στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Yow 2014), καθώς βοηθούν τους μαθητές/μαθήτριες να μάθουν συγκεκριμένο υλικό, να προσεγγίσουν εκ νέου μαθήματα που θεωρούν πιο βαρετά, να γνωρίσουν τη δουλειά των επιστημόνων και τη φύση της επιστήμης και να βελτιώσουν την συνολική τους στάση απέναντι στην επιστήμη (Arroio 2010, Arroio & Farias 2011, Yow 2014). Τα ντοκιμαντέρ επιστήμης φαίνεται να ελκύουν την προσοχή των παιδιών (Arroio 2007, Arroio 2010) ιδιαίτερα των οπτικών και ακουστικών τύπων μαθητών/τριών (Yow 2014), ενώ παράλληλα προκαλούν την κινητοποίηση και την ενεργό εμπλοκή τους, ακόμη και με περιεχόμενο που οι μαθητές/τριες βρίσκουν δύσκολο (Arroio 2010, Fortner 1985, Yow 2014). Επιπλέον, με την αξιοποίηση ντοκιμαντέρ στη διδασκαλία οι εμπειρίες των μαθητών/τριών δεν περιορίζονται μόνο σε ό,τι συμβαίνει μέσα στην τάξη, αλλά εμπλουτίζονται και με «εμπειρίες» που δε θα μπορούσαν να βιώσουν από κοντά λόγω απόστασης, χρόνου ή πιθανού κινδύνου (Arroio 2007, Yow 2014). Από την άλλη μεριά τα αστρονομικά φαινόμενα αν και παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για τους μαθητές/τριες, τους δυσκολεύουν ιδιαίτερα καθώς το πεδίο παρατήρησης και οι εμπειρίες των μαθητών/τριών έχουν ως σημείο αναφοράς τη Γη (Χαλκιά 2006).

2. Μεθοδολογία

Στη συγκεκριμένη έρευνα έγινε μία προσπάθεια να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης ντοκιμαντέρ επιστήμης κατά τη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού Συστήματος σε μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού. Προκειμένου να διαπιστωθεί η πιθανή εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών/τριών μετά τη σχετική παρέμβαση, κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν οι γνώσεις και οι ιδέες τους πριν και μετά τη παρέμβαση. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν: (1) *«Ποιες είναι οι ιδέες μαθητών/μαθητριών Στ' Δημοτικού για τα ουράνια σώματα που αποτελούν το Ηλιακό μας Σύστημα, τα σχετικά μεγέθη τους και τη διάταξή τους, καθώς επίσης και για τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών;»* και (2) *«Ποια η εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών/μαθητριών Στ' Δημοτικού σε σχέση με τα θέματα του πρώτου ερωτήματος μετά την αξιοποίηση σχετικών ντοκιμαντέρ ως εκπαιδευτικό υλικό;»*.

Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 19 μαθητές/τριες Στ' Δημοτικού από 5 τμήματα 3 δημόσιων Δημοτικών σχολείων του λεκανοπεδίου Αττικής. Τα σχολεία επιλέχθηκαν με βάση την κοινωνικοοικονομική κατάσταση της περιοχής στην οποία ανήκουν και την επιθυμία τους να συμμετάσχουν στην έρευνα. Από τον/την εκπαιδευτικό καθενός από τα τμήματα ζητήθηκε να επιλέξει μια τετραμελή ομάδα μαθητών/τριών μεικτών επιδόσεων.

Εργαλεία έρευνας

Για τη συλλογή των δεδομένων επιλέχθηκαν οι ημιδομημένες συνεντεύξεις. Οι συνεντεύξεις ήταν ατομικές και έλαβαν χώρα μία ημέρα πριν (pre test) και τουλάχιστον 10-15 ημέρες μετά την διδακτική παρέμβαση (post test). Στη διάρκεια της συνέντευξης, η οποία διαρκούσε 30 λεπτά κατά μέσο όρο και ηχογραφούταν, επιχειρήθηκε η καταγραφή των ιδεών των μαθητών/τριών μέσω ενός ερωτηματολογίου, το οποίο προέβλεπε και την έκφραση των ιδεών τους μέσω σχεδίων.



Η διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια δύο διδακτικές ώρες και βασίστηκε στην προβολή αποσπασμάτων από το ντοκιμαντέρ «Our Universe» (παραγωγή 2013 σε επιμέλεια του Kalle Max Hofmann), από το βίντεο «To Scale: The Solar System» των Wylie Overstreet και Alex Gorosh (παραγωγή 2015), καθώς και από τα επεισόδια «Solar system» και «Extreme planets» της σειράς του Discovery channel «How the universe works» (παραγωγή 2010). Τα συγκεκριμένα ντοκιμαντέρ επιλέχθηκαν, καθώς περιείχαν την απαραίτητη επιστημονική γνώση προκειμένου να επιτευχθούν οι διδακτικοί στόχοι που είχαν τεθεί, και τον απαραίτητο μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε δημόσια γνώση, προκειμένου να γίνουν κατανοητά από μαθητές/τριες Στ' Δημοτικού.

Κατά τη διδασκαλία, όλες οι δραστηριότητες ήταν ομαδικές. Οι μαθητές/τριες έπρεπε να συζητήσουν και στη συνέχεια να καταγράψουν σε φύλλο εργασίας την προσωπική τους άποψη για το εκάστοτε ερώτημα, πριν και μετά την παρακολούθηση του αντίστοιχου αποσπάσματος ντοκιμαντέρ.

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα προέκυψαν από την ανάλυση όλων των γραπτών απαντήσεων καθώς και των σχεδίων των μαθητών/τριών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων (Wilcoxon test) με τη χρήση του προγράμματος SPSS ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις απαντήσεις του pre και του post test. Οι απαντήσεις αξιολογήθηκαν από δύο ανεξάρτητους κριτές, οι οποίοι συμφωνούσαν σε ποσοστό 91,2%. Τα ποσοστά των απαντήσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 1.

Όσον αφορά στις ιδέες των μαθητών πριν την παρέμβαση, αναφορικά με την ηλικία του Ηλιακού Συστήματος οι περισσότεροι μαθητές δεν αιτιολόγησαν ουσιαστικά τις απαντήσεις τους, αναφέροντας πως η επιλογή τους είναι η πιο λογική ή επαναλαμβάνοντας την εκφώνηση του ερωτήματος. Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τη σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών δεν παρουσίαζαν κοινά στοιχεία, ώστε να ομαδοποιηθούν. Ένα ποσοστό των απαντήσεων στηρίχτηκε στο επιχείρημα ότι ο Ήλιος και οι πλανήτες αποτελούν ένα ενιαίο Σύστημα και συνεπώς σχηματίστηκαν ταυτόχρονα. Μία άλλη μερίδα παιδιών θεώρησε τον Ήλιο πηγή ζωής. Για κάποιους από αυτούς το επιχείρημα αυτό αποδείκνυε ότι ο Ήλιος σχηματίστηκε πριν από τους πλανήτες, ενώ για άλλους ότι οι πλανήτες προϋπήρχαν και ο σχηματισμός του Ήλιου οδήγησε στην ύπαρξη ζωής που δεν υπήρχε εξ αρχής. Τέλος, οι απαντήσεις σχετικά με τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών δεν ήταν εφικτό να ομαδοποιηθούν, καθώς τα παιδιά περιέγραψαν διάφορες διαδικασίες που θεωρούσαν πιθανές.



Πίνακας 1: Ποσοστά απαντήσεων pre-test και post-test

Θέμα	Κατηγορίες απαντήσεων	Pre-test	Post-test
Ηλικία Ηλιακού Συστήματος	Μη σωστές επιλογές	21,1%	10,5%
	Σωστές επιλογές χωρίς αιτιολόγηση ή με λανθασμένη αιτιολόγηση	78,9%	52,6%
	Σωστές επιλογές με σωστή αιτιολόγηση	0	36,9%
Σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών	Μη σωστές επιλογές	42,1%	21,1%
	Σωστές επιλογές χωρίς αιτιολόγηση ή με λανθασμένη αιτιολόγηση	57,9%	57,8%
	Σωστές επιλογές με σωστή αιτιολόγηση	0	21,1%
Διαδικασία σχηματισμού πλανητών	Δεν ξέρω	31,6%	0
	Περιγραφή διαφορετικής διαδικασίας	57,8%	21,1%
	Ελλιπής περιγραφή με εναλλακτικές ιδέες	5,3%	42,1%
	Ελλιπής περιγραφή χωρίς εναλλακτικές ιδέες	5,3%	10,5%
	Πλήρης περιγραφή με εναλλακτικές ιδέες	0	5,2%
	Πλήρης περιγραφή χωρίς εναλλακτικές ιδέες	0	21,1%
Δομή Ηλιακού Συστήματος	Συμπερίληψη περισσότερων στοιχείων	15,8%	15,8%
	Ήλιος και λιγότεροι από 8 πλανήτες (με ή χωρίς Σελήνη)	52,6%	15,8%
	Ήλιος και 8 πλανήτες (με ή χωρίς Σελήνη)	21,1%	26,3%
	Ήλιος και 8 πλανήτες και 1 στοιχείο από δορυφόρους, νάνους πλανήτες ή αστεροειδείς	10,5%	21,05%
	Ήλιος και 8 πλανήτες και 2 στοιχεία από δορυφόρους, νάνους πλανήτες ή αστεροειδείς	0	21,05%
Διάταξη Ηλιακού Συστήματος	Ήλιος – Γη – Σελήνη	5,3%	0
	Τυχαίο μοντέλο	10,5%	5,3%
	Γεωκεντρικό μοντέλο με τον Ήλιο και τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά	5,3%	0
	Γεωκεντρικό μοντέλο	0	0
	Ηλιοκεντρικό μοντέλο με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά	31,6%	15,8%
	Σπειροειδές μοντέλο	0	5,3%
	Ηλιοκεντρικό μοντέλο (μη πλήρες/μη σωστό)	15,8%	5,3%
	Ηλιοκεντρικό (μη πλήρες/σωστό)	5,3%	5,3%
	Ηλιοκεντρικό μοντέλο (πλήρες/μη σωστό)	10,5%	36,8%
	Ηλιοκεντρικό μοντέλο (πλήρες/σωστό)	10,5%	26,3%
Σχετικά μεγέθη	Καμία ένδειξη σχετικών μεγεθών	78,9%	42,1%
	Μεγαλύτερο σώμα ο ήλιος, μεγαλύτερος πλανήτης ο Δίας, μικρότερος ο Ερμής	10,5%	5,3%
	Ξεκάθαρες διαφορές ήλιου, εσωτερικών και εξωτερικών πλανητών	10,5%	52,6%

4. Συμπεράσματα

Όπως προκύπτει από την έρευνα, οι μαθητές/τριες έρχονται στο σχολείο έχοντας διάφορες ιδέες για ζητήματα που σχετίζονται με το Ηλιακό Σύστημα, ακόμη κι αν αυτά δεν συμπεριλαμβάνονται στη διδακτέα ύλη του Δημοτικού σχολείου. Όσον αφορά στην αξιοποίηση των ντοκιμαντέρ ως εργαλείο άτυπης πηγής μάθησης για στοιχεία του Ηλιακού Συστήματος, φαίνεται ότι διευκόλυνε την επίτευξη των γνωστικών στόχων, περισσότερο σε κάποιες θεματικές (π.χ. διαδικασία σχηματισμού πλανητών) και λιγότερο σε άλλες (π.χ. σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών). Επομένως, αποσπάσματα ντοκιμαντέρ μπορούν να αξιοποιηθούν με κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες για την αποτελεσματικότερη



διδασκαλία στοιχείων του Ηλιακού Συστήματος. Ωστόσο, τα συμπεράσματα είναι ενδεικτικά και μπορούν να αποτελέσουν αφορμή για ανάλογη έρευνα μεγαλύτερης κλίμακας, η οποία θα οδηγήσει σε πιο γενικευμένα συμπεράσματα.

5. Βιβλιογραφία

Χαλκιά, Κ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν: Η διαδρομή από την επιστημονική στη σχολική γνώση*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.

Arroio, A., & Farias, D. (2011). Possible contributions of cinema in natural science education to understand how scientists and science works. *Problems of education in the 21st century*, 37, 18-28.

Arroio, A. (2010). Context based learning: A role for cinema in science education. *Science education International*, 21 (3), 131-143.

Arroio, A. (2007). The role of cinema into science education. *Problems of education in the 21st century*, 1, 25-30.

Fortner, R. (1985). Relative effectiveness of classroom and documentary film presentations on marine mammals. *Journal of research in science teaching*, 21 (2), 115-126.

Yow, D. (2014). Teaching Introductory Weather and Climate Using Popular Movie. *Journal of geoscience education*, 62, 118-125.



Ανάπτυξη διδακτικού υλικού από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αξιοποιώντας μια επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο

Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Αθανασία Κοκολάκη, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η διδασκαλία αντικειμένων που βρίσκονται στην αιχμή της έρευνας θεωρείται ότι εγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες και παράλληλα τους δίνει τη δυνατότητα να βιώσουν την επιστήμη εν τη γενέσει της. Προς αυτή την κατεύθυνση σημαντική φαίνεται να είναι η συμβολή επισκέψεων σε χώρους εκτός σχολείου, όπως είναι τα ερευνητικά κέντρα. Έτσι στην παρούσα εργασία επιχειρείται η μελέτη του τρόπου με τον οποίο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναπτύσσουν εκπαιδευτικό υλικό για τη διδασκαλία ενός σύγχρονου επιστημονικού αντικειμένου αξιοποιώντας την επίσκεψή τους σε ένα ερευνητικό κέντρο και συγκεκριμένα στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας και Έρευνας στο Ηράκλειο.

Λέξεις κλειδιά: έρευνα αιχμής, ανάπτυξη διδακτικού υλικού, χώροι εκτός σχολείου

Pre- service elementary teachers develop teaching material based on a visit in a research center

Kalliopi Giannakoudaki, Athanasia Kokolaki, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

The teaching of cutting-edge research subjects is thought to increase students' interest about science and at the same time enable them to experience the way scientific knowledge is developed. In this direction, the contribution of students' visits in out-of-school contexts, such as research centers, seem to be significant. The present study attempts to study the way in which pre-service elementary teachers develop educational material for the teaching of a contemporary scientific subject based on their visit to a research center.

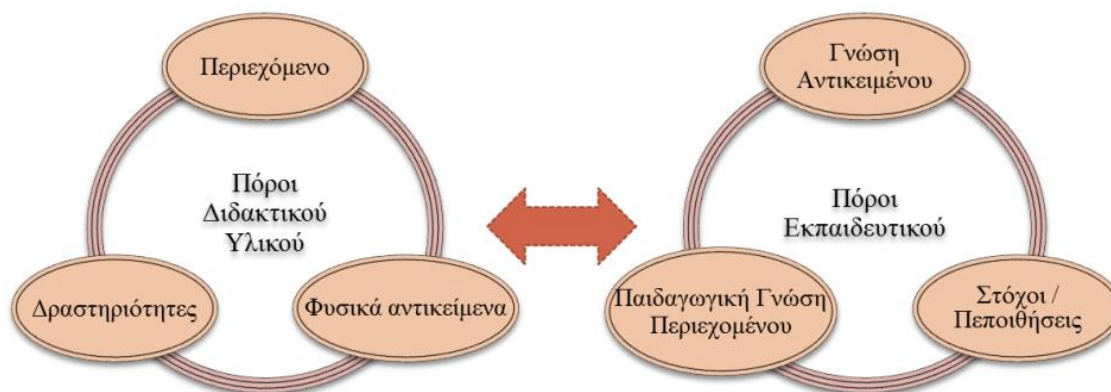
Keywords: cutting-edge research, development of educational material, out-of-school context



1. Εισαγωγή

Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού αποτελεί μια διαρκή αλληλεπίδραση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τα διαθέσιμα σε αυτόν μέσα και υλικά. Κατά την αλληλεπίδραση αυτή, οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν, προσαρμόζουν τα ποικίλα διδακτικά εργαλεία, σχεδιάζουν και εντέλει εφαρμόζουν τη διδασκαλία που αναπτύσσουν. Για να αναπαραστήσουν τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αλληλεπιδρούν με τα διαθέσιμα σε αυτούς μέσα και υλικά, τα αποτελέσματα αυτής της αλληλεπίδρασης, αλλά και τους παράγοντες που την επηρεάζουν οι Brown & Edelson (2003) εισήγαγαν το πλαίσιο της *Δυνατότητας Σχεδιασμού για Εφαρμογή (Design Capacity for Enactment, βλ. Εικόνα 1)*.

Εικόνα 1. Αναπαράσταση αλληλεπίδρασης εκπαιδευτικού – διδακτικού υλικού (Brown & Edelson 2003, Μιχαηλίδη 2018)



Με βάση το πλαίσιο αυτό, ο εκπαιδευτικός φέρνοντας τους προσωπικούς του πόρους, δηλαδή τη γνώση του πάνω στο εκάστοτε αντικείμενο, την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου σχετικά με το πώς να διδάξει το συγκεκριμένο αντικείμενο, καθώς και τους προσωπικούς του στόχους και πεποιθήσεις για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αλληλεπιδρά με τα διαθέσιμα σε αυτόν διδακτικά υλικά, τα οποία με τη σειρά τους φέρουν τις αναπαραστάσεις συγκεκριμένων εννοιών σε συγκεκριμένη ακολουθία, τις αναπαραστάσεις διαφόρων δραστηριοτήτων και τα φυσικά αντικείμενα ή τις προτάσεις για χρήση συγκεκριμένων αντικειμένων (Fullan, 2007). Οι επιλογές που κάνει ο εκπαιδευτικός σχετικά με την αξιοποίηση των διαθέσιμων διδακτικών μέσων και υλικών και άρα ο βαθμός αλληλεπίδρασης του εκπαιδευτικού με το εκάστοτε διδακτικό υλικό εξαρτώνται από την ικανότητά του για παιδαγωγικό σχεδιασμό. Η ικανότητα παιδαγωγικού σχεδιασμού εξελίσσεται και βελτιώνεται μέσα από διαδοχικούς κύκλους σχεδιασμού και εφαρμογής διδασκαλιών μέσα στο χρόνο, καθώς έτσι δίνεται η ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς να επανεξετάσουν ποιος συνδυασμός διδακτικών εργαλείων και προσωπικών πόρων προωθεί πιο αποτελεσματικά τη μάθηση των μαθητών τους, αλλά και ποιες προσαρμογές πρέπει να κάνουν στο υλικό που οι ίδιοι αναπτύσσουν (Forbes & Davis 2010).

Με βάση τα παραπάνω, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας επιχειρείται η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχεδιάζουν και αναπτύσσουν εκπαιδευτικό υλικό για ένα θέμα που βρίσκεται στην αιχμή της έρευνας δεδομένου ότι τα θέματα αυτά προσφέρονται ώστε οι μαθητές να εξερευνήσουν καινοτόμες εφαρμογές αλλά και να γνωρίσουν τους περιορισμούς της επιστημονικής έρευνας, αυξάνοντας έτσι το ενδιαφέρον και τα κίνητρά τους για τις



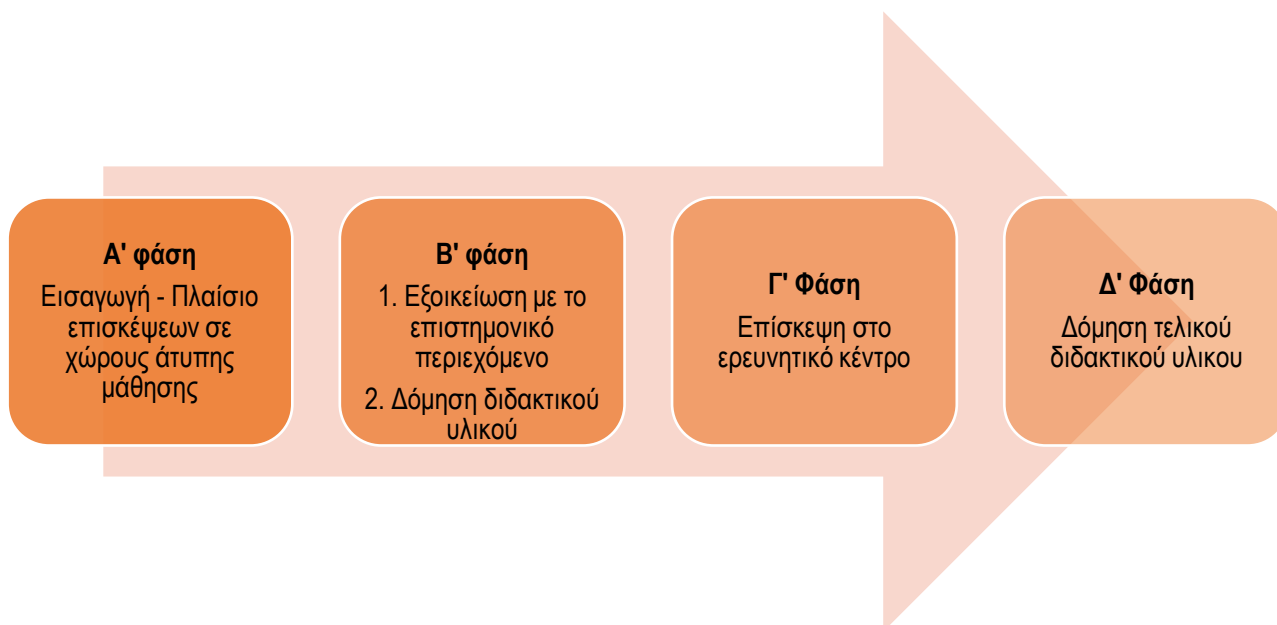
Φυσικές Επιστήμες. (Schank et al. 2009). Μάλιστα δεδομένου ότι προς αυτή την κατεύθυνση μπορούν να συμβάλουν θετικά φορείς και κέντρα εκτός σχολικού περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα είναι τα ερευνητικά κέντρα, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε μια επίσκεψη των φοιτητών στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) στο Ηράκλειο. Έτσι, το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας διαμορφώνεται ως εξής:

Πώς μελλοντικοί εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν και αναπτύσσουν διδακτικό υλικό για ένα επιστημονικό αντικείμενο που βρίσκεται στην αιχμή της έρευνας έχοντας αλληλεπιδράσει με ερευνητές του συγκεκριμένου αντικειμένου;

2. Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα έλαβε χώρα το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2017-2018. Στην έρευνα συμμετείχαν είκοσι δύο φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, που βρίσκονταν στο τέταρτο έτος των σπουδών τους. Οι φοιτητές χωρισμένοι σε δυάδες ανέπτυξαν σχέδια μαθήματος και διαδραστικές κατασκευές με τις οποίες στόχευαν στην εξοικείωση μαθητών δημοτικού με εφαρμογές φωτοκαταλυτικών και πολυμερικών υλικών. Η πορεία της έρευνας αποτυπώνεται στο σχήμα 1.

Σχήμα 1. Πορεία της έρευνας



Αρχικά, έγινε μια εισαγωγή στους φοιτητές για το πλαίσιο και την αξία των επισκέψεων μαθητών σε χώρους εκτός σχολείου και μια γνωριμία των φοιτητών με εκπαιδευτικά προγράμματα μουσείων επιστήμης και τεχνολογίας. Έπειτα, οι φοιτητές εξοικειώθηκαν ως προς το επιστημονικό περιεχόμενο των αντικειμένων έρευνας αιχμής που αποτελούν τα προς μελέτη αντικείμενα του Ινστιτούτου Ηλεκτρονικής Δομής και Laser (Εργαστήριο Φωτοκαταλυτικών Υλικών και Εργαστήριο Πολυμερικών



Υλικών) του ΙΤΕ που θα επισκέπτονταν. Η εξοικείωση των φοιτητών με τα παραπάνω αντικείμενα πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση διδακτικού υλικού διερευνητικής φύσης που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος IRRESISTIBLE. Στη συνέχεια, οι φοιτητές ανέπτυξαν εκπαιδευτικό υλικό για τη διδασκαλία των συγκεκριμένων σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων (Φωτοκαταλυτικά και Πολυμερικά υλικά). Ακολούθησε η επίσκεψη των φοιτητών στα δύο εργαστήρια όπου παρακολούθησαν μια ξενάγηση/διάλεξη από τους ερευνητές, η οποία διήρκεσε μιάνμιση περίπου ώρα στο κάθε εργαστήριο και είχε το περιεχόμενο που αποτυπώνεται στον πίνακα 1. Στην επόμενη φάση της έρευνας, ζητήθηκε από τους φοιτητές να ξανασχεδιάσουν το διδακτικό υλικό που είχαν δομήσει για τη διδασκαλία φωτοκαταλυτικών και πολυμερικών υλικών σε μαθητές δημοτικού κατά τις αρχικές φάσεις της έρευνας λαμβάνοντας υπόψη τους την εμπειρία τους στο ΙΤΕ.

Πίνακας 1: Περιεχόμενο ξενάγησης στο ΙΤΕ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
Παρουσίαση εργαστηρίου - εξοπλισμού	Πολυμερή – Πολυμερισμός
Περιβαλλοντικές εφαρμογές (αισθητήρες τοξικών αερίων, φωτοκαταλυτικές βαφές)	Ιστορική αναδρομή
Εφαρμογές για εξοικονόμηση ενέργειας (διάσπαση νερού για παραγωγή υδρογόνου, «έξυπνα παράθυρα», υλικά για μπαταρίες)	Ιδιότητες πολυμερών
3D εκτυπωτές	Είδη πλαστικών – καθημερινή χρήση
Ο ρόλος της ηθικής στην εξέλιξη της τεχνολογίας	Πείραμα υδροφοβικότητας
Ανάλυση μιας διαδραστικής κατασκευής με χρήση φωτοκαταλυτικών υλικών φτιαγμένο από μαθητές	Πείραμα με σφαιρουλίτες
	Πείραμα παραγωγής νάυλον

Συλλογή και Ανάλυση δεδομένων

Δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από: (α) τις ηχογραφήσεις των συναντήσεων με τους φοιτητές, (β) το διδακτικό υλικό των φοιτητών πριν και μετά την επίσκεψη στο ΙΤΕ, (γ) τη βιντεοσκόπηση της ξενάγησης των φοιτητών στα εργαστήρια του ΙΤΕ, όπου καταγράφηκε τόσο το ακριβές περιεχόμενο της ξενάγησης όσο και τα ερωτήματα που απεύθυναν οι φοιτητές στους ερευνητές και (δ) τις τελικές ατομικές συνεντεύξεις που έλαβαν χώρα και οι οποίες λειτούργησαν διευκρινιστικά για τα κριτήρια με βάση τα οποία δόμησαν τις δραστηριότητες οι φοιτητές, καθώς και για τους στόχους των δραστηριοτήτων που ανέπτυξαν.

Για τον προσδιορισμό της επίδρασης που είχε η επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο στους φοιτητές με στόχο τη δόμηση δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία ενός αντικειμένου που βρίσκεται στην αιχμή της έρευνας, μελετήσαμε τις τροποποιήσεις που πραγματοποίησαν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ανάμεσα στο διδακτικό υλικό που είχαν ετοιμάσει κατά τη δεύτερη φάση της έρευνας, δηλαδή πριν την επίσκεψη στο ΙΤΕ, και στο εκπαιδευτικό υλικό που δόμησαν μετά την επίσκεψη. Ως τροποποίηση ορίζεται οποιαδήποτε διαφοροποίηση εντοπίστηκε ανάμεσα στο αρχικό και τελικό διδακτικό υλικό που ανέπτυξαν. Έτσι, οι τροποποιήσεις διακρίνονται: (α) σε τροποποιήσεις που αφορούσαν τη προσθήκη ή παράλειψη διαστάσεων του επιστημονικού περιεχομένου και (β) σε τροποποιήσεις που αφορούσαν προσθήκη, παράλειψη, μετακίνηση δραστηριοτήτων ή χρήση άλλων υλικών.



Έπειτα μελετήθηκαν οι προσωπικοί πόροι στους οποίους βασίστηκαν οι εκπαιδευτικοί για να δομήσουν τις τελικές τους δραστηριότητες. Διαμορφώθηκαν τέσσερις κατηγορίες και συγκεκριμένα: i. *Γνώση μαθητών* η οποία αφορά στο αν έλαβαν υπόψη τα ενδιαφέροντα, την ηλικία και τις ιδέες των μαθητών τους, ii. *Προσωπικά κίνητρα/ στόχοι/ πεποιθήσεις εκπαιδευτικού* που αφορά στην επιρροή που δέχονται οι εκπαιδευτικοί από τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα και από τις αντιλήψεις τους για τη διδασκαλία και τη μάθηση, iii. *Διδακτική πράξη* που σχετίζεται με τη σύνδεση του διδακτικού υλικού των φοιτητών με το Αναλυτικό Πρόγραμμα και τις συνθήκες του σχολικού πλαισίου και iv. *Γνώση επιστημονικού περιεχομένου* που αφορά στο αν οι φοιτητές αντλούν στοιχεία από τη γνώση περιεχομένου που ήδη διαθέτουν ή από τη γνώση περιεχομένου που απέκτησαν κατά την επίσκεψη στο ΙΤΕ.

3. Αποτελέσματα

Το τελικό αποτέλεσμα της επιμόρφωσης των φοιτητών ήταν η ανάπτυξη έντεκα σεναρίων μαθήματος στα οποία γίνεται αξιοποίηση διαδραστικών κατασκευών που δόμησαν οι ίδιοι οι φοιτητές. Οι διαδραστικές αυτές κατασκευές είχαν είτε τη μορφή επιτραπέζιου παιχνιδιού είτε τη μορφή μακέτας – εκθέματος και αποτελούσαν το σημείο αναφοράς ολόκληρης της διδασκαλίας. Το τελικό υλικό που δόμησαν οι φοιτητές είναι το αποτέλεσμα των τροποποιήσεων που δέχθηκε το αρχικό τους υλικό έπειτα από την επίσκεψή τους στο ΙΤΕ. Συνολικά πραγματοποίησαν 11 τροποποιήσεις επιστημονικού περιεχομένου και 25 τροποποιήσεις στη δομή των δραστηριοτήτων του υλικού τους.

Συγκεκριμένα στο διδακτικό υλικό που αναπτύσσουν μετά την επίσκεψή τους στο εργαστήριο φωτοκαταλυτικών υλικών πρόσθεσαν κυρίως διαστάσεις επιστημονικού περιεχομένου αναφορικά με τις εφαρμογές φωτοκαταλυτικών υλικών που αναφέρονται κατά την ξενάγηση, όπως είναι η εφαρμογή για τα «έξυπνα παράθυρα», οι βαφές TiO_2 κ.ά. Παράλληλα, στις δραστηριότητες που είχαν δομήσει με στόχο να προβληματίσουν για τη χρήση εφαρμογών που προκύπτουν από έρευνα αιχμής στην καθημερινή ζωή φάνηκε έντονη η προσθήκη του στοιχείου της ηθικής, καθώς ο ερευνητής στο συγκεκριμένο εργαστήριο εστίασε ιδιαίτερα στην ηθική του εκάστοτε ερευνητή – επιστήμονα. Ως προς το υλικό που δομήθηκε έπειτα από την επίσκεψη στο εργαστήριο των πολυμερών οι διαφοροποιήσεις ως προς τις διαστάσεις του επιστημονικού περιεχομένου πριν και μετά την ξενάγηση των φοιτητών στο εργαστήριο αφορούν κυρίως στις ιδιότητες των πολυμερών (πχ. ιξωδοελαστικότητα μέσω της δημιουργίας χλαπάτσας). Πέρα από τις τροποποιήσεις που αφορούσαν στο επιστημονικό περιεχόμενο, η πλειοψηφία των τροποποιήσεων που πραγματοποίησαν οι φοιτητές αφορούσαν σε τροποποιήσεις προσθήκης, παράλειψης ή μετακίνησης δραστηριοτήτων. Κυρίαρχη ήταν η μετακίνηση των δραστηριοτήτων που αφορούσαν πιο κοινωνικοεπιστημονικές διαστάσεις προς το τέλος του διδακτικού σεναρίου που είχαν αναπτύξει καθώς έδωσαν σε αυτές τις δραστηριότητες έναν χαρακτήρα επέκτασης του επιστημονικού περιεχομένου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα διδακτικού υλικού που δόμησαν οι φοιτητές, δεχόμενοι επιρροή από την επίσκεψη στο ΙΤΕ, αποτελεί η προσομοίωση μιας πόλης σε μακέτα, η οποία ονομάζεται «Νανόπολυ». Η συγκεκριμένη ομάδα στο αρχικό της υλικό εστίασε στην έννοια του μεγέθους στη νανοκλίμακα καθώς και στην εφαρμογή της αδιαβροχοποίησης, μέσα από την προβολή video και τη χρήση φύλλων εργασίας. Ως προς τον πολυμερισμό, αρχικά εστίασαν στη δομή των πολυμερών καθώς και στα φυσικά και τεχνητά πολυμερή. Η εστίαση στο συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο, πριν από την επίσκεψη στο ΙΤΕ, οφείλεται κυρίως στην επεξεργασία του συγκεκριμένου επιστημονικού περιεχομένου κατά τη δεύτερη φάση της έρευνας, στο πανεπιστήμιο. Έπειτα από την επίσκεψη στο ΙΤΕ, οι φοιτητές επηρεαζόμενοι από μια κατασκευή που υπήρχε στο χώρο του ερευνητικού κέντρου, αποφάσισαν να διαμορφώσουν μια μακέτα – πόλη, η οποία αποτέλεσε το σημείο αναφοράς του διδακτικού τους υλικού. Έχοντας ως σημείο



αναφοράς της διδασκαλίας τους τη μακέτα, θεώρησαν ότι αυξάνουν το ενδιαφέρον και το κίνητρο των μαθητών. Κατά την περιπλάνηση στην πόλη στόχος είναι οι μαθητές να εντοπίζουν προϊόντα από πολυμερικά και φωτοκαταλυτικά υλικά στην καθημερινή ζωή. Έτσι γνωρίζουν εφαρμογές που σχετίζονται με τα συγκεκριμένα σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα και οι οποίες αναφέρθηκαν κατά την ξενάγηση των φοιτητών στα εργαστήρια του ΙΤΕ. Παράλληλα μέσα από τη στάση τους στο δημαρχείο, στο ερευνητικό κέντρο της πόλης κλπ. οι μαθητές καλούνται να αναλάβουν ρόλους (επιστήμονας, τοπικές αρχές κλπ.) και να πάρουν αποφάσεις σχετικά με τη χρήση αυτών των προϊόντων στην καθημερινή ζωή. Έτσι, οι φοιτητές θίγουν κοινωνικούς προβληματισμούς και διλήμματα αναφορικά με την αξιοποίηση έρευνας αιχμής στην καθημερινή ζωή, στοιχείο το οποίο απουσίαζε από το αρχικό τους υλικό.

Από τις τελικές συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν στους φοιτητές προέκυψαν οι προσωπικοί πόροι που βασίζονται οι εκπαιδευτικοί για να δομήσουν το τελικό τους διδακτικό υλικό. Ο προσωπικός πόρος στον οποίο βασίστηκαν κυρίως οι φοιτητές για να δομήσουν το διδακτικό τους υλικό σχετίζεται με τη γνώση τους για το επιστημονικό αντικείμενο των πολυμερών και φωτοκαταλυτικών υλικών, γνώσεις οι οποίες προέκυψαν είτε από την εξοικείωση των φοιτητών με το επιστημονικό περιεχόμενο κατά την δεύτερη φάση της έρευνας είτε από τη ξενάγησή τους στα εργαστήρια του ΙΤΕ. Παράλληλα, στη λήψη των αποφάσεων των φοιτητών επέδρασε σε σημαντικό βαθμό η προσωπική τους γνώση και άποψη για τις ιδέες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών τους. Οι πεποιθήσεις τους για τη διδασκαλία και τη μάθηση επέδρασαν σημαντικά στη διαμόρφωση διερευνητικών δραστηριοτήτων και υλικού που να εστιάζει στις κοινωνικοεπιστημονικές προεκτάσεις εφαρμογών της έρευνας αιχμής. Τέλος, μικρότερη επίδραση είχε η άποψη των φοιτητών για το σχολικό πλαίσιο δεδομένου ότι το υλικό τους δεν εφαρμόστηκε σε συνθήκες πραγματικής τάξης.

4. Συμπεράσματα

Με βάση τις τροποποιήσεις που πραγματοποίησαν οι φοιτητές στα διδακτικά τους σενάρια έπειτα από την ξενάγησή τους στο ΙΤΕ αναδεικνύεται ότι κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη διδακτικού υλικού για ένα αντικείμενο που βρίσκεται στην αιχμή της έρευνας οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν στοιχεία του περιεχομένου της επίσκεψης εμπλουτίζοντας το αρχικό τους υλικό με παραδείγματα εφαρμογών έρευνας αιχμής που υλοποιούνται στο ΙΤΕ. Φαίνεται επομένως ότι η επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο επηρέασε κυρίως τον προσωπικό πόρο των εκπαιδευτικών αναφορικά με την γνώση επιστημονικού περιεχομένου δεδομένου ότι το επιστημονικό περιεχόμενο αποτελεί και το επίκεντρο της ξενάγησης. Παρόλα αυτά όμως ο απλός εμπλουτισμός του υλικού των φοιτητών με παραδείγματα εφαρμογών του ΙΤΕ δεν δείχνει κάποια ουσιαστική εννοιολογική αλλαγή στις βασικές έννοιες που διαπραγματεύεται η ξενάγηση. Επομένως, αναδεικνύεται η ανάγκη διαμόρφωσης δομημένων εκπαιδευτικών προγραμμάτων που θα λαμβάνουν υπόψη τους αφενός τους στόχους του ερευνητικού κέντρου και αφετέρου τις ανάγκες των εκπαιδευτικών και των μαθητών τους, γεγονός που προτείνεται και από τη βιβλιογραφία (Laherto 2013).

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα υλοποιείται στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος IKYDA 2018-2020 (πρόγραμμα προώθησης ανταλλαγών και επιστημονικής συνεργασίας Ελλάδας-Γερμανίας υπό την αιγίδα του Ι.Κ.Υ. και της Γερμανικής Υπηρεσίας Ακαδημαϊκών Ανταλλαγών), με τίτλο «Γεφυρώνοντας το



χάσμα μεταξύ τυπικών και άτυπων περιβαλλόντων μάθησης», σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

5. Βιβλιογραφία

Μιχαηλίδη Α. (2018). Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών στην εφαρμογή ενοτήτων σύγχρονης επιστημονικής έρευνας με διαστάσεις Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας με την υποστήριξη μεντόρων – εκπαιδευτικών. Διδακτορική διατριβή, σελ. 50-63

Brown M. W. & Edelson D., (2003). Teaching as design: Can we better understand the ways in which teachers use materials so we can better design materials to support their changes in practice?, Evertson: Center for Learning Technologies in Urban Schools.

Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2010). Beginning elementary teachers' curriculum design and development of pedagogical design capacity for science teaching: A longitudinal study. In L. E. Kattington (Ed.), Handbook of curriculum development (pp. 209– 232). New York: Nova Science.

Fullan, M. (2007). The new meaning of educational change (4th ed.). New York, NY: Teachers College Press

Laherto, A. (2013). Informing the Development of Science Exhibitions Through Educational Research. International Journal of Science Education, Part B, 3(2), 121-143.

Schank, P., Wise, A., Stanford, T. & Rosenquist, A, (2009). Can High School Students Learn Nanoscience? An Evaluation of the Viability and Impact of the NanoSense Curriculum. Menlo Park, CA: SRI International



Διδακτική προσέγγιση εννοιών σχετικών με τον γεωλογικό χρόνο σε ένα πλαίσιο άτυπης εκπαίδευσης για μαθητές/τριες ΣΤ' Δημοτικού

Παναγιώτα Γούλα, Ιωάννης Σταράκης, Λία Γαλάνη

Π.Τ.Δ.Ε Ε.Κ.Π.Α.

Περίληψη

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας έρευνας αποτελεί η διαμόρφωση ενός προγράμματος άτυπης εκπαίδευσης με σκοπό την εξοικείωση μαθητών/τριών Δημοτικού με έννοιες των γεωεπιστημών, όπως ο γεωλογικός χρόνος, τα απολιθώματα και τα πετρώματα. Στην έρευνα συμμετείχαν 44 μαθητές/τριες ΣΤ' τάξης Δημοτικού τριών σχολείων της Αττικής. Για τον έλεγχο αποτελεσματικότητας του προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση με ερωτήσεις γνωστικού και ψυχοσυναισθηματικού χαρακτήρα. Από την εφαρμογή του προκύπτει ότι οι μαθητές/τριες μπορούν να αντιληφθούν τις προαναφερθείσες έννοιες, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις δυσκολεύονται να τοποθετήσουν γεγονότα της ιστορίας της Γης σε σχετική χρονική σειρά.

Λέξεις-κλειδιά: άτυπη εκπαίδευση, γεωλογικός χρόνος, πετρώματα, απολιθώματα, γραμμή γεωλογικού χρόνου.

Forming young researchers:

Exploring and understanding of geosciences at museums' laboratories as a form of informal education

Panagiota Goula, Ioannis Starakis, Lia Galani

Department of Primary Education of the University of Athens

Abstract: Subject of study of this research is the development of an informal education project with the purpose of the acquaintance of primary school pupils with the concepts of geosciences, such as geological time, fossils and rocks. The research was conducted on 44 pupils of the 6-grade of three primary schools of Attica. With the aim to evaluate this intervention questionnaires of cognitive and psycho-emotional content were developed before and after the intervention. The implementation of the project shows that students can perceive these concepts, while in some cases they face difficulties to find the relative place of events of the Earth's history.

Keywords: informal education, geological time, rocks, fossils, geological timeline.



1. Εισαγωγή

Ο γεωλογικός χρόνος αποτελεί βασική έννοια των γεωεπιστημών. Η κατανόηση του καθώς και των διαδικασιών δημιουργίας των φυσικών πόρων διευκολύνει την κατανόηση τόσο των διαθέσιμων φυσικών αποθεμάτων του πλανήτη όσο και του ρυθμού μεταβολής οργανικών υλών σε ορυκτά καύσιμα (Zen, 2001). Ως εκ τούτου, η χρονολόγηση της Γης και η ανάπτυξη της γεωχρονολογικής κλίμακας είναι θεμελιώδεις για την αντίληψη της προέλευσης της Γης και της εξέλιξης της ζωής (Johnson et al, 2014).

Ο Gould (1987) υποστήριξε ότι ο γεωλογικός χρόνος είναι δύσκολο να γίνει κατανοητός επειδή εδράζει έξω από την καθημερινή μας εμπειρία. Παράλληλα οι μαθητές/τριες καλούνται να αντιληφθούν διαδικασίες και γεγονότα, τα οποία συμβαίνουν σε πολλές τάξεις μεγέθους (Cheek, 2012). Σχετική έρευνα έδειξε ότι μαθητές 10-11 ετών μπορούν να τοποθετήσουν διάφορα γεγονότα της ιστορίας της Γης σε σωστή σειρά χωρίς όμως να κατανοούν τις απόλυτες χρονολογίες (Trend, 1998).

Όσον αφορά στην ηλικία της Γης, μαθητές 10-11 ετών φαίνεται να μην είναι εξοικειωμένοι με τους μεγάλους αριθμούς (Trend, 1998) και πιστεύουν ότι η Γη υπάρχει μόνο εδώ και κάποιους αιώνες ή χιλιετίες. Σε γενικές γραμμές, οι μαθητές θεωρούν ότι τα γεωγεγονότα διαιρούνται στα «υπερβολικά αρχαία» και στα «λιγότερο αρχαία», μία διπολικότητα η οποία εκφράζει πρώιμα στάδια κατανόησης του γεωλογικού χρόνου (Trend, 1998). Σε αντίστοιχη έρευνα μαθητές δημοτικού και γυμνασίου τοποθετούν τα γεωγεγονότα σε τρεις περιόδους: κοντά στον σχηματισμό της Γης, κοντά στο παρόν και μεταξύ αυτών (Karahana et al, 2012).

Από την άλλη μεριά ο Ault (1981, 1982) διαπίστωσε ότι παιδιά ηλικίας 5-11 ετών κατάφεραν σε ικανοποιητικό βαθμό να κατανοήσουν τον γεωλογικό χρόνο, ενώ σύμφωνα με τους James & Clark (2006) η χρήση καθημερινών υλικών σε πειραματικές τεχνικές μπορεί να βοηθήσει προς την κατεύθυνση αυτή.

Έρευνες στην Ελλάδα κατέδειξαν ότι τα σχετικά αναλυτικά προγράμματα δε στοχεύουν στην ανατροπή των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών (Συγγραφείς, Εργασία 1) ενώ στην τυπική ελληνική υποχρεωτική εκπαίδευση, σχετικές έννοιες των γεωεπιστημών παρουσιάζονται μόνο στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω καθώς και ότι η τυπική εκπαίδευση φαίνεται ανίσχυρη να μετασχηματίσει τη ραγδαία εξελισσόμενη γνώση σε σχολική (Χαλκιά, 2012), προκύπτει η ανάγκη διαμόρφωσης ενός εργαστηρίου άτυπης εκπαίδευσης για μαθητές/τριες Δημοτικού σχολείου.

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα διεξήχθη σε 3 Δημοτικά σχολεία της Αττικής και σε συνολικό δείγμα 44 μαθητών/τριών Στ' τάξης, που επιλέχθηκαν με τυχαία δειγματοληψία.

Αποτελεί μία προσπάθεια: α) να διαπιστωθεί αν και πώς η άτυπη εκπαίδευση μπορεί να προσφέρει αποτελεσματικά στη διερεύνηση και κατανόηση εννοιών σχετικών με τον γεωλογικό χρόνο, που δε συμπεριλαμβάνεται στη διδασκτέα ύλη αλλά είναι δομικές για την αντίληψη και ερμηνεία του φυσικού περιβάλλοντος, β) να δημιουργηθεί σχετικό πιλοταρισμένο εργαστηριακό υλικό.

Η παρέμβαση περιλάμβανε 8 δραστηριότητες που αφορούν στον γεωλογικό χρόνο, τα πετρώματα και τα απολιθώματα. Οι 3 πρώτες αφορούν στον γεωλογικό χρόνο και έχουν ως στόχους οι μαθητές/τριες να τοποθετήσουν διάφορα γεγονότα στη γραμμή του χρόνου με σωστή σειρά διαδοχής, να εμπλουτίσουν τη γραμμή αυτή με συμβάντα καθοριστικά για την εξέλιξη των ειδών και να ενσωματώσουν χαρακτηριστικά γεγονότα της ιστορίας της Γης σε διαφορετικές κλίμακες αποτύπωσης του χρόνου. Οι επόμενες 2 σχετίζονται με τις κατηγορίες πετρωμάτων και έχουν ως στόχους οι μαθητές/τριες να



εκφράσουν τις ιδέες τους για τα χαρακτηριστικά των πετρωμάτων, να προσομοιάσουν τις διαδικασίες δημιουργίας τους και να συσχετίσουν τις διαδικασίες αυτές με τον κύκλο των πετρωμάτων. Οι τελευταίες 3 αφορούν στην έννοια του απολίθωματος και έχουν ως στόχους οι μαθητές/τριες να αναγνωρίσουν ένα απολίθωμα, να προσομοιάσουν τόσο τη διαδικασία μετατροπής ενός οργανισμού σε απολίθωμα όσο και τη διαδικασία εκσκαφής του από ιζηματογενή πετρώματα και να φτιάξουν εκμαγεία απολίθωμάτων.

Για τη συλλογή δεδομένων διαμορφώθηκαν δύο τύποι ερωτηματολογίων. Το ένα περιλαμβάνει κλειστού τύπου ερωτήσεις και δόθηκε πριν και μετά το εργαστήριο (pretest-posttest). Οι ερωτήσεις του είναι 7 με εξ ολοκλήρου γνωστικό χαρακτήρα. Το άλλο ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ανοιχτού και κλειστού τύπου ερωτήσεις και δόθηκε μετά τη συμπλήρωση του posttest. Σε αυτό συμπεριλήφθηκαν 2 ερωτήσεις ψυχροσυναισθηματικού και 4 γνωστικού χαρακτήρα.

3. Αποτελέσματα

Οι μαθητές/τριες απάντησαν σε 7 ερωτήσεις πριν και μετά την παρέμβαση. Καταμετρήθηκαν οι σωστές απαντήσεις ανά μαθητή/τρια (σκορ/βαθμολογία) και έγινε σύγκριση προκειμένου να διαπιστωθεί εάν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο πλήθος τους.

Σχήμα 1: Βαθμολογίες pretest-posttest



Ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων στα pretest είναι 4,64 ενώ στα posttest 5,43. Με $df=43$ και $sig=0,034$ στον T-Test έλεγχο, προέκυψε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των σωστών απαντήσεων.



Σχήμα 2: Αποτελέσματα T-Test

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 SCORE_B	4,64	44	1,296	,195
SCORE_M	5,43	44	1,605	,242

Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 SCORE_B & SCORE_M	44	-.370	,013

Paired Samples Test									
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	
					Lower	Upper			
Pair 1	SCORE_B - SCORE_M	-.795	2,407	,363	-1,527	-.064	-2,192	43	,034

Μετά τα posttest οι μαθητές/τριες απάντησαν στο δεύτερο ερωτηματολόγιο, το οποίο περιλαμβάνει ερωτήσεις εφαρμογής της νέας γνώσης, όπως αναγνώριση του είδους πετρωμάτων από φωτογραφίες, αναγνώριση παλαιότερου και νεότερου οργανισμού με βάση αναπαριστώμενη σε σχέδιο στρωματογραφία κ.α.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, προκύπτει ότι στα ερωτηματολόγια οι μαθητές/τριες άφησαν περισσότερα αναπάντητα ερωτήματα σε σχέση με τα posttest. Επίσης, το ποσοστό των μαθητών/τριών που πέτυχε 6/7 ή 7/7 σωστές απαντήσεις στα posttest ήταν πολύ μεγαλύτερο (54,6%) σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό στα ερωτηματολόγια (22,8%). Παράλληλα, πρέπει να σημειωθεί ότι μερικοί μαθητές απάντησαν λανθασμένα σε ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, ενώ σε ερωτήσεις με σχετικό περιεχόμενο στο posttest είχαν απαντήσει σωστά. Πιο συγκεκριμένα, κάποιοι μαθητές/τριες ενώ έχουν αντιληφθεί ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας ποια πετρώματα ονομάζονται ιζηματογενή και ποια μεταμορφωμένα, δυσκολεύονται να εφαρμόσουν αυτή τη γνώση, προκειμένου να αναγνωρίσουν από φωτογραφίες σε ποιο είδος ανήκουν πραγματικά πετρώματα. Επιπλέον, φαίνεται ότι δυσκολεύονται να βρουν τη σχετική ηλικία απολιθωμάτων αν και αντιλαμβάνονται την έννοια του απολιθώματος.

4. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι μαθητές/τριες του δείγματος φαίνεται να αντιλαμβάνονται ότι η ηλικία της Γης είναι 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με πορίσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας σύμφωνα με τα οποία οι μαθητές/τριες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη σύλληψη μεγάλων αριθμών και στη διάκριση των τάξεων (Trend, 1998). Επίσης, διαπιστώνεται ότι μπορούν να αντιληφθούν ότι το ανθρώπινο γένος εμφανίστηκε στη Γη δισεκατομμύρια χρόνια μετά τον σχηματισμό της Γης. Σε αντίθεση με τα πορίσματα της βιβλιογραφίας στα οποία καταγράφεται ότι οι δεινόσαυροι και οι άνθρωποι συνυπήρξαν (Libarkin et al, 2007), οι μαθητές/τριες στην έρευνα φάνηκε να αντιλαμβάνονται ότι ο άνθρωπος γνωρίζει για την ύπαρξη των δεινόσαυρων στη Γη, επειδή βρήκε τα απομεινάρια τους. Επιπλέον, προκύπτει ότι οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται να τοποθετήσουν γεγονότα της ιστορίας της Γης στη γραμμή του χρόνου. Διαπιστώνεται ακόμα ότι οι μαθητές/τριες είναι σε θέση όχι μόνο να περιγράψουν τον τρόπο σχηματισμού των πυριγενών πετρωμάτων, αλλά και να αναγνωρίσουν ένα πυριγενές πέτρωμα με βάση τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του γνωρίσματα. Παράλληλα, δείχνουν να αντιλαμβάνονται ότι το απολιθωμά ήταν κάποτε ένας οργανισμός, ο οποίος μετά από πολλά χρόνια έχει



γίνει λίθος και ανευρίσκεται σε ιζηματογενή πετρώματα. Ωστόσο, δυσκολεύονται να βρουν τη σχετική τους ηλικία.

Λαμβάνοντας υπόψιν τους περιορισμούς της έρευνας (μικρό δείγμα μαθητών, χαμηλός χρηματικός προϋπολογισμός διαμόρφωσης εργαστηρίου και εφαρμογή προγράμματος άτυπης εκπαίδευσης σε σχολική τάξη), συνοψίζουμε ότι είναι δυνατή η ενσωμάτωση, σε ένα πρόγραμμα άτυπης εκπαίδευσης, δραστηριοτήτων οι οποίες εξοικειώνουν μαθητές/τριες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με έννοιες των γεωεπιστημών.

4. Βιβλιογραφία

Χαλκιά, Κ. (2012). Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.

Ault Jr, C. R. (1982). Time in geological explanations as perceived by elementary-school students. *Journal of Geological Education*, 30, 304-309.

Cheek, K. A. (2012). Students' understanding of large numbers as a key factor in their understanding of geologic time. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-23.

Dodick, J., & Orion, N. (2003). Measuring student understanding of geological time, *Science education*, 87, 708-731.

Gould, S. J. (1987). *Time's arrow, time's cycle: Myth and metaphor in the discovery of geological time*. Harvard University Press, USA.

James, P., & Clark, I. (2006). Overcoming geological misconceptions. *Planet*, 17, 10-13.

Johnson, C. C., Middendorf, J., Rehrey, G., Dalkilic, M. M., & Cassidy, K. (2014). Geological Time, Biological Events and the Learning Transfer Problem. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 14, 115-129.

Karahan, E., Nam, Y., Roehrig, G., & Moore, T. (2012). Native American Students' Understandings of Geologic Time Scale: 4-8th Grade Students' Understandings of Earth's Geologic History. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3159-3163.

Trend, R. (1998). An investigation into understanding of geological time among 10-and 11-year-old children. *International Journal of Science Education*, 20, 973-988.

Zen, E. A. (2001). What is deep time and why should anyone care?. *Journal of Geoscience Education*, 49, 5-9.



Μελέτη των πρακτικών και των αντιλήψεων εν-ενεργεία εκπαιδευτικών μέσα από τον σχεδιασμό και την πραγματοποίηση μιας εκπαιδευτικής επίσκεψης σε ένα εργαστήριο διδακτικής φυσικών επιστημών

Γεωργία Ηλιάκη, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των αντιλήψεων και των πρακτικών εν-ενεργεία εκπαιδευτικών, καθώς σχεδιάζουν και πραγματοποιούν μια εκπαιδευτική επίσκεψη με την τάξη τους σε ένα πανεπιστημιακό εργαστήριο διδακτικής φυσικών επιστημών. Το δείγμα αποτέλεσαν εννέα εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι επισκέφθηκαν με τους μαθητές τους το εργαστήριο διδακτικής φυσικών επιστημών του Πανεπιστημίου Κρήτης. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την ανάγκη για εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας εκπαιδευτικής επίσκεψης με σκοπό την πλήρη αξιοποίηση των μαθησιακών οφελών που μπορεί να προσφέρει αυτή.

Λέξεις-κλειδιά: εκπαιδευτική επίσκεψη, εργαστήριο διδακτικής φυσικών επιστημών, εν-ενεργεία εκπαιδευτικοί, αντιλήψεις, πρακτικές

Study of practices and perceptions of in-service teachers through the process of designing and implementing an educational field trip in a science education laboratory

Georgia Iliaki, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

The purpose of this study is to explore the attitudes and perceptions of in-service teachers as they go through the process of designing and implementing an educational field trip with their class in a science education laboratory. The sample was nine in-service primary teachers, who visited the Science teaching laboratory with their students. The results highlight the need for teacher education in through the process of designing and implementing an educational visit in order to make full use of the learning outcomes of such a visit.

Keywords: field trip, science teaching Lab, in service teachers, attitudes, practices



1.Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια—υπάρχει ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη μάθηση των φυσικών επιστημών στους χώρους μη τυπικής μάθησης. Έρευνες αναφορικά με εκπαιδευτικές επισκέψεις σχολείων σε τέτοιους χώρους δείχνουν ότι τα γνωστικά οφέλη είτε δεν κατακτούνται από τους μαθητές ή είναι περιορισμένα (Bamberger & Tal, 2008 Lin & Schunn 2016; Anraamidou,2015). Αντίστοιχα τα συναισθηματικά οφέλη επικεντρώνονται στις θετικές στάσεις των μαθητών για τις επιστήμες και στην καλλιέργεια κινήτρων για ενασχόληση με αυτές. Όλα τα παραπάνω οφέλη καθορίζονται από ένα πλήθος παραγόντων όπως η δομή και το πρόγραμμα της επίσκεψης, η προετοιμασία των μαθητών, δραστηριότητες που γίνονται μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης καθώς και η ατζέντα των εκπαιδευτικών για την επίσκεψη (DeWitt & Storksdiack 2008; Lin & Schunn 2016). Ο εκπαιδευτικός και ο ίδιος ο χώρος της επίσκεψης αποτελούν κυρίαρχους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της επίσκεψης. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού κι ο ρόλος του χώρου επίσκεψης είναι εξίσου σημαντικός. Ο εκπαιδευτικός ωστόσο διαμεσολαβεί ανάμεσα στο πλαίσιο του σχολείου και του χώρου μη τυπικής μάθησης. Διαμεσολαβεί ανάμεσα στις εμπειρίες που λαμβάνουν χώρα στο χώρο επίσκεψης, σε αυτές που έχουν οι μαθητές από το σχολείο και στη προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών (Anderson et al. 2006; Anderson et al. 2003 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού περιλαμβάνει: α) την εξοικείωση των μαθητών με τον χώρο επίσκεψης, β) τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων πριν και μετά την επίσκεψη, οι οποίες θα βρίσκονται σε συμφωνία με το αναλυτικό πρόγραμμα (DeWitt & Storksdiack 2008) (DeWitt & Storksdiack 2008). Ωστόσο, πολλές φορές οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν συνειδητοποιήσει το ρόλο τους ή αδυνατούν να τον υλοποιήσουν κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας επίσκεψης (Anderson et al. 2006; Griffin 2004). Πιο συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί επικεντρώνονται στα γραφειοκρατικά θέματα της επίσκεψης και στην διαχείριση της τάξης, δεν είναι σωστά ενημερωμένοι για το πρόγραμμα της επίσκεψης, ο ρόλος τους κατά την επίσκεψη είναι παθητικός, οι στόχοι που θέτουν για την επίσκεψη μπορεί να μην είναι ξεκάθαροι, ενώ η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών δεν προετοιμάζεται κατάλληλα και δεν κάνει αρκετές δραστηριότητες πριν και μετά την επίσκεψη. Σημαντικό επίσης είναι ότι η επίσκεψη αντιμετωπίζεται ως μια δραστηριότητα αποκομμένη από το σχολείο και το αναλυτικό πρόγραμμα (Griffin 2004). γίνεται φανερό ότι ο εκπαιδευτικός κατέχει καταλυτικό ρόλο για την επιτυχία μιας επίσκεψης. Για αυτό το λόγο μεγάλο μέρος των επιστημονικών ερευνών έχει επικεντρωθεί στις αντιλήψεις και τις πρακτικές των εκπαιδευτικών όταν πραγματοποιούν εκπαιδευτικές επισκέψεις σε χώρους μη τυπικής μάθησης. Σύμφωνα με την Anraamidou (2015) ο ρόλος των χώρων μη τυπική μάθησης και των προσεγγίσεων τους είναι πολύ σημαντικός στην προετοιμασία των εκπαιδευτικών και πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω με τρόπους που θα επιφέρουν αποτελεσματική μεταρρύθμιση και ριζικές αλλαγές στην προετοιμασία των εκπαιδευτικών. Τονίζεται λοιπόν η ανάγκη να μελετηθεί ο τρόπος που οι χώροι μη τυπικής μάθησης μπορούν να αξιοποιηθούν για την προετοιμασία των εκπαιδευτικών.

Με βάση λοιπόν όλα τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα επικεντρώνει σε εκπαιδευτικούς που πραγματοποίησαν εκπαιδευτικές επισκέψεις με τις τάξεις τους σε ένα πανεπιστημιακό εργαστήριο διδακτικής των φυσικών επιστημών. Η έρευνα αυτή σκοπεύει να διερευνήσει τις πρακτικές και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με μια επίσκεψη με την τάξη τους στο χώρο αυτό. Πιο συγκεκριμένα τα ερωτήματα που στοχεύει να απαντήσει είναι τα παρακάτω:

- Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τον τρόπο που σχεδιάζεται και υλοποιείται μια εκπαιδευτική επίσκεψη με την τάξη τους σε ένα εργαστήριο διδακτικής των φυσικών επιστημών;
- Ποιες είναι οι πρακτικές των εκπαιδευτικών πριν, κατά και μετά την επίσκεψη;



2.Μεθοδολογία

Υλοποίηση της έρευνας

Η παρούσα έρευνα αφορά εκπαιδευτικές επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν σε ένα πανεπιστημιακό εργαστήριο διδακτικής των φυσικών επιστημών. Κατά τις εκπαιδευτικές επισκέψεις στο εργαστήριο οι μαθητές εκτέλεσαν πειράματα που είχαν σχεδιαστεί από φοιτητές και είναι προσαρμοσμένα στις ανάγκες των μαθητών του δημοτικού. Εννέα εν-ενεργεία εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης επισκέφτηκαν με τις τάξεις το εργαστήριο. Η έρευνα αυτή διήρκησε συνολικά 7 μήνες και διαρθρώθηκε σε 5 φάσεις.

ΦΑΣΗ 1: Πρόκειται για μια προκαταρκτική συνάντηση όλων των εκπαιδευτικών με σκοπό την ενημέρωση τους σχετικά με την έρευνα.

ΦΑΣΗ 2: Οι εκπαιδευτικοί επισκέφθηκαν το εργαστήριο, όπου ενημερώθηκαν για τους στόχους του εργαστηρίου, τον εξοπλισμό του και τα πειράματα τα οποία ήταν χωρισμένα σε ενότητες: μηχανική, μηχανική ρευστών, θερμοδυναμική, ήχος-κύματα, χημεία, ηλεκτρομαγνητισμός. Έπειτα, χωρίστηκαν σε δυάδες και εκτέλεσαν ενδεικτικά πειράματα. Ταυτόχρονα, ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να προετοιμάσουν τους μαθητές τους για την επίσκεψη που θα σχεδίαζαν και τους δόθηκε μια λίστα με τα διαθέσιμα πειράματα του εργαστηρίου.

ΦΑΣΗ 3: Στη τρίτη φάση, οι εκπαιδευτικοί διαμόρφωσαν το περιεχόμενο της επίσκεψης επιλέγοντας οι ίδιοι τα πειράματα που εκτελέστηκαν κατά την επίσκεψη και προετοίμασαν τους μαθητές τους.

ΦΑΣΗ 4: Οι μαθητές επισκέφθηκαν το εργαστήριο και χωρισμένοι σε ομάδες εκτέλεσαν ανά ενότητα τα πειράματα που έχει επιλέξει ο εκπαιδευτικός της τάξης για αυτούς.

ΦΑΣΗ 5: Οι εκπαιδευτικοί πραγματοποίησαν δραστηριότητες στο σχολείο μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης.

Μέσα Συλλογής δεδομένων

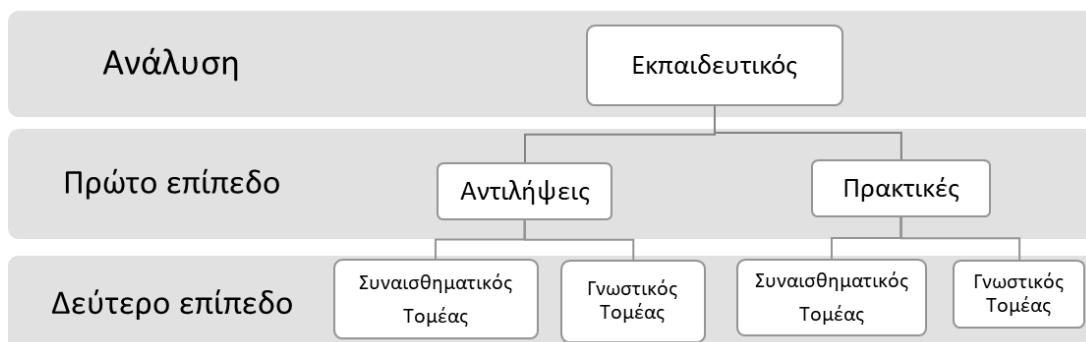
Τα μέσα συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: Α) Ένα αρχικό ερωτηματολόγιο, για τη μελέτη αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με μια εκπαιδευτική επίσκεψη. Β) Δύο ημιδομημένες συνεντεύξεις. Μια πριν και μια μετά την επίσκεψη. Στην συνέντευξη πριν την επίσκεψη οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν τα κίνητρά τους για την επίσκεψη, το σκοπό της επίσκεψης, τα κριτήρια που έθεσαν κατά την επιλογή των πειραμάτων, αλλά και την προετοιμασία που είχαν σκοπό να κάνουν να κάνουν με τους μαθητές τους. Στη συνέντευξη μετά την επίσκεψη γίνεται μια καταγραφή των απόψεών τους για τα αποτελέσματα της επίσκεψης και τις πρακτικές που ακολούθησαν μετά την επίσκεψη. Γ) Μια κλειδα παρατήρησης, για τη καταγραφή των πρακτικών των εκπαιδευτικών κατά την διάρκεια της επίσκεψης.

Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης. Από την απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων πριν και μετά την επίσκεψη, καθώς και από την κλειδα παρατήρησης, καταγράφηκαν σε ένα πρώτο επίπεδο οι πρακτικές και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών. Σε ένα δεύτερο επίπεδο οι αντιλήψεις και πρακτικές των εκπαιδευτικών κατηγοριοποιήθηκαν ως προς το αν αναφέρονται στο γνωστικό ή συναισθηματικό τομέα, με σκοπό τη δημιουργία προφίλ εκπαιδευτικών που χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες αντιλήψεις και πρακτικές ως προς τις επισκέψεις σε χώρους μη τυπικής μάθησης. (Σχήμα 1.)



Σχήμα 1. Σύνδεση πρακτικών και αντιλήψεων εκπαιδευτικών με το συναισθηματικό και γνωστικό τομέα



3. Αποτελέσματα

Παρατηρώντας τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την αναγκαιότητα της προετοιμασίας των μαθητών πριν την επίσκεψη (Πίνακας 1) γίνεται φανερό ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η προετοιμασία πριν την επίσκεψη θα πρέπει να επικεντρώνονται κυρίως στην ενημέρωση των μαθητών για το χώρο επίσκεψης. Οι εκπαιδευτικοί εστιάζουν στον χώρο του εργαστηρίου και παραμελούν τη διασύνδεση του πλαισίου του σχολείου με το πλαίσιο του εργαστηρίου. Τα δύο αυτά πλαίσια αντιμετωπίζονται ως απομονωμένα και δεν γεφυρώνονται. Επίσης υπάρχουν εκπαιδευτικοί που δεν θεωρούν την προετοιμασία αναγκαία, διότι πιστεύουν ότι οι μαθητές τους είναι ικανοί από μόνοι τους να προσαρμοστούν αυτόματα στο περιεχόμενο της επίσκεψης.

Πίνακας 1. Αντιλήψεις για την προετοιμασία πριν την επίσκεψη

Κατηγορίες	Καμία προετοιμασία	Διαχείριση	Σύνδεση με Αναλυτικό Πρόγραμμα	Χώρος επίσκεψης
N=	2	2	2	4

Αναφορικά με την προετοιμασία που έκαναν οι εκπαιδευτικοί πριν την επίσκεψη (Πίνακας 2) φαίνεται ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ταυτίζονται με τις πρακτικές τους. Οι εκπαιδευτικοί εστίασαν στην ενημέρωση για τον εξοπλισμό και τα πειράματα του εργαστηρίου. Επίσης υπήρχαν εκπαιδευτικοί που εστίασαν στις ανάγκες των μαθητών τους και επέλεξαν τα πειράματα της επίσκεψης μαζί με αυτούς, ωστόσο αυτοί οι εκπαιδευτικοί αποτελούσαν τη μειοψηφία.

Πίνακας 2. Πρακτικές εκπαιδευτικών για προετοιμασία μαθητών

Κατηγορίες	Περιγραφή εργαστηρίου - δραστηριοτήτων	Διερεύνηση αναγκών μαθητών	Διαχείριση συμπεριφοράς
N=	6	3	3



Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν τον ρόλο τους κατά την επίσκεψη δευτερεύοντα. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3 επικεντρώνονται σε θέματα διαχείρισης της συμπεριφοράς, ενώ θεωρούν ότι πρέπει να βοηθάνε το προσωπικό του χώρου και να έχουν ελάχιστη εμπλοκή ώστε να μην επεμβαίνουν στο έργο του. Γενικότερα θεωρούν ότι το προσωπικό του χώρου είναι το πλέον αρμόδιο για τη εκτέλεση των δραστηριοτήτων και η εμπλοκή τους είναι περιορισμένη.

Πίνακας 3. Αντιλήψεις για το ρόλο του εκπαιδευτικού κατά την επίσκεψη

Κατηγορίες	Διαχείριση συμπεριφορών	Υποστήριξη μαθητών	Βοηθός του προσωπικού	Προσαρμοστικός
N=	5	2	3	2

Οι παραπάνω αντιλήψεις αντανακλώνται στις πρακτικές των εκπαιδευτικών που καταγράφηκαν κατά την επίσκεψη (Πίνακας 4). Οι πρακτικές αυτές δείχνουν τη τάση των εκπαιδευτικών να μην εμπλέκονται έντονα στη διαδικασία της επίσκεψης, με το προσωπικό του εργαστηρίου να έχει τον πρωταρχικό ρόλο στην καθοδήγηση και υλοποίηση της επίσκεψης. Οι εκπαιδευτικοί υιοθετούν έναν περισσότερο παθητικό ρόλο.

Πίνακας 4. Ποσοστό χρόνου που αφιερώθηκε σε κάθε πρακτική των εκπαιδευτικών κατά την επίσκεψη

Ενέργειες	Διδασκαλία	Αλληλεπίδραση	Παρατήρηση-Ακρόαση	Διαχείριση	Εκτός έργου
Χρόνος	1%	11%	31%	21%	35%

Στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης εμβαθύνουμε περισσότερο στις αντιλήψεις και τις πρακτικές των εκπαιδευτικών κατατάσσοντας τους εκπαιδευτικούς σε δύο διαφορετικά προφίλ, το συναισθηματικό και το γνωστικό. Τα βασικότερα στοιχεία από τα δύο προφίλ των εκπαιδευτικών συνοψίζονται στον Πίνακα 5.

Μέσα από αυτή τη κατάταξη παρατηρήσαμε ότι οι εκπαιδευτικοί ακολουθούν τα χαρακτηριστικά του προφίλ τους μέχρι και την εκτέλεση της επίσκεψης. Οι εκπαιδευτικοί δηλαδή που επικεντρώνονται στον γνωστικό τομέα, θέτουν γνωστικούς στόχους, κάνουν δραστηριότητες προετοιμασίας σχετικές με τις έννοιες που θα διαπραγματευτούν οι μαθητές, ενώ επιλέγουν πειράματα κυρίως με γνωστικά κριτήρια. Αντίστοιχα συμβαίνει και με τους εκπαιδευτικούς που είναι επικεντρωμένοι στο συναισθηματικό τομέα. Οι εκπαιδευτικοί ακολουθούσαν σε μεγάλο βαθμό τα χαρακτηριστικά του προφίλ τους και κατά την αξιολόγηση της επίσκεψης, με αυτούς που έχουν ενταχθεί στον γνωστικό τομέα να δίνουν έμφαση στον ενθουσιασμό των μαθητών τους και αυτούς που έχουν ενταχθεί στον γνωστικό τομέα να εστιάζουν στις γνώσεις και τις δεξιότητες που κατακτήθηκαν.



Πίνακας 5. Προφίλ εκπαιδευτικών

	Προφίλ 1: ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΟ	Προφίλ 2: ΓΝΩΣΤΙΚΟ
Σκοπός επίσκεψης	Εργαστηριακή εμπειρία και καλλιέργεια θετικών στάσεων για τις φυσικές επιστήμες.	Απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων.
Αναγκαιότητα προετοιμασίας	Προετοιμασία για διαδικαστικά θέματα.	Εξοικείωση με τον χώρο και τα υλικά του εργαστηρίου, Εξοικείωση με έννοιες του Α.Π.
Προετοιμασία	Καλλιέργεια ενθουσιασμού και ενδιαφέροντος	Εξοικείωση με τον χώρο και τα υλικά του εργαστηρίου, Εξοικείωση με έννοιες του Α.Π.
Κριτήρια επιλογής πειραμάτων	Καλλιέργεια θετικών στάσεων για τις Φ.Ε., ενασχόληση με τις Φ.Ε	Σύνδεση με Α.Π.
Αντιλήψεις για το ρόλο τους κατά την επίσκεψη	Διαχείριση συμπεριφορών	Διαχείριση συμπεριφορών, Βοηθός του προσωπικού, Προσαρμοστικός
Δραστηριότητες κατά την επίσκεψη	Εκτός έργου, παρατήρηση της διαδικασίας	Παρατήρηση της διαδικασίας, διαχείριση συμπεριφορών
Δραστηριότητες πριν την επίσκεψη	Πρόκληση ενθουσιασμού και κινήτρων για την επίσκεψη	Εστίαση σε έννοιες των Φ.Ε., προετοιμασία για την ανάγνωση και επεξεργασία δεδομένων από τα εργαλεία του εργαστηρίου.
Αξιολόγηση επίσκεψης από εκπαιδευτικούς	Ενθουσιασμός μαθητών, στάσεις μαθητών για τις Φ.Ε., συμμετοχή κατά την επίσκεψη	Γνώσεις και δεξιότητες που κατακτήθηκαν, ενθουσιασμός μαθητών
Δραστηριότητες μετά την επίσκεψη	Γραπτές ή προφορικές δραστηριότητες ανασκόπησης της επίσκεψης	Γραπτές ή προφορικές δραστηριότητες ανασκόπησης της επίσκεψης
Τρόποι σύνδεσης με το Α.Π.	Ευκαιριακές διασυνδέσεις	Εισαγωγή ή επισκόπηση εννοιών από Α.Π.

Οι εκπαιδευτικοί απέκλιναν από τα χαρακτηριστικά του προφίλ τους στις δραστηριότητες κατά την επίσκεψη και στις δραστηριότητες μετά την επίσκεψη. Πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της επίσκεψης όλοι εκπαιδευτικοί ανεξαρτήτου προφίλ επικεντρώθηκαν σε δραστηριότητες που περιόριζαν την εμπλοκή τους στη διαδικασία. Επίσης μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης όλοι οι εκπαιδευτικοί περιορίστηκαν σε γραπτές ή προφορικές δραστηριότητες ανασκόπησης.



4. Συμπεράσματα

Μέσα από την μελέτη των αντιλήψεων και των πρακτικών των εκπαιδευτικών βλέπουμε ότι οι εκπαιδευτικοί δεν προετοιμάζουν κατάλληλα τους μαθητές ακόμη και μετά από παρότρυνση. Αναφορικά με την προετοιμασία, αυτή ήταν πολύ μικρή και δεν ήταν στοχευμένη ώστε οι εκπαιδευτικοί να μπορούν να επιτύχουν τους αρχικούς τους στόχους. Το ίδιο συμβαίνει και με τις αντιλήψεις που έχουν για τον ρόλο τους ο οποίος είναι ιδιαίτερα παθητικός (Faria & Chagas, 2013). Σύμφωνα με τους DeWitt και Storksdiack (2008) οι εκπαιδευτικοί καλούνται να προετοιμάσουν τους μαθητές τους κατάλληλα πριν την επίσκεψη. Ταυτόχρονα ο Anderson και οι συνεργάτες του (Anderson et al. 2003) εξέφρασαν ότι ο ρόλος των εκπαιδευτικών πρέπει να είναι ενεργός καθόλη τη διάρκεια της επίσκεψης ώστε να βοηθήσουν στην οικοδόμηση της νέας γνώσης και να επιτευχθούν τα μέγιστα μαθησιακά οφέλη που μπορεί να προσφέρει η επίσκεψη. Σύμφωνα όμως με τα αποτελέσματα της έρευνας μας βλέπουμε ότι οι εκπαιδευτικοί κατά την επίσκεψη υιοθέτησαν έναν παθητικό ρόλο. Παρατηρείται λοιπόν ότι οι αντιλήψεις και οι πρακτικές των εκπαιδευτικών απέχουν αρκετά από αυτές που προτείνονται από τη διεθνή έρευνα ώστε οι εκπαιδευτικοί να μπορέσουν να υλοποιήσουν με επιτυχία τον διαμεσολαβητικό τους ρόλο και σε συνεργασία με το χώρο επίσκεψης να εντάξουν ομαλά την επίσκεψη στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Μέσα από την δημιουργία των προφίλ των εκπαιδευτικών φάνηκε ότι οι εκπαιδευτικοί έμειναν εστιασμένοι στα χαρακτηριστικά του προφίλ τους κατά την προετοιμασία της επίσκεψης, ενώ διαφοροποιούνταν ιδιαίτερα μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης. Τα αποτελέσματα αυτά διαφέρουν από τα αποτελέσματα της έρευνας της Καρνεζου και των συνεργατών της (Καρνεζου et. al., 2013), σύμφωνα με την οποία οι εκπαιδευτικοί που εντάχθηκαν σε γνωστικό ή συναισθηματικό τομέα παρέμειναν σε αυτόν αναφορικά χωρίς να αποκλίνουν μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης.

Όλα τα παραπάνω αναδεικνύουν την ανάγκη ουσιαστικής επικοινωνίας μεταξύ του χώρου επίσκεψης και των εκπαιδευτικών ώστε να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα στο πλαίσιο του σχολείου και του χώρου επίσκεψης (DeWitt και Osborne, 2007, Kisiel 2005) καθώς και εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών προκειμένου να γνωρίσουν οι ίδιοι τη σημασία του ρόλου τους και τις πρακτικές που καλούνται να εφαρμόσουν κατά την επίσκεψη.

5. Βιβλιογραφία

- Anderson, D., & Zhang, A. (2003). Teacher perceptions of field trip planning and implementation. *Visitor Studies Today*, 6(3), 6-11.
- Anderson, D., Kisiel, J., & Storksdiack, M. (2006). Understanding teachers' perspectives on field trips: Discovering common ground in three countries. *Curator: The Museum Journal*, 49, 365–386.
- Avraamidou, L. (2015). Reconceptualizing elementary teacher preparation: A case for informal science education. *International Journal of Science Education*, 37(1), 108-135.
- Bamberger, Y., & Tal, T. (2008). Multiple outcomes of class visits to natural history museums: The students' view. *Journal of Science Education and Technology*, 17(3), 274-284.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International journal of science education*, 29(6), 685-710
- DeWitt, J., & Storksdiack, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.



Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of science education and technology*, 16(2), 171-190.

Faria, C., & Chagas, I. (2013). Investigating school-guided visits to an aquarium: What roles for science teachers?. *International Journal of Science Education, Part B*, 3(2), 159-174

Griffin, J. (2004). Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science education*, 88(S1).

Karnezou, M., Avgitidou, S., & Kariotoglou, P. (2013). Links Between Teachers' Beliefs and Their Practices in a Science and Technology Museum Visit. *International Journal of Science Education, Part B*, 3(3), 246-266.

Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, 89(6), 936–955.

Kisiel, J. F. (2014). Clarifying the complexities of school–museum interactions: Perspectives from two communities. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 342-367.

Lin, P. Y., & Schunn, C. D. (2016). The dimensions and impact of informal science learning experiences on middle schoolers' attitudes and abilities in science. *International Journal of Science Education*, 38(17), 2551-2572.



Εναλλακτικές ιδέες σε έννοιες των Φυσικών Επιστημών από παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα την Ατμοσφαιρική ρύπανση

Δήμητρα Καζαντζίδου, Κωνσταντίνος Κώτσης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα την Ατμοσφαιρική Ρύπανση ως προς την ακρίβεια του περιεχομένου τους στις Φυσικές Επιστήμες. Με την Ποιοτική Ανάλυση περιεχομένου εντοπίζονται και καταγράφονται στο κείμενο των βιβλίων τα λάθη και οι ανακρίβειες στις Φυσικές Επιστήμες. Οι μη σωστές αναπαραστάσεις των φυσικών εννοιών παρουσιάζονται σε σύστημα κατηγοριών και συνδέονται με τις πιθανές εναλλακτικές ιδέες που μπορεί να δημιουργήσουν στα παιδιά. Από την ανάλυση και συζήτηση των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται τα κοινά χαρακτηριστικά των λαθών και ανακρίβειών καθώς και τρόποι χρήσης αυτών των βιβλίων στην εκπαίδευση.

Λέξεις-κλειδιά: εναλλακτικές ιδέες, ατμοσφαιρική ρύπανση, μυθοπλασία, παιδική λογοτεχνία, ανάλυση περιεχομένου

Alternative ideas about science concepts in fiction books for children on air pollution

Dimitra Kazantzidou, Konstantinos Kotsis

Department of Primary Education, University of Ioannina

Abstract

This study examines the scientific accuracy of science concepts and phenomena in the text of children's fiction books on air pollution. The texts were processed via qualitative content analysis method in order to record the errors and inaccuracies in science. The misrepresentations were organized in categories and related to examples of the potential children's alternative ideas. The results and the conclusions provide the educators with the common characteristics of the recorded inaccuracies about science concepts and phenomena together with recommendations on how to use these books in education.

Keywords: alternative ideas, air pollution, fiction, children's literature, content analysis



1. Εισαγωγή

Η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα, με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.) να αναφέρει πως το 91% του παγκόσμιου πληθυσμού εισπνέει τοξικό αέρα στις περιοχές διαβίωσης του (WHO 2019). Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζεται η παρουσία ενός ή περισσότερων χημικών (ρύπων) στην ατμόσφαιρα σε ποσότητα και διάρκεια που υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα υπήρχαν. Η συγκέντρωση αυτών των χημικών είναι επιβλαβής για τον άνθρωπο, τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς, τα μνημεία πολιτισμού και γενικότερα τα υλικά (Miller 1999).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση και τα αυξημένα περιβαλλοντικά ζητήματα κέντρισαν το ενδιαφέρον πολλών συγγραφέων. Έτσι, στην Ελλάδα, από τη μεταπολίτευση και μετά, έκαναν την εμφάνισή τους στο χώρο της παιδικής λογοτεχνίας πολυάριθμα αφηγήματα με οικολογικό περιεχόμενο (Καρακίτσιος 2005). Τα παιδικά περιβαλλοντικά κείμενα μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά να γίνουν υπεύθυνοι, αειφόροι πολίτες του μέλλοντος (Massey & Bradford 2011), καθώς τα εμπνέουν για κοινωνική αλλαγή, περιβαλλοντική προστασία και εξερεύνηση θεμάτων σχετικά με την επιστήμη εισάγοντάς τα έτσι στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και στην οικολογία (Hug 2010). Πολλοί εκπαιδευτικοί πλέον χρησιμοποιούν την παιδική λογοτεχνία για να εισάγουν περιβαλλοντικές έννοιες και να βοηθήσουν τους μαθητές να εξετάσουν τον φυσικό κόσμο γύρω τους (Sackes et al. 2009).

Η χρήση της παιδικής λογοτεχνίας στην διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, ωστόσο, αμφισβητείται λόγω των πιθανών εναλλακτικών ιδεών που μπορεί να οικοδομήσουν τα παιδιά στη φυσική ως αποτέλεσμα είτε των ανακριβειών που περιέχουν (Mayer 1995) είτε του ξεπερασμένου περιεχομένου τους (Sanera & Shaw 1996). Η έρευνα της Mayer (1995) και της Rice (2002) αποτελούν τις πρώτες εμπειρικές μελέτες που εξέτασαν το αντίκτυπο που μπορεί να έχουν στα παιδιά τα βιβλία παιδικής λογοτεχνίας με μη ακριβές ή παραπλανητικό περιεχόμενο ως προς τις Φυσικές Επιστήμες. Τα αποτελέσματα και των δύο ερευνών έδειξαν ότι τα παιδιά έμαθαν νέα στοιχεία για τις φάλαινες αλλά ταυτόχρονα οικοδόμησαν και μερικές εναλλακτικές ιδέες.

Παιδικά βιβλία με περιβαλλοντικά θέματα μπορούν και αυτά να περιέχουν ανακρίβειες και λάθη, καθώς, για λόγους διασκέδασης και αναγνωσιμότητας, παραβλέπουν το θέμα της ακρίβειας του περιεχομένου τους (Meyer 2002). Για παράδειγμα, ο ανθρωπομορφισμός στα ζώα μπορεί να δημιουργήσει εναλλακτικές ιδέες για τις σχέσεις του ανθρώπου με το περιβάλλον (Hug 2010), ενώ άλλες μελέτες ισχυρίζονται ότι οι ανακρίβειες μπορούν να επηρεάσουν τις αντιλήψεις των παιδιών για την βιοποικιλότητα (Ford 2006, Hug 2010). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην ηλικία κάτω των 8 ετών, όταν τα παιδιά δυσκολεύονται να διαχωρίσουν την μυθοπλασία από την πραγματικότητα, ή την ακριβή από την ανακριβή πληροφορία (Rice 2002, Wells & Zece 2007). Οι δάσκαλοι, γενικότερα, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να βρουν κατάλληλη παιδική λογοτεχνία και πολλές φορές επιλέγουν βιβλία που προωθούν εναλλακτικές ιδέες (Hug 2010). Για αυτό το λόγο, πολλοί ερευνητές εφιστούν την προσοχή στην ακρίβεια του περιεχομένου των βιβλίων. Το περιεχόμενο δηλαδή να είναι πραγματολογικά σωστό και να μην περιέχει λάθη που μπορεί να οδηγήσουν στη δημιουργία εναλλακτικών ιδεών (Atkinson et al. 2009, Pringle & Lamme 2005).

Από την βιβλιογραφική επισκόπηση εντοπίστηκαν μελέτες που εξέτασαν το περιεχόμενο βιβλίων περιβαλλοντικής λογοτεχνίας ως προς θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον. Η Christenson (2009), για παράδειγμα, εξέτασε 20 πληροφοριακά παιδικά βιβλία με θέμα την ανακύκλωση. Σκοπός της έρευνας ήταν να εξετάσει τον τρόπο που η παιδική λογοτεχνία παρουσιάζει το θέμα της διαχείρισης αποβλήτων και της ανακύκλωσης, αλλά και να εντοπίσει ποιες πλευρές της διαχείρισης αποβλήτων περιλαμβάνονται ή τονίζονται και ποιες αφαιρούνται ή δίνεται λιγότερη έμφαση. Στην Ελλάδα, οι Χαμαλίδου και Φλογαίτη



(2013) εξέτασαν 45 οικολογικά παραμύθια Ελλήνων και ξένων συγγραφέων ως προς το είδος των σύγχρονων περιβαλλοντικών ζητημάτων που παρουσιάζουν, τη συχνότητα εμφάνισης τους καθώς και τη θέση που κατέχουν σε αυτά. Επιπλέον, διερευνήθηκαν οι γνωστικοί και ιδεολογικοί προσανατολισμοί τους στην προσέγγιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ρύπανσης του εδάφους από αστικά στερεά απορρίμματα. Συνολικά, δεν εντοπίσαμε κάποια μελέτη που να εξετάζει την ακρίβεια βιβλίων παιδικής λογοτεχνίας με θέμα την ατμοσφαιρική ρύπανση σε έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών.

Σκοπός της παρούσας έρευνας, λοιπόν, είναι η εξέταση της ακρίβειας του περιεχομένου βιβλίων παιδικής λογοτεχνίας με θέμα την ατμοσφαιρική ρύπανση ως προς τις Φυσικές Επιστήμες. Από τα αποτελέσματα αναμένεται να προκύψει εάν τα βιβλία αποτελούν πηγή εναλλακτικών ιδεών, τα κοινά χαρακτηριστικά των ανακριβειών και λαθών, και οι περιοχές των Φυσικών Επιστημών που εμπίπτουν. Έτσι, οι εκπαιδευτικοί, οι γονείς και οι βιβλιοθηκονόμοι θα γνωρίζουν τις ανακρίβειες των βιβλίων, ώστε να επιλέγουν κατάλληλα βιβλία ή να αποτρέπουν, με κατάλληλες ενέργειες, την δημιουργία εναλλακτικών ιδεών.

2. Μεθοδολογία

Για τη συλλογή του δείγματος, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική αναζήτηση στους ηλεκτρονικούς καταλόγους τριών δημόσιων δημοτικών βιβλιοθηκών, λόγω της ελεύθερης πρόσβασης του κοινού σε αυτές. Η αναζήτηση έγινε ώστε να εντοπιστούν ελληνικά και μεταφρασμένα παιδικά βιβλία με μυθοπλασία που πραγματεύονται την ατμοσφαιρική ρύπανση και απευθύνονται σε παιδιά προσχολικής και σχολικής ηλικίας. Αναζητήθηκαν, λοιπόν, βιβλία που το κεντρικό τους θέμα αφορά τη φύση, τη δημιουργία και τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Για το λόγο αυτό, συμπεριλήφθηκαν και βιβλία με περιβαλλοντικά προβλήματα που αποτελούν επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, όπως η αραίωση της στοιβάδας του όζοντος και η διαταραχή του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η συλλογή των βιβλίων έγινε με δειγματοληψία σκοπιμότητας με βάση ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια. Έτσι, το τελικό δείγμα περιλάμβανε 14 βιβλία, που έχουν εκδοθεί κατά το διάστημα 1997 με 2011, και: α) απευθύνονται σε παιδιά προσχολικής και σχολικής ηλικίας (3-12 ετών), β) είναι διαθέσιμα στα ράφια των βιβλιοθηκών προς δανεισμό, δ) είναι όλα γραμμένα στην ελληνική γλώσσα, ε) το θέμα τους είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση και στ) περιέχουν μυθοπλασία. Από τα βιβλία με μυθοπλασία που εντοπίστηκαν, εννιά ανήκουν στην κατηγορία των παραμυθιών και πέντε στην κατηγορία διπλής σκοπιμότητας (dual purpose), καθώς παρουσιάζουν μια ιστορία και στις τελευταίες σελίδες τους παρέχουν περαιτέρω πληροφορίες.

Το ερευνητικό ερώτημα της μελέτης είναι το εξής: -Ποιες είναι οι ανακρίβειες και τα λάθη σε σχέση με τις έννοιες και τα φαινόμενα της Φυσικής που εντοπίζονται στο κείμενο των βιβλίων;

Για την απάντηση του ερωτήματος εφαρμόστηκαν ποιοτικές μορφές ανάλυσης, ώστε οι κατηγορίες να διαμορφωθούν μετά την μελέτη του υλικού και να προσδοθούν στα αποτελέσματα ερμηνευτικά χαρακτηριστικά. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε η Ποιοτική Ανάλυση Περιεχομένου με τα στάδια έρευνας όπως περιγράφονται από τον Philipp Mayring (2014). Η προσέγγιση αυτή χαρακτηρίζεται ως «μεικτή», καθώς περιλαμβάνει ποσοτικά και ποιοτικά βήματα ανάλυσης. Το πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες μεθόδους είναι η ύπαρξη ξεχωριστών, μεμονωμένων βημάτων που καθορίζονται προκαταβολικά. Η ανάλυση έγινε με τη βοήθεια της διαδικτυακής εφαρμογής QCAmap (<https://www.qcamap.org>).

Ως τεχνική ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε ο επαγωγικός σχηματισμός κατηγοριών. Με άλλα λόγια, οι κατηγορίες διαμορφώθηκαν μετά την εξέταση του υλικού μέσω προσεκτικής εξέτασης και συνεχών συγκρίσεων. Ως μονάδα κωδικογράφησης ορίστηκε το Θέμα (seme), δηλαδή μια πρόταση ή μια δήλωση



σχετικά με τα ερωτήματα της έρευνας. Ως μονάδα πλαισίου και καταγραφής ορίστηκαν από το ίδιο το λογισμικό όλα τα κείμενα. Για την επιλογή των αποσπασμάτων από τα κείμενα και τον καθορισμό των κατηγοριών, διατυπώθηκε ο ορισμός της κατηγορίας. Συγκεκριμένα, ο ορισμός καθορίστηκε ως: Κάθε αναφορά στα κείμενα που δεν αναπαριστά με τον επιστημονικά αποδεκτό τρόπο έννοιες και φαινόμενα Φυσικής. Έπειτα διατυπώθηκε το επίπεδο αφαίρεσης, δηλαδή το πόσο περιορισμένο θα είναι το περιεχόμενο των κατηγοριών. Αυτό, λοιπόν, ορίστηκε ως το ευρύτερο πεδίο της Φυσικής στο οποίο περιλαμβάνεται η κάθε κατηγορία. Δηλαδή: Θέρμανση, Οπτική κτλ.

3. Αποτελέσματα

Με την ποιοτική ανάλυση περιεχομένου καταγράφηκαν συνολικά 205 αποσπάσματα που περιέχουν λάθη και ανακρίβειες σε έννοιες και φαινόμενα της Φυσικής. Τα αποσπάσματα αυτά οργανώθηκαν σε σύστημα πέντε κατηγοριών: Μηχανική (16%), Θέρμανση (27%), Ηλεκτρισμός (7%), Οπτική (22%) και Ατμόσφαιρα (28%).

Κάθε κατηγορία περιλαμβάνει τον τίτλο με βάση την περιοχή της Φυσικής που εμπίπτουν τα λάθη και οι ανακρίβειες (π.χ. Μηχανική), τον ορισμό και παραδείγματα αποσπασμάτων από τα κείμενα. Τα αποτελέσματα δίνονται σε μορφή πίνακα (Πίνακας 1), που περιλαμβάνει τη λίστα κατηγοριών. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας προστέθηκαν και παραδείγματα από τις πιθανές εναλλακτικές ιδέες που μπορεί να δημιουργηθούν στα παιδιά.

4. Συμπεράσματα

Από την παρούσα έρευνα, λοιπόν, προκύπτει πως τα παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα την ατμοσφαιρική ρύπανση που μελετήθηκαν περιέχουν ανακρίβειες και λάθη ως προς τις Φυσικές Επιστήμες.

Όσον αφορά τα επιμέρους χαρακτηριστικά των ανακρίβειών και λαθών που εντοπίστηκαν, φαίνεται πως πολλές από τις αντιλήψεις για φαινόμενα και έννοιες των φυσικών επιστημών που καταγράφηκαν, συμβαδίζουν με θεωρίες του παρελθόντος. Για παράδειγμα, η περιγραφή της Δύναμης ως ιδιότητας των σωμάτων, σχετίζεται με την αριστοτελική άποψη, κατά την οποία η Δύναμη αποτελεί ένα είδος ορμής την οποία έχει ένα σώμα. Επίσης, παρατηρείται και μη διαχωρισμός εννοιών ή μη σωστή χρήση τους. Για παράδειγμα, η Δύναμη χρησιμοποιείται και για την ένταση του ήχου. Τα αποτελέσματα, επίσης, συνδέονται και με εκφράσεις και λέξεις που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή, όπως έκφραση "ρίξε μια ματιά" που υποδηλώνει πως φωτεινές ακτίνες εκπέμπονται από το μάτι. Η απόδοση διαφορετικής σημασίας στις έννοιες μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση και δυσκολίες στην κατανόηση των αντίστοιχων επιστημονικών εννοιών από τα παιδιά. Τέλος, υπάρχει χρήση μεταφορών και αναλογιών, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με την ατμόσφαιρα η οποία περιγράφεται ως πανοπλία της γης που προστατεύει από βλαβερές ακτινοβολίες.

Οι εκφράσεις σχετικά με τους καπνούς των εργοστασίων που «μπουκώνουν» με ζέστη την ατμόσφαιρα μπορεί να δημιουργήσει στα παιδιά σύγχυση σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα παιδιά μπορεί να θεωρήσουν πως οι καπνοί είναι αυτοί που αυξάνουν τη θερμοκρασία χωρίς να υπάρχει σύνδεση με την εγκλωβισμό της ακτινοβολίας του ήλιου. Επιπλέον, ορισμένες συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου, όπως είναι η αλλαγή του κλίματος και η τήξη των πάγων, καταλογίζονται στη



«θερμότητα» του ήλιου και όχι στα αέρια που οδηγούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ή σε ανθρώπινες ενέργειες.

Μια πιθανή αιτία για την ύπαρξη των ανακρίβειών και λαθών που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες θα μπορούσε να είναι το πλαίσιο της συγγραφής των βιβλίων. Με βάση τα βιογραφικά στοιχεία που δίνονται για τους συγγραφείς στα ίδια τα βιβλία, δεν εντοπίστηκε κάποιος που να έχει σπουδάσει Φυσικές Επιστήμες, όπως επίσης, τα βιβλία δεν έχουν αξιολογηθεί από την πλευρά των πληροφοριών που παρέχουν ώστε να γίνουν διορθώσεις. Επιπλέον, η κοινωνική γλώσσα της επιστήμης είναι διαφορετική από τη γλώσσα άλλων πεδίων, όπως της Λογοτεχνίας, και περιλαμβάνει συγκεκριμένες έννοιες και μοντέλα.



Πίνακας 1: Το σύστημα κατηγοριών

Κατηγορία	Ορισμός κατηγορίας	Παραδείγματα	Εναλλακτικές ιδέες
Μηχανική	<p>Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται κάθε αναφορά που δεν αναπαριστά με τον επιστημονικά αποδεκτό τρόπο την έννοια:</p> <p>i. της Δύναμης, καθώς συνδέεται με: α. τη μυϊκή δύναμη των ζωντανών οργανισμών, των υλικών ή των ουράνιων σωμάτων, β. τα συναισθήματα, γ. την εξουσία δ. τη μεγάλη ένταση του ήχου και φυσικών φαινομένων, όπως ο άνεμος</p> <p>ii. του Βάρους, καθώς: α. εμφανίζεται ως ιδιότητα των σωμάτων, β. σχετίζεται με τα συναισθήματα, το κάπνισμα ή την ασθένεια.</p>	<p>i.α. «<i>Και βάζοντας όλη τους τη δύναμη... τα παιδιά... έκλεισαν τις στρόφιγγες και κατέβασαν τους διακόπτες των εργοστασίων.</i>» (Η νύχτα των πυγολαμπίδων), β. «<i>...μη βάλεις τα κλάματα. Πρέπει να φανείς δυνατή...</i>» (Η Σεμέλη διώχνει το νέφος), γ. «<i>Ήθελα δύναμη πολλή, μα τώρα βασιλεύω σε ρημαγμένη γη.</i>» (Η περιπέτεια των τεσσάρων εποχών), δ. «<i>...φυσούσε ένας δυνατός αέρας...</i>» (Ο Πολ και η Λάρα ταξιδεύουν)</p> <p>ii.α. «<i>...μεγάλα και γερά κομμάτια πάγου, που θα άντεχαν το βάρος τους...</i>» (των αρκούδων) (Ο Αϊ-Βασίλης φέτος είναι πράσινος), β. «<i>...το πούρο...είναι βαρύ και πικρό!</i>» (Ο Τζιτζικο-Περικλής και η Πέμπτη εποχή του χρόνου)</p>	<p>i. Η δύναμη είναι ιδιότητα των σωμάτων. Τα παιδιά, τα ζώα, και τα φυτά έχουν δύναμη. Τα αντικείμενα έχουν δύναμη. Ο ήλιος έχει δύναμη. Ένας άνθρωπος έχει δύναμη, όταν πρέπει να αντιμετωπίσει δύσκολες καταστάσεις. Κάποιος που έχει εξουσία έχει «δύναμη». Ο ήχος, η φωνή, η μουσική, το τραγούδι, ο θόρυβος έχουν δύναμη. Κατ' επέκταση η ένταση του ήχου συγγέεται με τη δύναμη.</p> <p>ii. Το βάρος αποτελεί ιδιότητα των σωμάτων. Τα σύννεφα είναι βαριά, οι αρκούδες είναι βαριές. Η στενοχώρια/θλίψη, μια ασθένεια είναι βαριά. Το πούρο είναι βαρύ.</p>
Θέρμανση	<p>Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται κάθε αναφορά που δεν αναπαριστά με τον επιστημονικά αποδεκτό τρόπο:</p> <p>i. τη Θερμοκρασία, καθώς το κρύο και η ζέστη παρουσιάζονται ως οντότητες</p> <p>ii. τη Θερμότητα ή/και τη διάδοση Θερμότητας, καθώς η Θερμότητα παρουσιάζεται ως ιδιότητα της ύλης</p>	<p>i. «<i>Όλο και καθυστερούσε να έρθει το κρύο στα μέρη τους...</i>» (Ο Πολ και η Λάρα ταξιδεύουν)</p> <p>ii. «<i>...δεν θα κινδυνεύεις από την υπερβολική θερμότητά μου.</i>» (Ο κόκκινος γίγαντας)</p> <p>iii. «<i>Οι ακτίνες του περνούσαν μέσα από την τρύπα του όζοντος όλο και πιο ζεστές, όλο και πιο καυτές...</i>» (Ο κόκκινος γίγαντας),</p>	<p>i. Το κρύο και η ζέστη/ζεστασιά αποτελούν ουσίες/οντότητες που υπάρχουν γύρω μας και διαδίδονται. Το κρύο και η ζέστη μπορούν να διαδοθούν, ρέουν σαν ρευστά.</p> <p>ii. Η θερμότητα είναι μια ουσία ή ιδιότητα ενός σώματος. Η ύλη περιέχει θερμότητα.</p> <p>iii. Το φως του ήλιου και οι ακτίνες του είναι ζεστά/καυτά. Οι ακτίνες του ήλιου γίνονται καυτές και πέφτουν πάνω</p>



Κατηγορία	Ορισμός κατηγορίας	Παραδείγματα	Εναλλακτικές ιδέες
	<p>iii. τη διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία, καθώς οι ακτίνες/φως του ήλιου ταυτίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλούν</p> <p>iv. τη θερμική αγωγιμότητα, καθώς ορισμένα αντικείμενα εκπέμπουν ζέστη.</p>	<p>iv. «<i>Η λευκή γούνα τους όμως είχε αρχίσει να τους ζεσταίνει.</i>» (Ο Πολ και η Λάρα ταξιδεύουν)</p>	<p>στην επιφάνεια της γης τσουρουφλίζοντάς την. Ο ήλιος θυμώνει και στέλνει τις καυτές ακτίνες του πάνω στη γη.</p> <p>iv. Τα ρούχα είναι ζεστά, μας στέλνουν ζέστη. Η λευκή γούνα ζεσταίνει τις αρκούδες.</p>
Ηλεκτρισμός	<p>Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται κάθε αναφορά που δεν αναπαριστά με τον επιστημονικά αποδεκτό τρόπο το ηλεκτρικό ρεύμα και μπορεί να οδηγήσει σε εναλλακτικές ιδέες σχετικά με:</p> <p>i. τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς εμφανίζεται ως κάτι υλικό: καταναλώνεται, αποθηκεύεται, καίγεται</p> <p>ii. την πηγή ηλεκτρικού ρεύματος.</p>	<p>i. «...<i>να έχουμε τηλεόραση χωρίς να καίμε ρεύμα;</i>» (Ο Τζιτζικο-Περικλής και η Πέμπτη εποχή του χρόνου), «<i>Αύριο έρχονται οι εργάτες να μας βάλουν ρεύμα.</i>» (Ο Τζιτζικο-Περικλής και η Πέμπτη εποχή του χρόνου)</p> <p>ii. «...<i>πίσω από την πρίζα που δίνει ρεύμα...</i>» (Ο Τζιτζικο-Περικλής και η Πέμπτη εποχή του χρόνου)</p>	<p>Το ρεύμα είναι κάτι υλικό: καταναλώνεται, καίγεται, «πέφτει», το βάζουν οι εργάτες, το φέρνει κάποιος στο σπίτι, «κόβεται». Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι όπως τα καύσιμα.</p> <p>Το ρεύμα είναι αποθηκευμένο στην πρίζα.</p>
Οπτική	<p>Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται κάθε αναφορά που δεν αναπαριστά με τον επιστημονικά αποδεκτό:</p> <p>i. την όραση και τη λειτουργία των ματιών, καθώς συνδέεται με: α. την εκπομπή φωτεινών ακτίνων από τα μάτια, β. τη δυνατότητα όρασης στο σκοτάδι, γ. τη λειτουργία των ματιών χωρίς καμία σύνδεση με το φως και τη δραστηριότητα του εγκεφάλου</p>	<p>i. α. «<i>Εριχνε κλεφτές ματιές στη διπλανή ελιά...</i>» (Ο Τζιτζικο-Περικλής και η Πέμπτη εποχή του χρόνου), β. «<i>Και φως δεν φαινόταν από πουθενά... να βγούνε στα παράθυρα μήπως και δούνε κάτι το περίεργο να συμβαίνει.</i>» (Η νύχτα των πυγολαμπίδων), γ. «<i>Τ' ανθρώπινα μάτια δεν μπορούν να μας δουν.</i>» (Τίνος είναι ο αέρας;)</p>	<p>i. Η όραση είναι μια ενεργητική διαδικασία. Βλέπουμε επειδή φωτεινές ακτίνες από τα μάτια μας πέφτουν πάνω στα αντικείμενα. Είναι δυνατόν κάποιος να βλέπει στο σκοτάδι. Η όραση οφείλεται αποκλειστικά στα μάτια, περιορίζεται μόνο στην λειτουργία των ματιών. Βλέπουμε απλώς με το να κοιτάζουμε.</p> <p>ii. Το φως ταυτίζεται με τη φωτεινή πηγή.</p>



Κατηγορία	Ορισμός κατηγορίας	Παραδείγματα	Εναλλακτικές ιδέες
	<p>ii. τη φύση και την αναπαράσταση του Φωτός, καθώς η λέξη φως χρησιμοποιείται και για την πηγή που παράγει</p> <p>iii. τις φωτεινές πηγές, τα αυτόφωτα και τα ετερόφωτα σώματα</p> <p>v. το σκοτάδι ή τη σκιά, καθώς εμφανίζονται ως οντότητες</p> <p>vi. το χρώμα, καθώς εμφανίζεται ως ιδιότητα των σωμάτων.</p>	<p>ii. «<i>Φώτα, μίξερ, φούρνοι μικροκυμάτων,...</i>» (Ο Τζιτζικο-Περικλής και η Πέμπτη εποχή του χρόνου)</p> <p>iii. «<i>Φωτίστηκαν τα προσωπάκια τους σαν ήλιοι λαμπεροί...</i>» (Η Σεμέλη διώχνει το νέφος)</p> <p>v. «<i>Και τριγυρνώντας σαν σκιά...</i>» (Η Σεμέλη διώχνει το νέφος)</p> <p>vi. «<i>...λες κι είχαν γλιστρήσει από πάνω τους τα χρώματα όλα...</i>» (Η Σεμέλη διώχνει το νέφος), «<i>Μαζί με τα χαμόγελα γύρισαν πάλι όλα τα χρώματα...</i>» (Η Σεμέλη διώχνει το νέφος)</p>	<p>iii. Η καθαριότητα ή η χαρά-χαμόγελο οδηγούν στην εκπομπή φωτός από το αντικείμενο. Κατ' επέκταση βλέπουμε επειδή τα αντικείμενα στέλνουν δικό τους φως.</p> <p>v. Το σκοτάδι είναι ιδιότητα των αντικειμένων. Η σκιά αποτελεί μια οντότητα. Η σκιά αποτελεί ιδιότητα των σωμάτων και δεν σχετίζεται με το φως.</p> <p>vi. Το χρώμα είναι κάτι υλικό. Μια ιδιότητα των σωμάτων, που μπορεί να «γλιστρήσει», να επιστρέψει όποτε θέλει ή να «μαγνητίσει» το βλέμμα.</p>
Ατμόσφαιρα	<p>Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται κάθε αναφορά που δεν αναπαριστά με τον επιστημονικά αποδεκτό:</p> <p>i. την Ατμόσφαιρα της γης και μπορεί να οδηγήσει σε εναλλακτικές ιδέες σχετικά με: α. το που βρίσκεται η ατμόσφαιρα και ο αέρας, β. την σύσταση και τη φύση της ατμόσφαιρας</p> <p>ii. τον άνεμο, συγκεκριμένα: α. τη διαφορά του αέρα από τον άνεμο, καθώς</p>	<p>i. α. «<i>Πετούσαμε τώρα μακριά από τη Γη, πηγαίναμε στα μέρη του Αέρα.</i>» (Τίνος είναι ο αέρας;), β. «<i>...η ατμόσφαιρα είχε τρύπες...</i>» (Παιδιά σε δράση!), «<i>Πανοπλία της η γη την ατμόσφαιρα φορά...</i>» (Παιδιά σε δράση!)</p> <p>ii. α. «<i>...ο θαλασσινός αέρας έφερε μυρωδιές από θυμάρι, φασκομηλιά και θρούμπι.</i>» (Ο Τζιτζικο-Περικλής και η Πέμπτη εποχή του χρόνου), β. «<i>Παίζαμε με τον άνεμο κυνηγητό...</i>» (Το μαύρο σύννεφο), «<i>Ο Χειμώνας έφερε αέρα δροσερό να καθαρίσει η</i></p>	<p>i. Ο αέρας βρίσκεται μακριά από τη γη. Κατ' επέκταση, δυσκολία να αντιληφθούν ότι ο αέρας υπάρχει παντού γύρω μας. Η ατμόσφαιρα έχει τρύπες. Η ατμόσφαιρα έχει ανοιχτές πληγές, έχει «χαλάσει» εξαιτίας του ανθρώπου. Η ατμόσφαιρα είναι η «πανοπλία» της γης. Κατ' επέκταση η ατμόσφαιρα να θεωρηθεί ως κάτι υλικό που δεν σχετίζεται με τον αέρα. Η ατμόσφαιρα έχει πληγές, έχει χαλάσει.</p> <p>ii. Ο αέρας ταυτίζεται με τον άνεμο. Ο αέρας και ο άνεμος είναι ίδιες έννοιες. Κατ' επέκταση, δυσκολία να αντιληφθούν ότι ο αέρας υπάρχει παντού γύρω μας. Ο</p>



Κατηγορία	Ορισμός κατηγορίας	Παραδείγματα	Εναλλακτικές ιδέες
	παρατηρείται ταύτισή τους, β. την αιτία δημιουργίας του ανέμου	<i>φύση...»</i> (Η περιπέτεια των τεσσάρων εποχών)	άνεμος δημιουργείται επειδή παίζει κυνηγητό με τα σύννεφα ή τον φέρνει ο χειμώνας.
	iii. τα σύννεφα και φαινόμενα που σχετίζονται με αυτά, και συγκεκριμένα: α τη δημιουργία ή τη σύσταση των σύννεφων, β. τη δημιουργία της βροχής γ. την δημιουργία των αστραπών και των βροντών.	iii. α. « <i>Φτιάξατε τις καμινάδες που βγάζουν μαύρα σύννεφα.</i> » (Το νεφοσυννεφάκι), β. « <i>Βροχή! Βροχή! Ήταν τα ευχαριστώ που τους έστελνε το νεφοσυννεφάκι</i> » (Το νεφοσυννεφάκι), « <i>..παραπονιόταν στον Κόκκινο Γίγαντα η Γη... Στείλε μου, σε παρακαλώ, βροχή...</i> » (Ο Κόκκινος Γίγαντας), γ. « <i>...έκαναν τόσες χαρές και τέτοιο γλέντι (τα σύννεφα), ώστε όλα τα παιδιά της κοίταζαν παραξενεμένα τον ουρανό που άστραφτε από τα βεγγαλικά που έριχναν και ψιθύριζαν: Αστραπή!..</i> » (Το νεφοσυννεφάκι)	iii. α. Τα σύννεφα σχηματίζονται από τον καπνό που βγαίνει από τις καμινάδες των σπιτιών και των εργοστασίων, ή τη σκόνη. Πάνω σε αυτά μπορεί κάποιος να μείνει. β. Η βροχή δημιουργείται από τα σύννεφα για να ευχαριστήσουν τους ανθρώπους, από βαριά σύννεφα που έχουν γεράσει, την φέρνει το φθινόπωρο, την στέλνει ο ήλιος στη Γη, είναι οι σταγόνες του ιδρώτα του ουρανού, γ. Οι αστραπές δημιουργούνται επειδή τα σύννεφα είναι χαρούμενα και γλεντάνε.



Παρόλα αυτά, προτείνουμε τη χρήση τους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Τα αποτελέσματα, μάλιστα, της έρευνας των McClelland και Krockover (1996) είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, καθώς δείχνουν πως τα παιδιά με κατάλληλη καθοδήγηση αναδομούν τις εναλλακτικές ιδέες που οικοδομούν λόγω των ανακρίβειών στο παραμύθι και το προσεγγίζουν από μια νέα οπτική, αυτή της Φυσικής. Έτσι, μέσω πειραμάτων, παρατηρήσεων, και συγκρίσεων του περιεχομένου των παραμυθιών με ακριβή βιβλία γνώσης, οι μαθητές θα μπορούσαν να προσεγγίσουν κριτικά τα βιβλία, να εντοπίσουν τις ανακρίβειες και να οικοδομήσουν επιστημονικές γνώσεις.

Η παρούσα μελέτη εστίασε στην ακρίβεια της αναπαράστασης εννοιών και φαινομένων που συνδέονται κυρίως με τη Φυσική. Εντοπίστηκαν, ωστόσο, και ανακρίβειες σχετικά με το όζον, το νέφος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου οι οποίες δίνουν του έναυσμα για μια περαιτέρω έρευνα σχετικά με την ακρίβεια στην αναπαράσταση αυτών των φαινομένων η οποία θα προσέφερε μια σφαιρική εικόνα για το περιεχόμενο αυτών των βιβλίων και των ανακρίβειών που έχουν. Τέλος, η παρούσα έρευνα υπήρξε καθαρά βιβλιογραφική και απουσιάζει από αυτήν το αντίκτυπο στις ιδέες και στις γνώσεις της ομάδας αποδοχής. Επομένως, μια πρόταση για περαιτέρω έρευνα αποτελεί η εμπειρική μελέτη της επίδρασης των βιβλίων στις γνώσεις των παιδιών για θέματα των φυσικών επιστημών η οποία μπορεί να καταλήξει και σε ρεαλιστικές προτάσεις για την αξιοποίησή τους στη μάθηση και διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

5. Βιβλιογραφία

Καρακίσιος, Α. (2005). Ανάγνωση κειμένων παιδικής λογοτεχνίας με οικολογικό περιεχόμενο. Στο Γεωργόπουλος, Α. (επιμ.), *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Ο νέος πολιτισμός που αναδύεται* (σελ. 607-618). Αθήνα: Gutenberg.

Miller Tyler G., Jr. (1999). *Βιώνοντας στο Περιβάλλον I. Αρχές περιβαλλοντικών επιστημών*. (Μ. Ταλαντοπούλου, Μετάφ.). Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.

Χαμαλίδου, Ε., & Φλογαΐτη, Ε. (2013). Τα περιβαλλοντικά ζητήματα στα σύγχρονα οικολογικά παραμύθια προσχολικής ηλικίας: η περίπτωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ρύπανσης του εδάφους από αστικά στερεά απορρίμματα. Στο Α. Δημητρίου (επιμ.), *Έννοιες για τη φύση και το περιβάλλον στην προσχολική εκπαίδευση* (σελ. 131-140). Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.

Atkinson, T. S., Matusевич, M. N., & Huber, L. (2009). Making science trade book choices for elementary classrooms. *Reading Teacher*, 62(6), 484-497.

Christenson, M. A. (2009). Children's Literature on Recycling: What Does it Contribute to Environmental Literacy?. *Applied Environmental Education & Communication*, 7(4), 144-154.

Ford, D. J. (2006). Representations of science within children's trade books. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 214-235.

Hug, J. W. (2010). Exploring instructional strategies to develop prospective elementary teachers' children's literature book evaluation skills for science, ecology and environmental education. *Environmental Education Research*, 16(3-4), 367-382.

Massey, G., & Bradford, C. (2011). Children as Ecocitizens: Ecocriticism and Environmental Texts. In Kerry Mallan and Clare Bradford (Eds.), *Contemporary Children's Literature and Film: Engaging with Theory* (pp. 109–126). New York: Palgrave Macmillan.



- Mayer, D. A. (1995). How Can We Best Use Children's Literature in Teaching Science Concepts? *Science and Children*, 32(6), 16.
- Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis. Theoretical foundation, basic procedures and software solution*. Klagenfurt: Beltz. Retrieved October 20, 2014, from <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173>
- McClelland, A. K., & Krockover, G. H. (1996). Children's understandings of science: Goldilocks and the Three Bears revisited. *Journal of Elementary Science Education*, 8(2), 32-65.
- Meyer, J. M. (2002). Accuracy and Bias in Children's Environmental Literature: A Look at Lynne Cherry's Books. *The Social Studies*, 93(6), 277–281.
- Pringle, R. M., & Lamme, L. L. (2005). Using Picture Storybooks to Support Young Children's Science Learning. *Reading Horizons: A Journal of Literacy and Language Arts*, 46(1), 1-15.
- Rice, D. C. (2002). Using Trade Books in Teaching Elementary Science: Facts and Fallacies. *Reading Teacher*, 55(6), 552-65.
- Sackes, M., Trundle, K. C., & Flevaris, L. M. (2009). Using children's literature to teach standard-based science concepts in early years. *Early Childhood Education Journal*, 36(5), 415-422.
- Sanera, M., & Shaw, J. S. (1996). *Facts not fear: A parent's guide to teaching children about the environment*. Washington, DC: Regnery Publishing INC.
- Wells, R., & Zeece, P. D. (2007). My place in my world: Literature for place-based environmental education. *Early Childhood Education Journal*, 35(3), 285–291
- World Health Organization. (n.d.). *Air pollution*. Retrieved from <https://www.who.int/airpollution/en/>



Το κυνήγι του χαμένου κεραυνού. Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα στις Φυσικές Επιστήμες υπό το πρίσμα της θεωρίας της Δραστηριότητας στο Αρχαιολογικό Μουσείο Ιωαννίνων.

Αθηνά – Χριστίνα Κορνελάκη, Κατερίνα Πλακίτση

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα προτείνει ένα εναλλακτικό πλαίσιο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών μη τυπικής εκπαίδευσης, γενικού ωστόσο ενδιαφέροντος όπως είναι στην προκειμένη περίπτωση το Αρχαιολογικό Μουσείο Ιωαννίνων. Το πλαίσιο αυτό εξετάζεται υπό το πρίσμα της θεωρίας της Δραστηριότητας και μελετώνται οι διαδικασίες επιστημονικής μεθόδου που καλλιεργούνται καθώς και οι αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα, κατά τη διεξαγωγή του εκπαιδευτικού προγράμματος «Το κυνήγι του χαμένου κεραυνού». Οι εφαρμογές βιντεοσκοπήθηκαν και μαζί με τις ζωγραφιές των μαθητών και τις σημειώσεις του ερευνητή αποτέλεσαν τα δεδομένα της έρευνας τα οποία αναλύθηκαν ποιοτικά.

Λέξεις-κλειδιά: Διδακτική Φυσικών Επιστημών, Μη-τυπική Εκπαίδευση, Θεωρία Δραστηριότητας

Thunderbolt Hunt. Educational Program on Science Education under the prism of the Activity Theory at the Archaeological Museum of Ioannina.

Athina – Christina Kornelaki, Katerina Plakitsi

University of Ioannina

Abstract

The present paper proposes an alternative context in the Didactics of Science Education in non-formal settings of general interest such as the Archaeological Museum of Ioannina. The context is examined in the light of the Activity Theory while the scientific method processes as well as the interactions which take place during the educational program “Thunderbolt Hunt” are studied. The videotaped implementation of the educational program as well as the students’ drawings and the research’s field notes constituted the research data which were analyzed qualitatively.

Keywords: Didactics of Science Education, Non-formal Education, Activity Theory



1. Εισαγωγή

Με το πρωτόκολλο του Τόκιο (SCWS, 2017) τα επιστημονικά κέντρα και μουσεία δεσμεύονται να συμβάλουν στην επίτευξη των στόχων για τη βιώσιμη ανάπτυξη (UN, 2015) που αποτελούν επιτακτική ανάγκη για την παγκόσμια ευμάρεια. Δεσμεύονται επίσης για την ευρύτερη και αποτελεσματικότερη εμπλοκή των τοπικών κοινωνιών στα δρώμενά τους, στην ανάπτυξη μεθόδων για την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών και την βελτιστοποίηση της εκπαίδευσής τους τόσο σε τυπικά όσο και μη τυπικά περιβάλλοντα.

Στην Ελλάδα τα επιστημονικά κέντρα και μουσεία είναι εξαιρετικά περιορισμένα και συναντώνται μόνο σε μεγάλες αστικές περιοχές. Ως εκ τούτου, η επίσκεψη σχολείων και ιδιαίτερα των μικρότερων τάξεων καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη. Επιπλέον, η έλλειψη πόρων και συμπερίληψης των μαθητών προσχολικής ηλικίας καθώς και οι ανισότητες για όσους προέρχονται από αγροτικές κοινότητες και εκείνους από χαμηλότερο κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο αποτελούν ζητήματα που απασχολούν ευρύτερα το χώρο (Falk et al., 2014).

Τα προηγούμενα επιχειρεί να καλύψει η παρούσα έρευνα με τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών προγραμμάτων για μαθητές προσχολικής και πρωτο-σχολικής ηλικίας που εφαρμόζονται σε μουσεία γενικού ενδιαφέροντος παρέχοντας τη δυνατότητα σε σχολεία της επαρχίας και ευρύτερα των περιφερειών σύγκλισης να συμμετάσχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα Φυσικών Επιστημών.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

Η θεωρία της Δραστηριότητας χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα ως θεωρητικό πλαίσιο σχεδιασμού και ανάλυσης εκπαιδευτικών προγραμμάτων, εστιάζοντας στις ενεργητικές και αλληλεπιδραστικές διαδικασίες μάθησης και προσφέροντας ένα ευρύ πεδίο σχεδιασμού για τη σύνδεση της επιστήμης με τον πολιτισμό και την κοινωνία. Η βασική μονάδα ανάλυσης είναι η ίδια η δραστηριότητα στην οποία η συνεργασία και η γλώσσα κατέχουν κεντρικούς ρόλους ως εργαλεία που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της ταυτότητας του ατόμου (Leontyev, 2009). Η μονάδα ανάλυσης ενσωματώνει τη δυναμική αλληλεπίδραση των κοινωνικών, πολιτιστικών και ιστορικών πτυχών της ανάπτυξης. Έτσι λειτουργούν και τα μουσεία ως δυναμικοί χώροι συνάντησης των μαθητών με το κοινωνικό, πολιτισμικό και ιστορικό τους περιβάλλον (Plakitsi, 2013).

3. Μεθοδολογία

3.1. Το κυνήγι του χαμένου κεραυνού

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα σχεδιάστηκε με αφορμή την πρόσκληση της διεύθυνσης Μουσείων για συμμετοχή σε πανελλαδική δράση, η οποία κινούνταν γύρω από το στοιχείο του αέρα και έφερε τίτλο Πνοές Ανέμων. Σκοπός του προγράμματος ήταν οι μαθητές να αποκτήσουν μαθησιακές εμπειρίες για τον αέρα καθώς πειραματίζονται και να βιώσουν μερικές από τις ιδιότητές του χρησιμοποιώντας μυθολογικά στοιχεία και χαρακτήρες, καθώς και μουσειακά εκθέματα και τις μαρτυρίες τους. Η διάρκεια του εκπαιδευτικού προγράμματος ήταν 90 λεπτά και αποτελούντο από 7 επιμέρους δράσεις, οι οποίες περιγράφονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1.)



Πίνακας 17. Συνοπτική Περιγραφή των δράσεων του εκπαιδευτικού προγράμματος

A/A	Δράση	Συνοπτική Περιγραφή
1	Καλωσόρισμα – χωρισμός ομάδων	Οι μαθητές καλωσορίζονται στη συλλογή «Δωδώνη» του Αρχαιολογικού μουσείου Ιωαννίνων. Τους δίνεται μια κάρτα η οποία απεικονίζει ένα έκθεμα και η ίδια κάρτα τους κατατάσσει σε μια από τις τρεις ομάδες.
2	Αναζήτηση εκθεμάτων – κοινό στοιχείο	Η πρώτη δράση παρακινεί τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν εργαλεία παρατήρησης (μεγεθυντικός φακός, φακός κλπ.) προκειμένου να βρουν στη συλλογή και να παρατηρήσουν προσεκτικά τα εκθέματα που απεικονίζονται στις κάρτες. Όταν όλες οι ομάδες ολοκληρώσουν τη δράση, μοιράζονται τις παρατηρήσεις τους με τις υπόλοιπες ομάδες και όλες μαζί προσπαθούν να βρουν το κοινό στοιχείο των τριών εκθεμάτων, το φτερωτό κεραυνό.
3	Πώς χάθηκε ο κεραυνός του Δία; - Αφήγηση	Ακολουθεί σύντομη αφήγηση σχετική με τη λειτουργία του μαντείου της Δωδώνης, το οποίο απεικονίζεται σε τοιχογραφία. Η ιστορία εξηγεί στους μαθητές πώς χάθηκε ο κεραυνός του Δία, όταν ο Αίολος άνοιξε τον ασκό του και άφησε ελεύθερους τους ανέμους, χωρίς να το γνωρίζει ο Δίας. Εφόσον είναι ο υπαίτιος καλείται να βρει τον κεραυνό και να τον επιτρέψει στο Δία αλλά χρειάζεται τη βοήθεια των μαθητών για να το επιτύχει. Έπεται συζήτηση με τους μαθητές σχετικά με τον αέρα και τις συνέπειές του, κατά την οποία οι μαθητές διατυπώνουν προβλέψεις σχετικά με τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να παγιδευτεί αέρας.
4	Πειράματα για τον αέρα	Το κοινό στοιχείο της δράσης 2, παρέχει στους μαθητές τα υλικά για τα πειράματα της τέταρτης δράσης, που αφορούν την έννοια του αέρα και τις ιδιότητές του. Οι μαθητές χρησιμοποιώντας τα υλικά που τους παρέχονται (πλαστικά μπουκάλια με ή χωρίς τρύπα, μπαλόνια, καλαμάκια, σύριγγες), δοκιμάζουν τις προβλέψεις τους, επικοινωνούν τις παρατηρήσεις τους, εξάγουν συμπεράσματα και συλλέγουν δεδομένα με σκοπό να βοηθήσουν τον Αίολο δίνοντάς του συμβουλές σε σχέση με το πού και πώς θα βρει τον κεραυνό.
5	Ρόλος στον τοίχο	Σε αυτή τη δράση οι μαθητές ζωγραφίζουν ή γράφουν στον Αίολο συμβουλές, τις οποίες κολλούν στη φιγούρα του και συγκεκριμένα στο κεφάλι του προκειμένου να σκεφτεί και να επιλέξει τη καλύτερη συμβουλή για να βρει τον κεραυνό.
6	Ο φτερωτός κεραυνός του Δία	Καθώς ο Αίολος είναι γρήγορος σαν το άνεμο, πολύ γρήγορα και μυστικά αφήνει στην εμψυχώτρια τον φτερωτό κεραυνό ο οποίος όμως είναι κομμάτια. Οι μαθητές καλούνται να συναρμολογήσουν τα κομμάτια του παζλ για να βρουν τον κεραυνό.
7	Ο ασκός του Αιόλου	Ο Αίολος ξαφνιάζει τους μαθητές με την τελευταία δράση, η οποία στοχεύει στην αποφόρτιση των μαθητών. Τους ζητά να συγκεντρώσουν τους ανέμους του Αιόλου πάλι μέσα στον ασκό του. Όταν οι μαθητές φυσήξουν τους ανέμους μέσα στον ασκό, ένας ή περισσότεροι μαθητές κλείνουν τον ασκό χρησιμοποιώντας μια κορδέλα, για να μην διαφύγουν.



Ο σχεδιασμός των παραπάνω δράσεων ακολούθησε τις αρχές της θεωρίας της Δραστηριότητας. Κατά τη διάρκεια υλοποίησής τους, η καθοδήγηση της εμπυχωτριάς ήταν μερική. Πριν από κάθε διερευνητική δράση, οι μαθητές είχαν χρόνο να επεξεργαστούν και να δοκιμάσουν τα εργαλεία με διαφορετικούς τρόπους.

3.2 Συλλογή δεδομένων

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα διεξήχθη την περίοδο Φθινόπωρο – Χειμώνας 2017 σε 8 διαφορετικές σχολικές τάξεις. Συμμετείχαν μαθητές 5 έως 8 ετών της Α΄, Β΄ και Γ΄ Δημοτικού. Οι εκπαιδευτικοί εκδήλωσαν το ενδιαφέρον τους για το εκπαιδευτικό πρόγραμμα και δήλωσαν συμμετοχή κλείνοντας μια διαθέσιμη ημερομηνία στο Αρχαιολογικό Μουσείο Ιωαννίνων, συνεπώς το δείγμα ήταν τυχαίο. Το συνολικό δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 136 μαθητές και 12 εκπαιδευτικοί – συνοδοί.

Οι εφαρμογές του εκπαιδευτικού προγράμματος στο μουσείο βιντεοσκοπήθηκαν προκειμένου να πραγματοποιηθεί ανάλυση των δεδομένων κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του. Τα συνολικά δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν 12.7 ώρες βίντεο καθώς και 136 σχέδια/κείμενα μαθητών, στιγμιότυπα από την εφαρμογή και σημειώσεις πεδίου, τα οποία επίσης αναλύθηκαν. Η απομαγνητοφώνηση των βίντεο εξυπηρέτησε την ποιοτική ανάλυση περιεχομένου ενώ η εικόνα του βίντεο συνέβαλε στο να ληφθούν υπόψιν το ύψος, οι χειρονομίες, οι παύσεις των μαθητών.

3.3 Το εργαλείο ποιοτικής ανάλυσης δεδομένων NVivo 9

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το λογισμικό NVivo 9 της QSR International, το οποίο υποστηρίζει μεικτές μεθόδους έρευνας και είναι εξαιρετικά χρήσιμο σε περιπτώσεις διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων που απαιτούν εις βάθος ανάλυση. Το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε για την κωδικοποίηση, την ανάλυση και την οπτικοποίηση των δεδομένων, καθώς και για την εύρεση σχέσεων και σύνδεσης των δεδομένων με το πλαίσιο της θεωρίας της Δραστηριότητας.

4. Αποτελέσματα

Η κοινότητα μάθησης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο πεδίο των ΦΕ. Το Αρχαιολογικό μουσείο ως κοινότητα μάθησης συνδέεται με σημαντικά πολιτισμικά εργαλεία. Τα εκθέματα και η ιστορία που διατρέχει το εκπαιδευτικό πρόγραμμα συνιστούν τέτοια εργαλεία τα οποία διαμεσολαβούν στην καλλιέργεια διαδικασιών επιστημονικής μεθόδου. Οι διαδικασίες επιστημονικής μεθόδου που εμφανίστηκαν ήταν η επικοινωνία, η παρατήρηση, οι προβλέψεις και υποθέσεις, η διεξαγωγή πειράματος, η ερμηνεία, οι λειτουργικοί ορισμοί και η μέτρηση, οι οποίες μελετήθηκαν μέσα στους διαλόγους των μαθητών και τα σχέδιά τους κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των δράσεων του εκπαιδευτικού προγράμματος. Το παραπάνω κατέστη δυνατό με τη μέθοδο της κωδικοποίησης. Λέξεις και φράσεις των απομαγνητοφωνημένων διαλόγων αποτέλεσαν το περιεχόμενο των κόμβων (nodes), οι οποίοι ανέδειξαν τις παραπάνω διαδικασίες και τη συχνότητα εμφάνισής τους.

Οι διαδικασίες επιστημονικής μεθόδου συνεπάγονται αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συμμετεχόντων. Για να μελετηθούν οι πρόσωπο με πρόσωπο αλληλεπιδράσεις δημιουργήθηκαν κόμβοι για τα διαφορετικά επίπεδα αλληλεπίδρασης (Μαθητής – Μαθητής, Εμπυχωτρία – Μαθητής/-ές, Μαθητής/-ές – Εμπυχωτρία, Μαθητές/-ές – Εκπαιδευτικός κλπ.). Οι περισσότερες αλληλεπιδράσεις σημειώθηκαν μεταξύ της εμπυχωτριάς και των μαθητών με σχεδόν ίδιο πλήθος αναφορών μεταξύ των Εμπυχωτρία –



Μαθητές και Μαθητές – Εμπυχώτρια αναφορών. Φαίνεται δηλαδή ότι η εμπυχώτρια, παρόλο που αναλαμβάνει το ρόλο του συντονιστή δίνοντας οδηγίες, οι μαθητές συμμετέχουν εξίσου ενεργά απαντώντας στις ερωτήσεις της εμπυχώτριας και διατυπώνοντας δικές τους ερωτήσεις, παρατηρήσεις, ιδέες. Παρά τους περιορισμούς που θέτει η κοινότητα μάθησης, σημειώνεται πλήθος αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μαθητών και των ομάδων καθώς και των ομάδων μεταξύ τους.

5. Συμπεράσματα

Η δομή του εκπαιδευτικού προγράμματος και η διαδοχή των επιμέρους δράσεων βοήθησαν τους μαθητές να δουλέψουν με έναν διαφορετικό τρόπο εργασίας και να εξοικειωθούν με διαδικασίες επιστημονικής μεθόδου. Όσο οι μαθητές πειραματίζονταν με τα υλικά που διέθεταν, ανακάλυπταν νέους τρόπους χρήσης τους και διαφορετικά πειράματα.

Η καλλιέργεια διαδικασιών επιστημονικής μεθόδου έγινε τόσο αυτόνομα όσο και συνεργατικά, εντός των ομάδων. Ενισχύθηκε μέσα από τη χρήση εργαλείων που είχαν στη διάθεσή τους καθώς και από την έκθεση προηγούμενων εμπειριών των μαθητών.

Μέσα από του διαλόγους κυρίαρχη θέση φαίνεται να καταλαμβάνουν οι πρόσωπο με πρόσωπο αλληλεπιδράσεις. Προϋποθέσεις για τη συμβολή των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων στη διαμόρφωση δομών που θα συμβάλουν στην ανάπτυξη και τον εμπλουτισμό επιστημονικών εννοιών είναι η ενεργός συμμετοχή των μαθητών εντός της κοινότητας και η συνεργασία με τους συμμαθητές.

Όλες οι ενέργειες των συμμετεχόντων ήταν αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων που έλαβαν χώρα εντός της κοινότητας μάθησης. Και η ίδια η εμπυχώτρια κι ο ρόλος της έφερε πολιτισμικό φορτίο το οποίο διαμεσολάβησε τη διαδικασία καλλιέργειας και μάθησης των μαθητών (Fleer, 2010) κατά τη διάρκεια του εκπαιδευτικού προγράμματος.

6. Βιβλιογραφία

Falk, J., Needham, M., Dierking, L., & Prendergast, L. (2014). International science centre impact study: Final report. Corvallis, OR: John H. Falk Research.

Fleer, M. (2010). Conceptual and Contextual Intersubjectivity for Affording Concept Formation in Children's Play. In L. Brooker & S. Edwards (Eds.), *Engaging Play* (pp. 67–79). Maidenhead: Open University Press.

Leontyev, A. N. (2009). *The Development of Mind*. Printed by Bookmasters, Inc., Ohio: 2009 by Marxists Internet Archive, Erythros Press and Media.

Plakitsi, K. (2013). *Activity Theory in Formal and Informal Science Education*. Series: Cultural perspectives in science education: research dialogs, Rotterdam: Sense Publishers.

Science Centre World Summit (SCWS2017). Tokyo Protocol. On the Role of Science Centres and Science Museums Worldwide: In Support of the United Nations Sustainable Development Goals. Retrieved from https://scws2017.org/tokyo_protocol/

United Nations (UN), (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Retrieved from https://www.unfpa.org/sites/default/files/resource-pdf/Resolution_A_RES_70_1_EN.pdf



Άτυπη εκπαίδευση και Χημεία: μελέτη περίπτωσης το Athens Science Festival

Μαρία Μαυρίδη, Κατερίνα Πασχαλίδου, Κατερίνα Σάλτα

Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας

Περίληψη

Η άτυπη εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες αφορά σε ένα πλήθος σχεδιασμένων δράσεων και εμπειριών εκτός του τυπικού εκπαιδευτικού συστήματος. Όσον αφορά στη Χημεία, παρ' όλη την αύξηση των δρώμενων άτυπης εκπαίδευσης στην Ελλάδα, απουσιάζουν μελέτες και αξιολογήσεις των αποτελεσμάτων αυτών των δράσεων. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μελέτη σχετική με τις απόψεις 20 εθελοντών που συμμετείχαν στο Athens Science Festival με επιδείξεις χημικών πειραμάτων. Χρησιμοποιήθηκε ανώνυμο ερωτηματολόγιο 20 ερωτήσεων ανοικτού τύπου και από την ανάλυση των απαντήσεων αναδεικνύεται μια ασαφής οριοθέτηση των σκοπών των παρουσιαζόμενων δράσεων και της αξιολόγησης της επιτυχίας της εκδήλωσης.

Λέξεις-κλειδιά: άτυπη εκπαίδευση, δραστηριότητες προβολής, σκοπός, αξιολόγηση

Informal education and chemistry: the Athens Science Festival as a case study

Maria Mavridi, Katerina Paschalidou, Katerina Salta

Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

The Informal Education in Science is referred to a multitude of designed settings and experiences outside of the formal classroom. Concerning Chemistry, despite the increase of informal educational activities in Greece, studies and evaluations of their results are missing. This study examines the ideas of 20 volunteers performed Chemistry Experiments in the Athens Science Festival. An anonymous open-ended survey of 20 questions has been used and the analysis of the answers indicated vagueness in concerning the purposes of the actions and the evaluation of the festival's success.

Keywords: informal education, outreach, purpose, evaluation

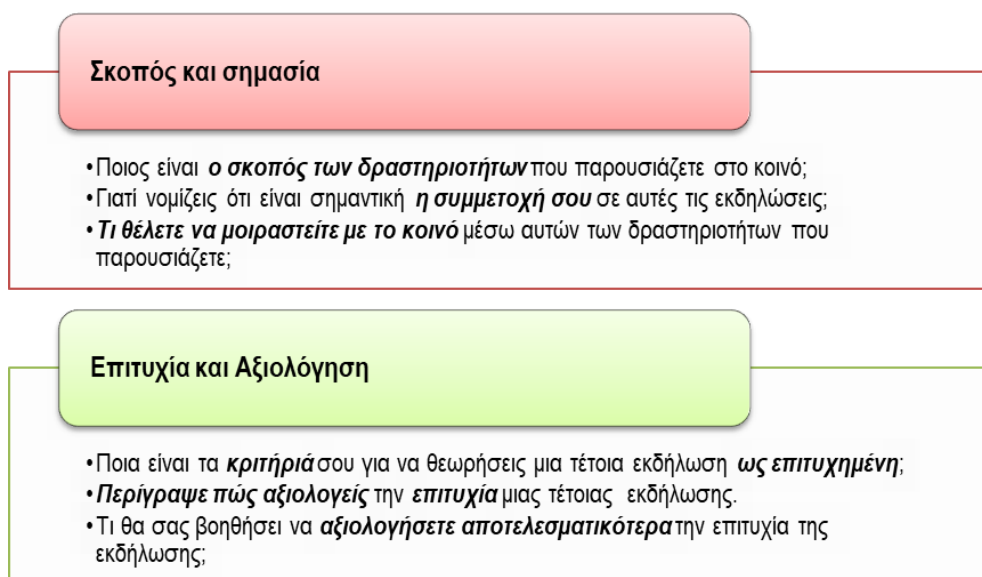


1. Εισαγωγή

Άτυπη εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) είναι η διά βίου μάθηση η οποία λαμβάνει χώρα σε ένα πλήθος δράσεων και εμπειριών εκτός του τυπικού εκπαιδευτικού συστήματος (Stocklmayer & Gilbert 2002). Ένα μεγάλο κομμάτι της επιστημονικής γνώσης αποκτάται έξω από την τάξη, σε διαφορετικά περιβάλλοντα άτυπης εκπαίδευσης και με ποικίλες δραστηριότητες (όπως σε μουσεία, επιστημονικά κέντρα, ζωολογικούς κήπους, φεστιβάλ ΦΕ αλλά και μέσω της τηλεόρασης, βιβλίων και περιοδικών) και αυτό είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο, με τους Αμερικανούς πολίτες να επισκέπτονται περισσότερο από κάθε άλλο λαό άτυπα περιβάλλοντα εκπαίδευσης και να συμμετέχουν σε ανάλογες δραστηριότητες. Η ενασχόληση με πολλές από αυτές τις δράσεις απαιτούν αυξημένη κατανόηση του περιεχομένου και των πρακτικών των ΦΕ (Falk & Dierking 2010). Και ενώ για συγκεκριμένες ομάδες (εκπαιδευτικοί) έχει μελετηθεί η επίδραση της άτυπης εκπαίδευσης στην επαγγελματική τους ανάπτυξη (Jones & Dexter 2014), δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι οι εμπειρίες μάθησης σε άτυπα περιβάλλοντα εκπαίδευσης συμβάλλουν περισσότερο από τις σχολικές εμπειρίες στην κατανόηση των ΦΕ από τους πολίτες γενικά (Falk & Dierking 2010). Μάλιστα, υπάρχει κενό στη βιβλιογραφία σχετικά με την μελέτη της άτυπης εκπαίδευσης στη Χημεία (Pratt & Yeziarski 2017). Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμμετοχή ομάδων από την τυπική εκπαίδευση με παρουσίαση πειραμάτων και άλλων δραστηριοτήτων σε άτυπα περιβάλλοντα εκπαίδευσης (Shaby et al. 2019), όπως το Athens Science Festival (ASF). Η διοργάνωση αυτή, όπως και κάποιες άλλες, στηρίζεται στον εθελοντισμό και η προβολή των ΦΕ στο κοινό γίνεται από επιστήμονες, ερευνητές, αλλά και φοιτητές και μαθητές. Ως εκ τούτου, ο σκοπός της μελέτης είναι να αναδείξει απόψεις συμμετεχόντων μαθητών, φοιτητών, καθηγητών και ερευνητών με την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων:

- (1) Πώς αντιλαμβάνονται οι συμμετέχοντες το σκοπό των δραστηριοτήτων τους καθώς και τη σημασία της συμμετοχής του κοινού και τη δική τους στην εκδήλωση;
- (2) Πώς αξιολογούν οι συμμετέχοντες την επιτυχία της εκδήλωσης;

Εικόνα 1: Θεματικές ενότητες και παραδείγματα ερωτήσεων





2. Μεθοδολογία

Η έρευνα ακολούθησε ποιοτικό ερευνητικό σχεδιασμό και πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά τη διεξαγωγή του ASF 2018, στο οποίο συμμετείχαν ομάδες 25 σχολείων, 6 ερευνητικών κέντρων, 8 πανεπιστημίων, 2 επιστημονικών ενώσεων κ.ά. Τα ποιοτικά δεδομένα της έρευνας συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγιο που περιείχε 20 ερωτήσεις ανοικτού τύπου (Εικόνα 1).

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 3 ομάδες: 10 μαθητές και 2 εκπαιδευτικοί – χημικοί από 1 δημόσιο Λύκειο της Αθήνας, 5 μεταπτυχιακοί φοιτητές, από τους οποίους οι 4 έχουν πτυχίο Χημείας και ο 1 Επιστήμης Περιβάλλοντος και 3 ερευνητές – χημικοί.

Η μεθοδολογία για την ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στις αρχές της θεμελιωμένης θεωρίας, σύμφωνα με την οποία αναζητούνται κατηγορίες που να θεμελιώνονται από τα δεδομένα με σκοπό την διερεύνηση του υπό μελέτη θέματος. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιείται ανοιχτή και αξονική κωδικοποίηση των απαντήσεων των συμμετεχόντων (Miles & Huberman 1994).

3. Αποτελέσματα

Από την κωδικοποίηση των πληροφοριών που έδωσαν οι συμμετέχοντες στην έρευνα αναδείχθηκαν οι διαστάσεις των σκοπών των δραστηριοτήτων, της σημασίας της συμμετοχής κοινού και συμμετεχόντων στην εκδήλωση, καθώς και των πτυχών επιτυχίας και αξιολόγησης της εκδήλωσης: γνωστική, συναισθηματική, κοινωνική και πρακτική (Εικόνα 2). Οι διαστάσεις αυτές αφορούν τον ίδιο τον εθελοντή, την ομάδα του, το κοινό της εκδήλωσης, το κοινωνικό σύνολο, το περιβάλλον, την επιστήμη γενικά και τη Χημεία ειδικότερα, αλλά και τη συγκεκριμένη δραστηριότητα στην οποία συμμετέχει. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα.

Εικόνα 2: Διαστάσεις σκοπών δραστηριοτήτων, σημασίας συμμετοχής και αξιολόγησης





1ο Ερευνητικό ερώτημα: Σκοπός δραστηριοτήτων και σημασία συμμετοχής

Η πλειονότητα των συμμετεχόντων φοιτητών αναφέρουν πως οι δραστηριότητές τους στα πλαίσια του ASF στοχεύουν στα συναισθήματα του κοινού. Οι σκοποί των ερευνητών μοιράζονται τόσο στην γνωστική όσο και στην κοινωνική διάσταση. Οι μαθητές αναφέρουν στόχους κατανεμημένους στις τρεις διαστάσεις (γνωστική, συναισθηματική και κοινωνική), ενώ οι εκπαιδευτικοί στη γνωστική και την πρακτική διάσταση. Αξιοσημείωτο είναι πως μόνο οι μαθητές και οι φοιτητές λαμβάνουν υπόψη τα συναισθήματα του κοινού.

Η σημασία της εμπλοκής των περισσότερων εθελοντών αφορά κυρίως στη γνωστική, την κοινωνική και την πρακτική διάσταση με αναφορά στους ίδιους. Λιγότεροι συμμετέχοντες κάνουν λόγο και για την κοινωνική διάσταση με αναφορά τόσο στην ομάδα και την πραγματοποίηση της εκδήλωσης όσο και στην προσφορά στο κοινωνικό σύνολο. Τέλος, 6 συμμετέχοντες (2 μαθητές, 3 ερευνητές και 1 εκπαιδευτικός) θεωρούν ότι η εμπλοκή τους συμβάλλει στη γνωστική διάσταση με αναφορά στο κοινό της εκδήλωσης. Σχετικά με την συμμετοχή του κοινού, η πλειονότητα την αξιολογεί/χαρακτηρίζει ως σημαντική με αναφορά στην γνωστική διάσταση και αρκετά λιγότεροι στη συναισθηματική και στην κοινωνική. Για τους εκπαιδευτικούς και για 4 μαθητές, η συμμετοχή του κοινού αποτελεί κίνητρο βελτίωσης των γνώσεων της ομάδας τους.

2ο Ερευνητικό ερώτημα: Επιτυχία και αξιολόγηση

Όσον αφορά στην αξιολόγηση της επιτυχίας της εκδήλωσης, οι περισσότεροι συμμετέχοντες αναφέρουν συναισθηματικά και κοινωνικά κριτήρια που αφορούν κυρίως το κοινό και δευτερευόντως την ομάδα. Λιγότεροι είναι εκείνοι που κάνουν λόγο για γνωστικά κριτήρια που αφορούν κοινό, ομάδα και δραστηριότητα και ακόμα πιο λίγοι για πρακτικά κριτήρια αξιολόγησης της ομάδας και της δραστηριότητας. Αυτό επιβεβαιώνεται και κατά την περιγραφή του τρόπου αξιολόγησης της επιτυχίας της εκδήλωσης, καθώς πολύ περισσότεροι είναι οι συμμετέχοντες που χρησιμοποιούν τα συναισθήματα του κοινού και της ομάδας. Μικρότερος αριθμός καταφεύγει σε κοινωνικά κριτήρια ενώ αρκετά λιγότεροι χρησιμοποιούν γνωστικά τόσο για το κοινό όσο και την ομάδα. Τέλος, 6 συμμετέχοντες (2 μαθητές, 3 φοιτητές και 1 εκπαιδευτικός) αξιοποιούν δεδομένα της πρακτικής διάστασης των δραστηριοτήτων. Αντίθετα, η πλειονότητα των συμμετεχόντων στην έρευνα εστίασε στην πρακτική διάσταση της ομάδας και της υποδομής, όταν τους ζητήθηκε να καταγράψουν τι θα μπορούσε να βελτιώσει την ποιότητα των δραστηριοτήτων τους. Μόνο 3 ανέφεραν βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων και κανένας τις γνώσεις της ομάδας.

Πάνω από τους μισούς συμμετέχοντες προσδοκούν να μοιραστούν με το κοινό την κοινωνική διάσταση της Χημείας (σημασία και παρουσία της στην καθημερινή ζωή, συνεργασία με άλλες επιστήμες) και μόνο το ¼ αυτών προσδοκούν στη μάθηση. Ωστόσο, ως δυσκολίες στην επικοινωνία τους με το κοινό σχεδόν όλοι αναφέρονται στα γνωστικά εμπόδια εξαιτίας είτε προαπαιτούμενων γνώσεων ή ορολογίας ή και ικανοτήτων της ομάδας στην απλούστευση εξηγήσεων και στη «μετάδοση γνώσης». Επίσης, σχεδόν όλοι θεωρούν ότι το κοινό μαθαίνει κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τους. Τεκμηριώνουν δε την άποψη αυτή κυρίως από την ανταπόκριση του κοινού αλλά και από την προσπάθεια της ομάδας.

4. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης που αναδεικνύει κάποια δομικά χαρακτηριστικά ενός άτυπου περιβάλλοντος εκπαίδευσης, του ASF, στη Χημεία. Μέσα από τη «φωνή» των



συμμετεχόντων προβάλλει η χαλαρή οριοθέτηση των σκοπών των παρουσιαζόμενων δραστηριοτήτων και της αξιολόγησης της επιτυχίας της εκδήλωσης, ανάλογη με τον μικρό βαθμό συστηματικότητας και οργάνωσης που έχει καταγραφεί και στις Η.Π.Α. (Pratt & Yeziarski 2017).

Μαθητές, φοιτητές, εκπαιδευτικοί και ερευνητές έχουν πολλές/διαφορετικές ιδέες σχετικά με τον σκοπό των δραστηριοτήτων που παρουσιάζουν στο ASF και τη σημασία της συμμετοχής του κοινού και των ιδίων σε αυτό. Ιδιαίτερη έμφαση δίνουν στα συναισθήματα και στη μάθηση του κοινού. Η ποικιλία των στόχων των δραστηριοτήτων που αναφέρουν οι διαφορετικές ομάδες δείχνει ότι οι δραστηριότητες δεν έχουν σχεδιαστεί για έναν μοναδικό μετρήσιμο σκοπό. Επομένως, οι στόχοι της συγκεκριμένης εκδήλωσης μπορεί είτε να μην είναι τόσο συγκεκριμένοι είτε να μην έχουν αποτελέσει θέμα συζήτησης μεταξύ οργανωτών και συμμετεχόντων. Ενδιαφέροντα είναι και τα αποτελέσματα σχετικά με την αξιολόγηση της επιτυχίας της εκδήλωσης, ιδιαίτερα όσον αφορά στη Χημεία, γιατί αφήνουν ανοικτά ερωτήματα σε μελλοντική έρευνα για συγκεκριμένα και μετρήσιμα κριτήρια καθώς και τεχνικές αξιολόγησης.

Οι στόχοι ευθυγραμμίζονται μερικώς μόνο με τα κριτήρια αξιολόγησης. Όπως αναφέρθηκε, όσον αφορά στην αξιολόγηση, οι εθελοντές αναφέρουν κυρίως συναισθηματικά και κοινωνικά κριτήρια και αρκετά λιγότερο γνωστικά, ενώ η διάσταση που κυριαρχεί στους σκοπούς των περισσοτέρων εθελοντών είναι η γνωστική. Όσον αφορά στη σημασία της συμμετοχής, είτε των ιδίων των εθελοντών είτε του κοινού που παρακολουθεί την εκδήλωση, επικρατεί η γνωστική διάσταση.

Η κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μαθητών, εκπαιδευτικών, ερευνητών και δραστηριοτήτων μπορεί να αξιοποιηθεί για τη βελτίωση των εμπειριών των μαθητών σε περιβάλλοντα άτυπης εκπαίδευσης, καθώς φαίνεται ότι η σύνδεση μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης μπορεί να ωφελήσει και τις δύο (Miyake 2017).

5. Βιβλιογραφία

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2010). The 95 percent solution. *American Scientist*, 98(6), 486-493.

Jones, W. M., & Dexter, S. (2014). How teachers learn: The roles of formal, informal, and independent learning. *Educational Technology Research and Development*, 62(3), 367-384.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Miyake, S. (2017). Learning Science in Informal Contexts. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education* (pp. 431-442). Rotterdam: Sense Publishers.

Pratt, J. M., & Yeziarski, E. J. (2017). Characterizing the landscape: Collegiate organizations' chemistry outreach practices. *Journal of Chemical Education*, 95(1), 7-16.

Shaby, N., Ben-Zvi Assaraf, O., & Tal, T. (2019). An examination of the interactions between museum educators and students on a school visit to science museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(2), 211-239.

Stocklmayer, S., & Gilbert, J. (2002). Informal Chemical Education. In J. K. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. van Driel (Eds.) *Chemical Education: Towards Research-Based Practice* (pp. 143-164). Dordrecht Springer.



Συμβουλευτική καθοδήγηση εκπαιδευτικών για την εφαρμογή διδακτικών ενοτήτων αντικειμένων έρευνας αιχμής

Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η διαπραγμάτευση αντικειμένων έρευνας αιχμής στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών μπορεί να συμβάλει σημαντικά στον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών. Ωστόσο, η ενσωμάτωση μιας τέτοιας προσέγγισης στην εκπαιδευτική πράξη προϋποθέτει την κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτικών για την αντιμετώπιση των προκλήσεων ενός τέτοιου εγχειρήματος. Στα πλαίσια αυτά, η παρούσα εργασία εξετάζει την υποστήριξη που παρέχουν μέντορες εκπαιδευτικοί σε άλλους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς που καλούνται να εφαρμόσουν στις τάξεις τους διδακτικές ενότητες πάνω σε αντικείμενα έρευνας αιχμής με κοινωνικές διαστάσεις. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι μέντορες εστιάζουν την υποστήριξή τους σε ζητήματα διδακτικών στρατηγικών και τείνουν να χρησιμοποιούν κυρίως κατευθυντικές πρακτικές, ενώ παράλληλα προσαρμόζουν τον ρόλο τους στις ανάγκες των εκπαιδευτικών.

Λέξεις-κλειδιά: Συμβουλευτική καθοδήγηση, αντικείμενα έρευνας αιχμής, εφαρμογή διδακτικών ενοτήτων

Teacher mentoring for the implementation of teaching modules on cutting-edge research topics

Emily Michailidi, Dimitris Stavrou

Department of Primary Education, University of Crete

Abstract

The negotiation of cutting-edge research topics in science courses may contribute to the scientific literacy of students. However, incorporating such an approach into teaching practice requires appropriate preparation and support for teachers to meet the challenges of such a venture. In this context, this work examines the support provided by mentor-teachers to other in-service teachers who are called to implement to their classrooms modules on cutting-edge scientific subjects with social implications. Data indicate that mentors focused their support on science-specific instructional knowledge and tended to do so using mostly directive skills, but also trying to adapt their role according to mentees' needs.

Keywords: mentoring, contemporary research topics, teaching modules implementation



1. Εισαγωγή

Πάγιος στόχος της έρευνας στη διδακτική των φυσικών επιστημών (ΦΕ) είναι η βελτίωση της εκπαιδευτικής πράξης μέσω της λειτουργικοποίησης και της διάχυσης των ερευνητικών της αποτελεσμάτων. Η διάχυση αυτών των εκπαιδευτικών καινοτομιών, είτε αφορά σε μια νέα διδακτική προσέγγιση, είτε στην ένταξη κάποιου νέου αντικείμενου στη διδασκαλία των ΦΕ, συνεπάγεται αλλαγή στην πρακτική των εκπαιδευτικών. Η εφαρμογή όμως των καινοτομιών είναι μια μακρά και δύσκολη διαδικασία για τους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι συχνά καλούνται να αλλάξουν τις στάσεις και τις πεποιθήσεις τους, να διευρύνουν τις επαγγελματικές τους γνώσεις και το ρεπερτόριο των διδακτικών τους πρακτικών αντιμετωπίζοντας παράλληλα και τους περιορισμούς που τίθενται από το σχολικό πλαίσιο (van Driel et al. 1998). Προκειμένου οι εκπαιδευτικοί να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των εκπαιδευτικών καινοτομιών και να είναι σε θέση να ενσωματώσουν αποτελεσματικά στη διδασκαλία τους τις αντίστοιχες προσεγγίσεις, θα πρέπει να λάβουν κατάλληλη εκπαίδευση και υποστήριξη.

Το καινοτόμο στοιχείο το οποίο κλήθηκαν να εφαρμόσουν οι εκπαιδευτικοί στην παρούσα εργασία αφορά στη διαπραγμάτευση σύγχρονων επιστημονικών αντικείμενων στα μαθήματα ΦΕ. Η επιστημονική έρευνα αιχμής ενσωματώνει ζητήματα τα οποία βρίσκονται ακόμα υπό αντιπαράθεση διαφορετικών επιστημονικών απόψεων και εμπεριέχει μια διάσταση αμφισβήτησης (Levinson 2006). Το γεγονός αυτό την καθιστά πρόσφορο πεδίο για τη διαπραγμάτευση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), η αξία των οποίων έχει αναγνωριστεί από την επιστημονική κοινότητα της διδακτικής των ΦΕ, δεδομένου ότι ελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών και προάγουν τον επιστημονικό τους γραμματισμό (Hofstein et al. 2011). Παράλληλα, μέσα από τα αντικείμενα σύγχρονης επιστημονικής έρευνας οι μαθητές έρχονται σε επαφή με αυθεντικές επιστημονικές πρακτικές και βιώνουν την επιστημονική γνώση σαν μια διαρκώς εξελισσόμενη διαδικασία (Wong et al. 2008).

Βέβαια το εγχείρημα της εφαρμογής διδακτικών εννοιών σχετικών με αντικείμενα έρευνας αιχμής συνεπάγεται και μια σειρά δυσκολιών από πλευράς των εκπαιδευτικών η οποία κυρίως εδράζεται στη μη επάρκεια γνώσεων περιεχομένου σχετικά με αυτά τα τόσο νέα αντικείμενα, αλλά και γνώσεων συγκεκριμένων διδακτικών στρατηγικών για να προσεγγίσουν τα αντικείμενα αυτά (Peers et al. 2003).

Μια από τις μεθόδους που έχουν δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα ως μέσο επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών είναι η συμβουλευτική καθοδήγηση (mentoring) σε συνεργατικά πλαίσια (Feiman-Nemser 2012). Η συνδυαστική αυτή προσέγγιση εμπλέκει τους εκπαιδευτικούς σε διαδικασίες ενεργού μάθησης, καθώς εφαρμόζουν στην πράξη τις διδακτικές καινοτομίες, διερευνούν τρόπους βελτίωσης της καθημερινής τους πρακτικής και αναστοχάζονται επί αυτής (Feiman-Nemser 2012; Bradbury 2010). Ωστόσο, η προσέγγιση της συμβουλευτικής καθοδήγησης εφαρμόζεται κυρίως σε έρευνες με νέους εκπαιδευτικούς ΦΕ, ενώ η βιβλιογραφία που την αξιοποιεί ως μέσο για την υποστήριξη έμπειρων εν ενεργεία εκπαιδευτικών στη διάρκεια εφαρμογής καινοτόμων προσεγγίσεων στη διδασκαλία των ΦΕ είναι περιορισμένη (Appleton 2008).

Με βάση τα παραπάνω, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της υποστήριξης που παρέχουν μέντορες εκπαιδευτικοί σε άλλους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς που καλούνται να εφαρμόσουν στις τάξεις τους διδακτικές ενότητες πάνω σε αντικείμενα έρευνας αιχμής με κοινωνικο-επιστημονικές διαστάσεις. Συγκεκριμένα, διερευνώνται οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ μεντόρων και εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών στη διάρκεια της διαδικασίας συμβουλευτικής καθοδήγησης όπως αυτές αποτυπώνονται στις μεταξύ τους συζητήσεις, από τη σκοπιά α) των θεμάτων στα οποία ήταν εστιασμένες οι συζητήσεις συμβουλευτικής καθοδήγησης και β) του ρόλου που υιοθετούσαν οι μέντορες προκειμένου να υποστηρίξουν τους εκπαιδευόμενους κατά τη διαδικασία αυτή.



2. Μεθοδολογία

Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος IRRESISTIBLE στόχος του οποίου ήταν η ανάπτυξη και εφαρμογή διδακτικού υλικού σχετικά με αντικείμενα της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας.

Σύμφωνα με τον σχεδιασμό του προγράμματος, στη διάρκεια μιας πρώτης φάσης, 5 εκπαιδευτικοί (ένας εκπαιδευτικός της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και 4 εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης - 2 φυσικοί και 2 χημικοί), σε συνεργασία με ερευνητές στο πεδίο της επιστήμης, ερευνητές της διδακτικής των ΦΕ και ειδικούς της επικοινωνίας της επιστήμης ανέπτυξαν και υλοποίησαν μια διδακτική ενότητα σχετικά με τη Νανοτεχνολογία και τις κοινωνικές της προεκτάσεις. Στη διάρκεια μιας δεύτερης φάσης, οι 5 αυτοί εκπαιδευτικοί (στο εξής “μέντορες”) έδρασαν ως πολλαπλασιαστές και εκπαίδευσαν στα πλαίσια κοινοτήτων μάθησης άλλους 32 εκπαιδευτικούς (5 έως 10 έκαστος) στην εφαρμογή της ενότητας που ανέπτυξαν και εφάρμοσαν οι ίδιοι αλλά και άλλων δύο ενοτήτων οι οποίες είχαν αναπτυχθεί από αντίστοιχες ομάδες άλλων χωρών-εταίρων του προγράμματος.

Οι 3 ενότητες στις οποίες επιμορφώθηκαν και εφάρμοσαν οι εκπαιδευτικοί ήταν οι: *Εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας*, *Μικροπλαστικά στους Ωκεανούς* και *Μητρικό γάλα*. Τα κοινά χαρακτηριστικά αυτών των τριών ενοτήτων έγκεινται στο γεγονός ότι πραγματεύονται αντικείμενα σύγχρονης επιστημονικής έρευνας και τις κοινωνικές τους προεκτάσεις και στο ότι βασίζονται σε μια διερευνητική προσέγγιση της γνώσης από τους μαθητές.

Η επιμορφωτική διαδικασία στα πλαίσια των κοινοτήτων μάθησης έλαβε χώρα στη διάρκεια του σχολικού έτους 2015-2016 και ακολούθησε τρεις διαδοχικές φάσεις:

- Τον *προσανατολισμό*, όπου διεξήχθη η αποσαφήνιση των βασικών αξόνων των τριών ενοτήτων.
- Τον *ανασχεδιασμό*, όπου έλαβε χώρα η προσαρμογή των ενοτήτων στις ανάγκες των μαθητών.
- Την *εφαρμογή* των ενοτήτων σε συνθήκες πραγματικής τάξης και τον αναστοχασμό των εκπαιδευτικών.

Στη διάρκεια κάθε φάσης έλαβαν χώρα 2-5 συναντήσεις των κοινοτήτων μάθησης καθώς και εξατομικευμένη υποστήριξη.

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Στην προσπάθεια διερεύνησης της λειτουργίας των κοινοτήτων μάθησης, δεδομένα αντλήθηκαν κυρίως μέσα από τις ηχογραφήσεις των συναντήσεων των μεντόρων με τα μέλη των κοινοτήτων μάθησης, ενώ συμπληρωματικά αξιοποιήθηκαν στοιχεία και από τις συζητήσεις των μεντόρων με τους ερευνητές και από τις αναστοχαστικές παρουσιάσεις των συμμετεχόντων στην καταληκτική ολομέλεια.

Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας, για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου.

Συγκεκριμένα, για την ανάλυση του περιεχομένου των συζητήσεων μεντόρων–εκπαιδευόμενων αξιοποιήσαμε ως κατηγορίες τις διαφορετικές πτυχές της επαγγελματικής γνώσης των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία των ΦΕ βάσει του μοντέλου της Gess-Newsome (2015) καθώς και κατηγορίες που αναδύθηκαν από τα δεδομένα. Κατ’ αυτόν τον τρόπο καταλήξαμε στην κατηγοριοποίηση που παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.



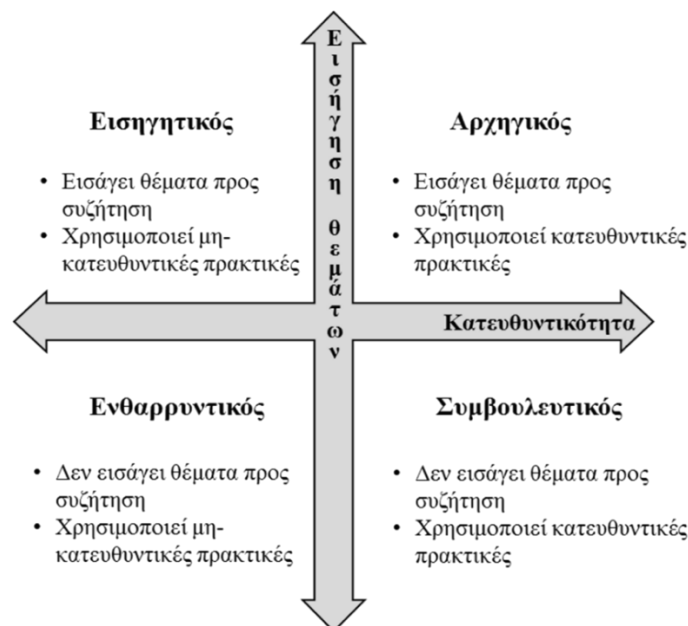
Πίνακας 1: Κατηγορίες ανάλυσης του περιεχομένου του λόγου των μεντόρων

Κατηγορίες	Περιγραφή
Γνώση Περιεχομένου	Συζήτηση επί του επιστημονικού αντικείμενου κάθε ενότητας & των πτυχών της ΥΕΚ
Γενική Παιδαγωγική Γνώση	Συζήτηση για τη διαχείριση της τάξης & για σύγχρονες θεωρίες μάθησης
Γνώση διδακτικών στρατηγικών	Συζήτηση για τη μάθηση μέσω διερεύνησης, για τη διαχείριση ζητημάτων ΥΕΚ, για τη διαπραγμάτευση των ιδεών των μαθητών Παροχή βοήθειας στον ανασχεδιασμό των μαθημάτων Οδηγίες για τη διαχείριση πειραμάτων και δραστηριοτήτων Επίδειξη εκτέλεσης πειραμάτων και δραστηριοτήτων Παροχή ανατροφοδότησης σχετικά με τη διδασκαλία
Γνώση των μαθητών	Συζήτηση για τις γνωστικές δυνατότητες, τις συνήθειες εναλλακτικές ιδέες και τις δεξιότητες των μαθητών
Γνώση σκοπών και στόχων	Συζήτηση επί των διδακτικών στόχων των ενότητων
Οργανωτικά Ζητήματα	Καθοδήγηση προετοιμασίας, Οργάνωση επισκέψεων, Διαμοιρασμός υλικών

Στη συνέχεια για τον χαρακτηρισμό του ρόλου των μεντόρων στη διάρκεια αυτών των συζητήσεων, βασίσαμε την ανάλυσή μας στο μοντέλο των Hennissen et al. (2008), σύμφωνα με το οποίο ο βαθμός χρήσης καθοδηγητικών πρακτικών και η εισήγηση θεμάτων προς συζήτηση συνιστούν δύο διαστάσεις που συνδυαζόμενες ορίζουν 4 διαφορετικούς ρόλους συμβουλευτικούς καθοδήγησης: εισηγητικό, αρχηγικό, ενθαρρυντικό και συμβουλευτικό όπως αυτοί αναπαρίστανται στο Γράφημα 1.

Κατ' αυτόν τον τρόπο κατασκευάσαμε τις αντίστοιχες κατηγορίες για το είδος των πρακτικών των μεντόρων και για τον βαθμό εισήγησης θεμάτων προς συζήτηση στην ομάδα (Πίνακας 2) και αφού καταγράψαμε το ποσοστό του λόγου των μεντόρων που αντιστοιχούσε σε καθεμιά από αυτές, προχωρήσαμε στον υπολογισμό του ποσοστού των ρόλων με τους οποίους συμμετείχε ο κάθε μέντορας στις συζητήσεις και στην κατασκευή γραφηματικών αναπαράστασεων αυτών.

Γράφημα 1: Μοντέλο ρόλων συμβουλευτικής καθοδήγησης (MERID model, Crasborn et al. 2011)





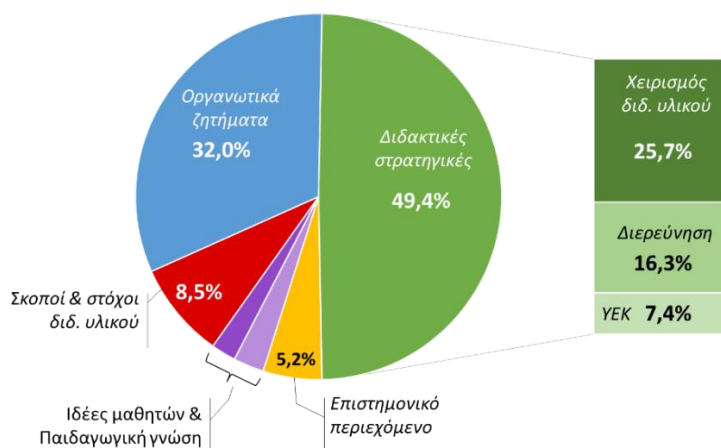
Πίνακας 2: Κατηγορίες ανάλυσης των πρακτικών των μεντόρων ως προς τη μορφή

Κατηγορίες		Περιγραφή
Είδος πρακτικών	Κατευθυντικός	Δίνει οδηγίες, Επιβεβαιώνει/Απορρίπτει, Αξιολογεί, Εκφράζει άποψη, Δίνει συμβουλές, Επιδεικνύει δραστηριότητες, Δίνει πληροφορίες
	Μη κατευθυντικός	Θέτει ερωτήσεις, Παρωθεί στην ανάπτυξη εναλλακτικών, Παρωθεί σε αναστοχασμό.
Εισήγηση θεμάτων στη	Ενεργητικός	Ο μέντορας εισάγει το θέμα προς συζήτηση
	Αποκριτικός	Ο μέντορας αποκρίνεται/ αντιδρά σε θέματα που εισάγουν οι εκπαιδευτικοί προς συζήτηση

3. Αποτελέσματα

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα της εστίασης του λόγου των μεντόρων, εντοπίστηκαν ορισμένες κοινές τάσεις. Όπως φαίνεται στο Γράφημα 2, ζητήματα σχετικά με γνώσεις επιστημονικού περιεχομένου συζητήθηκαν σε περιορισμένο βαθμό, όπως και θέματα σχετικά με τις προϋπάρχουσες γνώσεις και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Εξίσου περιορισμένη υπήρξε η διαπραγμάτευση γενικών παιδαγωγικών ζητημάτων, γεγονός που κυρίως αποδίδεται στην αυξημένη διδακτική εμπειρία των εκπαιδευτικών. Αντίθετα, αρκετή σημασία δόθηκε από τους μέντορες σε θέματα που αφορούσαν στη διευκρίνιση των καινοτόμων στοιχείων των διδακτικών ενοτήτων. Τα θέματα ωστόσο που κυριάρχησαν στον λόγο των μεντόρων σχετίζονταν με τις γνώσεις συγκεκριμένων διδακτικών στρατηγικών (π.χ. αξιοποίηση των διδακτικών υλικών, μάθηση μέσω διερεύνησης, ζητήματα διδακτικού σχεδιασμού, διαπραγμάτευση πτυχών ΥΕΚ), τα οποία προσεγγίστηκαν με ευρύ φάσμα μεθόδων (πχ. παρουσιάσεις, επίδειξη διεξαγωγής δραστηριοτήτων κ.α.). Τέλος, σχεδόν το 1/3 των συναντήσεων αφιερώθηκε στα οργανωτικά ζητήματα που ανέκυπταν και απαιτούσαν επίλυση.

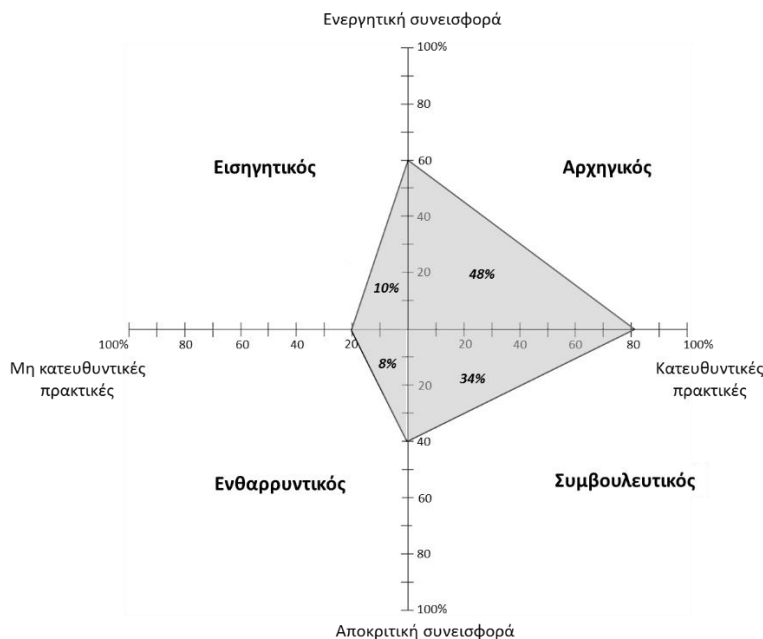
Γράφημα 2: Ποσοστό λόγου των μεντόρων που αφιερώθηκε σε διαφορετικές περιοχές επαγγελματικής γνώσης.





Αναφορικά με τους ρόλους που υιοθέτησαν οι μέντορες, οφείλουμε αρχικά να παρατηρήσουμε ότι οι μέντορες συμμετείχαν στις συζητήσεις συμβουλευτικής καθοδήγησης και με τους τέσσερις διαφορετικούς ρόλους, με μία σαφή επικράτηση όμως του αρχηγικού και του συμβουλευτικού ρόλου στις 4 από τις 5 περιπτώσεις μεντόρων (βλ. ενδεικτικά Γράφημα 3).

Γράφημα 3: Γραφική αναπαράσταση του ποσοστού υιοθέτησης των διαφορετικών ρόλων συμβουλευτικής καθοδήγησης κατά μέσο όρο από τους μέντορες.

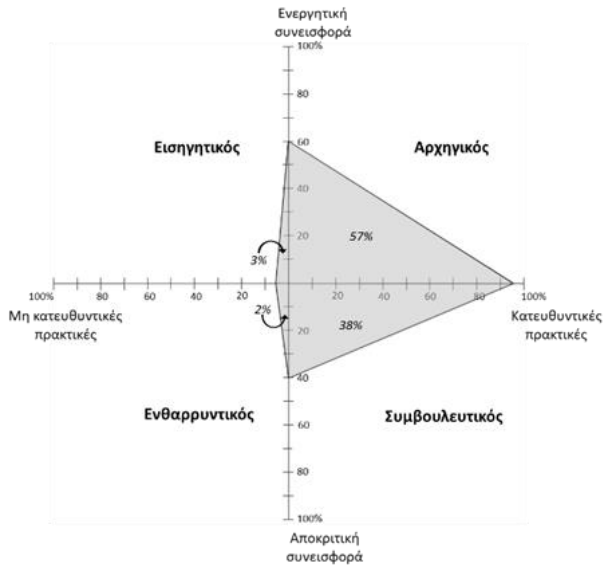


Επίσης, παρατηρήθηκε μια τάση των μεντόρων να προσαρμόζουν τις πρακτικές τους στις ανάγκες των εκπαιδευόμενων και ιδιαίτερα να περιορίζουν τις κατευθυντικές τους πρακτικές όταν οι εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί διέθεταν την απαραίτητη γνώση υποβάθρου πάνω σε ένα θέμα, η οποία τους επέτρεπε να συμμετέχουν πιο ενεργά στη συζήτηση. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και από το Γράφημα 4, όταν οι μέντορες συζητούσαν με τους εκπαιδευόμενους ζητήματα σχετικά με το καινοτόμο επιστημονικό περιεχόμενο των ενοτήτων αλλά και όταν διευκρίνιζαν τους σκοπούς και τους στόχους των ενοτήτων, έτειναν να αξιοποιούν σχεδόν αποκλειστικά κατευθυντικές πρακτικές. Ως εκ τούτου, σε αυτές τις περιπτώσεις υιοθετούσαν μόνο τον αρχηγικό και τον συμβουλευτικό ρόλο.

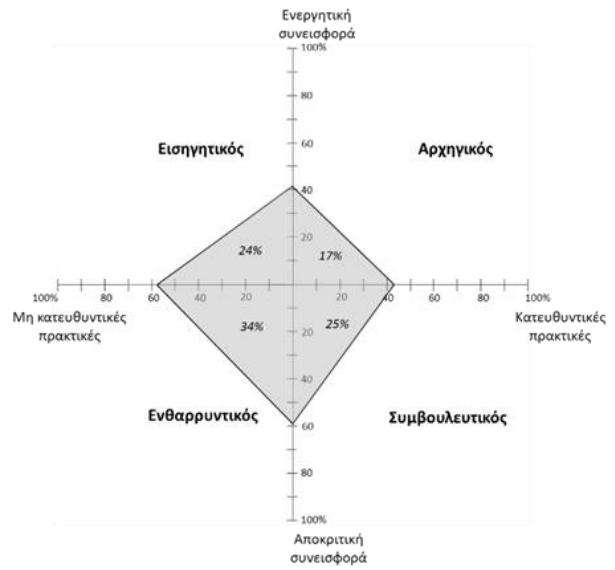
Από την άλλη πλευρά, σε ζητήματα που σχετίζονταν με γνώσεις γενικής παιδαγωγικής ή με τις ιδέες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών, στα οποία οι εκπαιδευτικοί είχαν βαθιά γνώση υποβάθρου, η αξιοποίηση κατευθυντικών πρακτικών από πλευράς των μεντόρων ήταν πιο περιορισμένη. Συνεπώς, οι μέντορες κατέδειξαν ως επικρατέστερο τον ενθαρρυντικό ρόλο (Γράφημα 5). Τέλος, στις συζητήσεις σχετικά με θέματα διδακτικών στρατηγικών και οργανωτικών ζητημάτων, αν και οι ίδιοι οι μέντορες ήταν αυτοί που καθοδηγούσαν ως επί το πλείστον τη συζήτηση γύρω από αυτά τα θέματα υιοθετώντας κυρίως τον αρχηγικό ρόλο, παράλληλα ωθούσαν και τους εκπαιδευόμενους να μοιραστούν τις απόψεις τους πάνω σε αυτά.



Γράφημα 4: Αναπαράσταση του ρόλου των μεντόρων όταν διαπραγματεύονται γνώσεις σχετικές με το επιστημονικό αντικείμενο και τους σκοπούς και τους στόχους των διδακτικών υλικών.



Γράφημα 5: Αναπαράσταση του ρόλου των μεντόρων όταν διαπραγματεύονται γενικές παιδαγωγικές γνώσεις και γνώσεις σχετικές με τους μαθητές.



4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα αναφορικά με το περιεχόμενο των συζητήσεων συμβουλευτικής καθοδήγησης έδειξαν αρχικά μια ισχυρή τάση των μεντόρων να συζητούν θέματα τα οποία ήταν προσανατολισμένα σε διαφορετικές πτυχές των στρατηγικών διδασκαλίας των ΦΕ, όπως η διδασκαλία και μάθηση μέσω διερεύνησης, ο διδακτικός σχεδιασμός κ.α. Σε συνδυασμό δε με την συζήτηση ζητημάτων που άπτονταν των διδακτικών σκοπών και στόχων των ενοτήτων, των γνώσεων των μαθητών και του επιστημονικού περιεχομένου, τα αποτελέσματα φανερώνουν έναν έντονο προσανατολισμό του λόγου των μεντόρων σε εξειδικευμένα (science-specific) θέματα διδασκαλίας των ΦΕ. Αν και τα ευρήματα αυτά βρίσκονται σε αντιδιαστολή με εκείνα αντίστοιχων ερευνών που αποκαλύπτουν μια εστίαση των μεντόρων σε γενικές διδακτικές δεξιότητες ή γενικές παιδαγωγικές γνώσεις, (Bradbury & Koballa 2007; Bang & Luft 2014; Barnett & Friedrichsen 2015), η απόκλιση αυτή αποδίδεται στο ότι οι συμμετέχοντες εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί στην παρούσα έρευνα δεν ήταν αρχάριοι αλλά με αρκετά χρόνια εμπειρίας, συνεπώς δεν έχρηζαν καθοδήγησης στους τομείς αυτούς.

Αναφορικά με τους ρόλους συμβουλευτικής καθοδήγησης, οι συμμετέχοντες μέντορες υιοθετούσαν πιο συχνά κατευθυντικές πρακτικές προκειμένου να υποστηρίξουν τους εκπαιδευόμενους εκπαιδευτικούς, καταφεύγοντας συχνότερα στην παροχή συμβουλών και οδηγιών. Αντίστοιχα η πλειοψηφία των μεντόρων είχε ενεργητική συνεισφορά στις συζητήσεις, διαμορφώνοντας έτσι ως κυρίαρχο τον αρχηγικό ρόλο. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα άλλων ερευνών που αναδεικνύουν τον αρχηγικό ρόλο ως πιο ευρέως διαδεδομένο μεταξύ των μεντόρων (Hennissen et al. 2008; Crasborn et al. 2011; Mena et al. 2017). Μάλιστα οι Hennissen et al. (2008) υποστηρίζουν ότι αυτή η τάση είναι ακόμα πιο έντονη στους μη εκπαιδευμένους μέντορες όπως στην περίπτωση των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα.

Ιδιαίτερα ενδιαφέροντα ήταν όμως τα ευρήματα της παρούσας έρευνας σχετικά με την διαρκή δυναμική μετατόπιση των ρόλων που υιοθετούσαν οι μέντορες οι οποίοι προσαρμόζονταν στις εξελισσόμενες ανάγκες των εκπαιδευτικών παρέχοντας ισχυρότερη καθοδήγηση σε θέματα γύρω από τα οποία δεν διέθεταν βαθιά γνώση υποβάθρου και περιορίζοντας τις παρεμβάσεις τους σε ζητήματα στα οποία οι εκπαιδευόμενοι διέθεταν το υπόβαθρο για να αυτενεργήσουν. Λαμβάνοντας παράλληλα υπόψιν ότι ένας από τους σημαντικότερους και επιδραστικότερους παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία μιας διαδικασίας συμβουλευτικής καθοδήγησης είναι ο βαθμός στον οποίο η προσέγγιση των μεντόρων ταιριάζει και είναι σε θέση να αντιμετωπίσει τις μαθησιακές ανάγκες των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών (Hobson et al. 2009), τα ευρήματα περί της αυθόρμητης τάσης των μεντόρων να προσαρμόζουν τόσο το περιεχόμενο των λεγομένων τους όσο και το είδος των πρακτικών τους είναι αρκετά σημαντικά για την αποτελεσματικότητα μιας τέτοιας προσπάθειας.

Από τα παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε ότι η διαδικασία συμβουλευτικής καθοδήγησης που εκτυλίχθηκε στο φόντο της εφαρμογής διδακτικών ενοτήτων αντικειμένων σύγχρονης έρευνας από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, αποτέλεσε μια δυναμική διαδικασία η οποία παρείχε στους εκπαιδευτικούς ευκαιρίες επαγγελματικής ανάπτυξης και συγκέντρωνε χαρακτηριστικά μιας αποτελεσματικής προσπάθειας εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Συνεπώς, η προσέγγιση της συμβουλευτικής καθοδήγησης μπορεί να αξιοποιηθεί όχι μόνο για την επαγγελματική ανάπτυξη νέων αλλά και έμπειρων εκπαιδευτικών αλλά να αποτελέσει εργαλείο και για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών που επιχειρούν την εφαρμογή εκπαιδευτικών καινοτομιών στις τάξεις τους, στο βαθμό που συγκεντρώνει αρκετά στοιχεία ενός αποτελεσματικού επιμορφωτικού εγχειρήματος.



5. Βιβλιογραφία

- Appleton, K. (2008). Developing science pedagogical content knowledge through mentoring elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), 523-545.
- Bang, E., & Luft, J. A. (2014). Exploring the written dialogues of two first-year secondary science teachers in an online mentoring program. *Journal of Science Teacher Education*, 25(1), 25-51.
- Barnett, E., & Friedrichsen, P. J. (2015). Educative mentoring: How a mentor supported a preservice biology teacher's pedagogical content knowledge development. *Journal of Science Teacher Education*, 26(7), 647-668.
- Bradbury, L. (2010). Educative mentoring: Promoting reform-based science teaching through mentoring relationships. *Science Education*, 94(6), 1049-1071.
- Bradbury, L., & Koballa Jr, T. R. (2007). Mentor advice giving in an alternative certification program for secondary science teaching: Opportunities and roadblocks in developing a knowledge base for teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), 817-840.
- Crasborn, F., Hennissen, P., Brouwer, N., Korthagen, F., & Bergen, T. (2011). Exploring a two-dimensional model of mentor teacher roles in mentoring dialogues. *Teaching and Teacher education*, 27(2), 320-331.
- Feiman-Nemser, S. (2012). Beyond solo teaching. *Educational Leadership*, 69, 10–16.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28–42). London: Routledge Press.
- Hennissen, P., Crasborn, F., Brouwer, N., Korthagen, F., & Bergen, T. (2008). Mapping mentor teachers' roles in mentoring dialogues. *Educational research review*, 3(2), 168-186.
- Hobson, A. J., Ashby, P., Malderez, A., & Tomlinson, P. D. (2009). Mentoring beginning teachers: What we know and what we don't. *Teaching and teacher education*, 25(1), 207-216.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.
- Levinson R., (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues, *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201- 1224.
- Mena, J., Hennissen, P., & Loughran, J. (2017). Developing pre-service teachers' professional knowledge of teaching: The influence of mentoring. *Teaching and Teacher Education*, 66, 47-59.
- Peers, C., Diezmann, C., & Watters, J. (2003). Supports and concerns for teacher professional growth during the implementation of a science curriculum innovation. *Research in Science Education*, 33(1), 89-110.
- van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.
- Wong, S. L., Hodson, D., Kwan, J., & Yung, B. H. W. (2008). Turning Crisis into Opportunity: Enhancing student-teachers' understanding of nature of science and scientific inquiry through a case study of the scientific research in severe acute respiratory syndrome. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1417-1439.



Δημόσια κατανόηση της Επιστήμης και της Τεχνολογίας στη μετανεωτερική εποχή: Ένα παράδειγμα εκπαιδευτικής δράσης σε πλαίσιο μη τυπικής μάθησης

Παρασκευάς Χρηστίδης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η προώθηση της επιστήμης στο ευρύ κοινό και η σύνδεσή της με την τεχνολογία αποτελεί ένα ισχυρό πεδίο ενδιαφέροντος στην εκπαιδευτική κοινότητα. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η εξέλιξη των αντιλήψεων των φοιτητών διαφόρων ειδικοτήτων σχετικά με την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της συμμετοχής τους σε ένα Εντατικό Πρόγραμμα Erasmus που διοργανώθηκε από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας το 2011. Η έρευνα βασίστηκε στο μοντέλο διδασκαλίας Science-Technology-Society-Environment. Ακολουθώντας το ποιοτικό παράδειγμα, αναδεικνύει τη βελτίωση της κατανόησης των φοιτητών σχετικά με τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές προεκτάσεις που σχετίζονται με τη χρήση λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικές καταστάσεις.

Λέξεις-κλειδιά: δημόσια κατανόηση της επιστήμης, μοντέλο STSE, ηλεκτρική ενέργεια

Public Understanding of Science and Technology in the post-modern era: An example of educational action in a non-formal learning context

Paraskevas Christidis

Department of Primary Education, University of Western Macedonia

Abstract

Promoting science to the general public and linking it to technology is a powerful area of interest in community of education. This paper examines the development of students' perceptions of electrical energy generation during their participation in an Erasmus Intensive Program organized by the University of Western Macedonia in 2011. The research was based on the STSE (Science-Technology-Society-Environment) model and - following the qualitative example - highlights the students' understanding of the social and environmental impacts associated with lignite electricity generation in real situations.

Keywords: public understanding of science, STSE model, electrical energy



1. Εισαγωγή

Στο μετανεωτερικό πλαίσιο της Κοινωνίας της Γνώσης (τέλος 20ού - αρχές 21ου αι.) η έννοια της διδασκαλίας ανα-νοηματοδοτείται με βάση τα αναμορφούμενα κοινωνικο-πολιτισμικά και επιστημολογικά συμφραζόμενα (Reichenbach 1999). Οι εκπαιδευτικοί συμμετέχουν σε μαθησιακές κοινότητες και ο ρόλος τους γίνεται πιο αποδοτικός, εντασσόμενος σε ένα δημιουργικό πλαίσιο (Φρυδάκη 2009, 342-344). Αντίστοιχα, ο όρος επιστημονικός γραμματισμός (scientific literacy) αναπροσδιορίζεται βάσει του χωρο-χρονικού πλαισίου και του κοινού αναφοράς του (Kemp, 2003), αποκτώντας νόημα ανάλογο με τις κοινωνικές και πολιτισμικές παραδόσεις κάθε χώρας (Χαλκιά, 2012: 27). Και ενώ η επιστήμη προωθείται σε ευρέα κοινωνικά στρώματα, η επιστημονική ελίτ καλείται να εγκαταλείψει την επιφυλακτική της στάση απέναντι στους μη εγγράμματος πολίτες και να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ επιστημονικής και δημόσιας γνώσης (Turner, 2008). Πρόκειται για το λεγόμενο κίνημα για τη δημόσια κατανόηση της επιστήμης (public understanding of science) που αφορά την εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή, με σκοπό την ανάπτυξη μιας δημοκρατικής κοινωνίας. Τα οφέλη που προκύπτουν αφορούν την οικονομική ευμάρεια του κράτους, την ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας, τις πολιτικές αποφάσεις για την επιστήμη και την κοινωνική αλληλεπίδραση, ενώ αναφέρονται και σε ζητήματα της καθημερινής ζωής, της εργασίας, καθώς και σε νοητικά, ηθικά και αισθητικά πλεονεκτήματα για τον πολίτη (Shamos 1995). Ανάλογο προσανατολισμό ακολουθεί και το μοντέλο Science-Technology-Society-Environment (STSE) (Pedretti 2002, 7), για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, που εξετάζει τις σχέσεις μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας, κοινωνίας και περιβάλλοντος.

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τη δυνατότητα συμβολής της μη τυπικής εκπαίδευσης στη διαμόρφωση της δημόσιας κατανόησης της επιστήμης υπό το πρίσμα του μοντέλου STSE, εστιάζοντας στο φαινόμενο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοιες μορφές εκπαίδευσης παρουσιάζουν πλεονεκτήματα όπως ανοιχτή δομή, αρκετές επιλογές, μη ανταγωνιστικές δραστηριότητες, παροχή εσωτερικών κινήτρων κ.λπ., αλλά και μειονεκτήματα όπως μειωμένη εποπτεία και έλεγχο, μειωμένη προβλεψιμότητα, εμπειρική προσέγγιση της πληροφορίας, δυσκολία συστηματικής μέτρησης, αμφίβολη αξιοπιστία (Χαλκιά 2007: σ. 210). Σε κάθε περίπτωση συνάδουν με την «ιδιόρρυθμη επιστήμη» (extraordinary science) του Kuhn (Rathbone 2001), η οποία προσιδιάζει στο μετανεωτερικό «παράδειγμα». Προάγουν δηλαδή μία δυναμική αναστοχασμού και αυτοπροσδιορισμού, διακινδυνεύοντας ωστόσο να συρρικνώσουν τις εδραιωμένες εκπαιδευτικές κατακτήσεις της νεωτερικότητας στο όνομα μιας «επικοινωνιακής ευφορίας» (Φρυδάκη 2009, 447).

Τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν ήταν τα εξής:

- Πώς εξελίσσονται οι αντιλήψεις των φοιτητών εκτός της ειδικότητας των Φυσικών Επιστημών για το περιεχόμενο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, την αποτύπωσή της σε μορφή πολιτισμικού προϊόντος και την αξιοποίηση του προϊόντος αυτού για εκπαιδευτικούς σκοπούς, μέσα από μορφές μη τυπικής εκπαίδευσης;
- Ποιες προτάσεις διατυπώνουν οι φοιτητές σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας υπό το πρίσμα του μοντέλου STSE;

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα εφαρμόστηκε στη διάρκεια μιας θεματικής Δράσης του δεκαήμερου Εντατικού Προγράμματος Erasmus με τίτλο *Άνθρωποι και Χώρος στη Δυτική Μακεδονία: ανιχνεύοντας ιστορικά, κοινωνικά και διαπολιτισμικά χαρακτηριστικά* (P.S.BoWMa), το οποίο αναπτύχθηκε στην Παιδαγωγική Σχολή της Φλώρινας το 2011 <<http://www.eled.uowm.gr/ip2010>>. Συμμετείχαν 26



φοιτητές ηλικίας 18-21 ετών, οι οποίοι είχαν διαφορετικές ειδικότητες και προέρχονταν από τρία πανεπιστήμια τριών ευρωπαϊκών χωρών: το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας ως συντονιστή (Παιδαγωγική Σχολή και Σχολή Καλών Τεχνών), το Πανεπιστήμιο Noordelijke Hogeschool στο Leeuwarden της Ολλανδίας (Τμήμα Ιστορίας) και το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Κύπρου (Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Επικοινωνίας).

Η έρευνα είχε ποιοτικό χαρακτήρα και εστίασε σε μια συγκεκριμένη θεματική Δράση του Προγράμματος, η οποία αναφέρεται στη χρήση λιγνίτη για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στη Δυτική Μακεδονία. Οι δραστηριότητες στις οποίες ενεπλάκησαν οι διεθνείς φοιτητές περιλάμβαναν

(α) Διαδικασίες προσέγγισης στο γνωστικό αντικείμενο (παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας) με επίσκεψη στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας, τα ορυχεία, τον πύργο ελέγχου των ορυχείων και τα χωριά της ευρύτερης περιοχής. Ακόμη περιλάμβαναν σεμινάρια και εργαστήρια.

(β) Διαδικασίες παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού –συγκεκριμένα, ενός εκπαιδευτικού φιλμ – το οποίο βασίστηκε σε ανάλογο οπτικοακουστικό υλικό (αφήγηση, βίντεο, animation, φωτογραφίες, ηχογραφήσεις ηχοτοπίων, σκίτσα, σημειώσεις και πληροφοριακό υλικό από το διαδίκτυο).

Το δείγμα αποτέλεσε μία ομάδα 5 φοιτητών από 3 διαφορετικές χώρες. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τρία ερευνητικά εργαλεία:

- α) οι ατομικές εκθέσεις των φοιτητών, όπου οι ίδιοι κατέγραψαν τις απόψεις τους σχετικά με το υποθετικό φιλμ που επρόκειτο να κατασκευάσουν πριν τη συμμετοχή τους στο Πρόγραμμα (εφαρμογή ΠΡΙΝ)·
- β) οι ημιδομημένες συνεντεύξεις που έδωσαν οι φοιτητές σχετικά με τη συμμετοχή τους στο Πρόγραμμα (εφαρμογή ΜΕΤΑ)·
- γ) το ίδιο το εκπαιδευτικό φιλμ που κατασκεύασαν οι φοιτητές με τη λήξη του Προγράμματος.

Στη συγκεκριμένη ανακοίνωση θα ασχοληθούμε μόνο με την παρουσίαση των δεδομένων από τις ατομικές εκθέσεις των φοιτητών και τις ημιδομημένες συνεντεύξεις τους. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν εστίαζαν σε 8 θεματικές ενότητες, οι οποίες σχετίζονταν με το φιλμ ως *θεματική* και ως *διαδικασία*: την ατομική έκθεση των φοιτητών για το θέμα της ηλεκτρικής ενέργειας πριν από τη συμμετοχή τους στο Πρόγραμμα, τον τρόπο με τον οποίο η κάθε ομάδα συνεργάστηκε για την παραγωγή του εκπαιδευτικού φιλμ, τη σχέση της ειδικότητας των συμμετεχόντων με την κατασκευή του φιλμ, τα πολιτισμικά χαρακτηριστικά και τους παράγοντες που επηρέασαν την κατασκευή του, τον ρόλο της συνολικής συμμετοχής των φοιτητών στο Εντατικό Πρόγραμμα, την λογική (rationale) που ακολουθήθηκε για την κατασκευή του φιλμ, καθώς και τις γνώσεις των συμμετεχόντων αναφορικά με την επιστήμη, την τεχνολογία, το περιβάλλον και την κοινωνία, σε σχέση πάντα με την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

3. Αποτελέσματα

Προκειμένου να διαπιστωθεί ο τρόπος με τον οποίον εξελίχθηκαν οι αντιλήψεις των φοιτητών σε ό,τι αφορά την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας –σε συνάφεια με την κατασκευή του φιλμ–, έγινε σύγκριση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τα δύο πρώτα ερευνητικά εργαλεία: την ατομική έκθεση (ΠΡΙΝ) και την ημιδομημένη συνέντευξη (ΜΕΤΑ). Τα δεδομένα αυτά στη συνέχεια



διασταυρώθηκαν και με το περιεχόμενο του φιλμ που κατασκεύασε η ομάδα. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αφορούν τις 4 κατευθύνσεις εννοιολογικής ανάλυσης του εκπαιδευτικού φιλμ (Θέματα, Σενάριο, Τεχνολογία, Διδακτική αξιολόγηση) με ανάλογες υποκατηγορίες.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτική παρουσίαση της εξέλιξης των αντιλήψεων των φοιτητών στις Κατηγορίες και τις Υποκατηγορίες ανάλυσης

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΘΕΜΑΤΑ	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας Χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας Επιπτώσεις από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας στον άνθρωπο και στο περιβάλλον Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας Ιστορική προσέγγιση της ενέργειας Εννοιολογική προσέγγιση του περιεχομένου της ενέργειας	Αναφορές σε χώρες Όροι επιστήμης και τεχνολογίας Τρόποι αξιοποίησης της ηλεκτρικής ενέργειας Υπερκατανάλωση Χρησιμότητα της ηλεκτρικής ενέργειας Κοινωνικά οφέλη από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας Καταστροφή περιβάλλοντος Ανθρώπινη υγεία Μετεγκατάσταση πληθυσμών Σύγκριση ανανεώσιμων και συμβατικών πηγών ενέργειας σε κοινωνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο Πρώτες μορφές ενέργειας
ΣΕΝΑΡΙΟ	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρώπη Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη Μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη	Χρήση ανανεώσιμων πηγών σε χώρες της Ευρώπης Μέθοδοι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά την Ευρώπη
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	Ακίνητη εικόνα Κινούμενη εικόνα Ήχος	Ακίνητο γραφικό (εικόνα, φωτογραφία) Στατική καλλιτεχνική δημιουργία (ζωγραφία, σκίτσο, σχέδιο) Κίνηση με όρους τεχνολογίας (animation, βίντεο, γραφικά κίνησης, παιχνίδι με λογισμικό) Μορφές ήχου από φυσικό, ανθρώπινο, τεχνολογικό και μηχανολογικό περιβάλλον
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ	Διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου Διδακτική μέθοδος Κινητοποίηση μαθητικού ενδιαφέροντος Επίσκεψη πεδίου	Απλοποίηση του περιεχομένου Χρήση διδακτικών εργαλείων Γνωστικό επίπεδο των μαθητών Αντιλήψεις φοιτητών για τη μάθηση και τη διδασκαλία Πρόκληση σκέψης και προβληματισμού των μαθητών Επίτευξη μαθησιακών αποτελεσμάτων Πρόκληση ενδιαφέροντος των μαθητών Εκπαιδευτική εκδρομή

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκαν αλλαγές στις αντιλήψεις των φοιτητών σε 15 από τις 17 συνολικά κατηγορίες και σε 25 από τις 36 υποκατηγορίες ανάλυσης που αναγνωρίστηκαν. Συγκεκριμένα, οι φοιτητές ανέδειξαν τις κατηγορίες της χρήσης και των επιπτώσεων από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι περισσότεροι αναφέρθηκαν στους τρόπους αξιοποίησής της. Σε ό,τι αφορά τις υπόλοιπες κατευθύνσεις ανάλυσης, η μεγαλύτερη αλλαγή στις αντιλήψεις των φοιτητών μετά τη συμμετοχή τους στο Πρόγραμμα σημειώθηκε κυρίως



στους τομείς της διδακτικής αξιοποίησης (διδακτικό μετασχηματισμό περιεχομένου) και της τεχνολογικής υποστήριξης (σχεδιασμός και χρήση ακίνητης εικόνας) του εκπαιδευτικού φιλμ.

Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στον Πίνακα 1.

4. Συμπεράσματα

Παρόλο που δεν παρατηρήθηκε ισχυρή εξέλιξη στις αντιλήψεις των φοιτητών σε ό,τι αφορά την επιστημονική τους γνώση, η θεματική Δράση φαίνεται να συνέβαλε αποτελεσματικά στον εμπλουτισμό των απόψεών τους για τους τρόπους αξιοποίησης, αλλά και για τις επιπτώσεις από τη λιγνιτική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (κοινωνία-περιβάλλον). Οι αλλαγές που αναγνωρίστηκαν στον προφορικό λόγο των συμμετεχόντων σε όλες τις εννοιολογικές κατευθύνσεις επαληθεύθηκαν και αναγνωρίστηκαν στο περιεχόμενο του εκπαιδευτικού φιλμ. Παράλληλα, η Δράση έδωσε την ευκαιρία στους φοιτητές να αποκτήσουν τεχνογνωσία για την παραγωγή του φιλμ ως εκπαιδευτικού υλικού και για την υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω ΤΠΕ.

Η Δράση που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος ERASMUS έδωσε τη δυνατότητα για μία κριτική, ολιστική προσέγγιση από ένα μη επιστημονικά εξειδικευμένο κοινό (“είπαμε ότι δεν είναι σωστό να το πούμε έτσι ακριβώς, να λέμε δηλαδή ότι «αυτό είναι κακό», γιατί θα δημιουργήσει και μια σύγχυση για το για ποιο λόγο το χρησιμοποιούμε, αφού είναι τόσο κακό”). Συγκεκριμένα, το φιλμ που παρήγαγαν οι φοιτητές αποτελεί ένα προϊόν εκλαΐκευσης της επιστημονικής γνώσης και μέσο επικοινωνίας της επιστήμης με το γενικό κοινό. Ανέδειξε λοιπόν τα χαρακτηριστικά της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το λιγνίτη, των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων της (“πρέπει να τους εξηγήσεις ότι τελειώνουν τα καύσιμα που έχουμε και δεν είναι ανανεώσιμα, και για ποιο λόγο πρέπει να γίνει η στροφή”), τη δυνατότητα αποτύπωσής της με μορφή πολιτισμικού προϊόντος (“οι φιγούρες πήγαιναν ολόκληρες, σχεδιασμένες και ευθεία, δεν κινούνταν, ενώ το είχαμε φανταστεί τελείως αλλιώς”), αλλά και την αξιοποίηση του προϊόντος αυτού για εκπαιδευτικούς σκοπούς (“προσπαθήσαμε να ενώσουμε όλες τις ιδέες για να φτιάξουμε ένα φιλμ, ... διαλέξαμε τον τρόπο με τον οποίο θα το παρουσιάζαμε, που θέλαμε να είναι με κινούμενα σχέδια, για να είναι πιο ελκυστικό, ...και οργανωθήκαμε”).

Συμπεραίνεται λοιπόν πως αν έχει σημασία για μια χώρα η δημόσια κατανόηση της επιστήμης στο μετανεωτερικό συγκείμενο, θα πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς οι σύγχρονες εξελίξεις στον εκπαιδευτικό τομέα (Lin, et al., 2012), έτσι ώστε τα προγράμματα σπουδών να αναθεωρούνται, να εμπλουτίζονται και να προσαρμόζονται στα νέα δεδομένα, προβάλλοντας μια περισσότερο αυθεντική εικόνα για την επιστήμη (Faria et al., 2010: 814).

5. Βιβλιογραφία

Φρυδάκη, Ε. (2009). *Η διδασκαλία στην τομή της νεωτερικής και της μετανεωτερικής σκέψης*. Αθήνα: Κριτική.
Χαλκιά Κ. (2012). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη.

Faria, C., Pereira, G. & Chagas, I. (2010). D. Carlos de Braganca, a Pioneer of Experimental Marine Oceanography: Filling the Gap between Formal and Informal Science Education. *Science and Education*, 21, 813-826.



- Lin, H., Hong, Z.-R. & Huang, T.-C. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34 (1), 25-42.
- Pedretti, E. (2002). T. Kuhn Meets T. Rex: Critical Conversations and New Directions in Science Centres and Science Museums. *Studies in Science Education*, 37, 1-41.
- Rathbone, Y. (2001). Extraordinary Science. *In the margins*.
<http://home.earthlink.net/~yvonnr/library/margin/kuhn.html>
- Reichenbach, R. (1999). Postmodern Knowledge, Modern Beliefs, and the Curriculum. *Educational Philosophy and Theory* 31(2), 237-244.
- Shamos, H.M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Turner, S. (2008). School science and its controversies; or, whatever happened to scientific literacy? *Public Understanding of Science*, 17, 55-72.
- Kemp, C. A. (2003). «Implications of Different Views on the Meaning of 'Scientific Literacy'». Presented at the *Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*. Chicago IL.



ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ



Πρωτότυποι εκπαιδευτικοί πειραματισμοί STEM για την υδροστατική πίεση, την άνωση και την πλεύση.

Ιδιοκατασκευές - Έρευνα - Αξιολόγηση

Βασίλειος Μιχαλόπουλος, Ευστράτιος Καπότης, Γεώργιος Θ. Καλκάνης

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια αξιολογημένη εκπαιδευτική πρόταση για τη διδασκαλία των εννοιών της υδροστατικής πίεσης, της άνωσης και του φαινομένου της πλεύσης στο Γυμνάσιο. Περιλαμβάνει τρία φύλλα εργασίας βασισμένα στην επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, που πραγματεύονται τις προαναφερθείσες έννοιες και αποσκοπούν στη βελτίωση του επιπέδου κατανόησής τους, μέσω πειραματισμών με πρωτότυπες πειραματικές συσκευές και εφαρμογή των διδαχθέντων εννοιών στην κατασκευή ενός υποβρυχίου με απλά καθημερινά υλικά. Τέλος, πραγματοποιήθηκε εφαρμογή σε μαθητές Β΄ Γυμνασίου και τα αποτελέσματα της εκπαιδευτικής αξιολόγησης παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων πειραματισμού και ελέγχου, ένδειξη επίτευξης του σκοπού της εκπαιδευτικής πρότασης.

Λέξεις-κλειδιά: Υδροστατική Πίεση, Άνωση, Καθημερινά Υλικά, Υποβρύχιο, STEM

Original STEM educational experimentations for hydrostatic pressure, buoyancy and float.

Self-constructions - Research - Evaluation

Vasileios Michalopoulos, Eustratios Kapotis, George Kalkanis

National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

This paper is an evaluated educational proposal for teaching hydrostatic pressure, buoyancy and float in middle school students. It consists of three inquiry-based worksheets, targeted to the deeper analysis of the aforementioned notions and the embellishment of their understanding, through experimentation with the original experimental devices and the application of new knowledge in the construction of a submarine, using common materials. The proposal was implemented on middle school students and the results, of the educational evaluation followed, show a statistically significant difference between the experimental and control groups, providing a finding that demonstrates the fulfillment of the proposal's principal goal.

Keywords: Hydrostatic Pressure, Buoyancy, Common materials, Submarine, STEM



1. Εισαγωγή

Οι έννοιες της υδροστατικής πίεσης, της άνωσης και της πλεύσης συναντώνται στα σχολικά εγχειρίδια της Ελλάδος αλλά και πλήθους άλλων χωρών. Η διδασκαλία τους συνήθως πραγματοποιείται στο Γυμνάσιο (και στις αντίστοιχες σχολικές βαθμίδες κάθε χώρας).

Δυσκολίες κατανόησης και ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα

Η ελληνική εκπαιδευτική και ερευνητική κοινότητα έχει διαπιστώσει πως η κατάκτηση των προαναφερθέντων εννοιών αποτελεί μια από τις δυσκολότερες διαδικασίες για τους μαθητές της δεύτερης τάξης του Γυμνασίου (Σμυρναίου κ.ά. 2007). Η δυσκολία αυτή αιτιολογείται πάνω σε τέσσερις κύριους άξονες:

- Για την κατανόηση της έννοιας της άνωσης και την εξήγηση του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης, απαιτείται να υπεισέλθουν οι έννοιες της υδροστατικής πίεσης, της ανάλυσης δυνάμεων και της (σχετικής) πυκνότητας (Yin 2008). Αυτό αναγάγει τις προαναφερθείσες έννοιες σε αρκετά σύνθετες προς την κατανόησή τους, καθώς απαιτεί συνδυασμό γνώσεων.
- Μελετώντας το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (ΑΠΣ), που αφορά στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, διαπιστώνουμε πως οι μαθητές, κατά τη φοίτησή τους στη δεύτερη τάξη του Γυμνασίου, έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή και διδάσκονται τις έννοιες της ανάλυσης δυνάμεων, της υδροστατικής πίεσης και της άνωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της δυσκολίας κατανόησης εκ μέρους των μαθητών, καθώς οι τελευταίοι για την κατάκτηση των εννοιών οφείλουν να φτιάξουν εκ του μηδενός σύνθετες νοητικές δομές, χωρίς να μπορούν απλώς να εξελίξουν ήδη υπάρχουσες σε πιο σύνθετες. Αξίζει να σημειωθεί πως ακόμα και η έννοια της πυκνότητας, την οποία έχουν διδαχθεί κατά την πέμπτη τάξη του Δημοτικού, χρειάζεται περαιτέρω νοητική σύνθεση ώστε να μπορέσει ο μαθητής να κατανοήσει τη σχετική πυκνότητα.
- Κατά την εκπαιδευτική διαδικασία οι μαθητές, προσπαθώντας να ερμηνεύσουν τον κόσμο γύρω τους με βάση τις αισθήσεις τους, κουβαλούν ιδέες και αντιλήψεις βαθιά στερεωμένες μέσα τους, οι οποίες συχνά είναι λανθασμένες και έρχονται σε σύγκρουση με την επιστημονικά τεκμηριωμένη γνώση (Wong et al. 2010). Στην προς έρευνα θεματική, η βιβλιογραφία είναι αρκετά εκτεταμένη και με αρκετά ευρήματα. Η υδροστατική πίεση δεν θεωρείται από τους μαθητές αναγκαία για την επεξήγηση της καθημερινής ζωής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια αρνητική, εκ μέρους τους, στάση (Σμυρναίου κ.ά. 2007).

Τρόπος - Μέθοδος διδασκαλίας

Σύμφωνα με το Ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) οι προτεινόμενες διδακτικές ώρες για τη διδασκαλία όλων των εννοιών, αρχών και φαινομένων που αφορούν στο κεφάλαιο της πίεσης είναι μόλις έξι. Ο χρονικός αυτός περιορισμός καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη τη χρήση του εργαστηριακού οδηγού και γενικότερα την εκτέλεση οποιουδήποτε πειραματισμού. Κάτι που επίσης πρέπει να τονισθεί, είναι το γεγονός πως στον εργαστηριακό οδηγό περιλαμβάνονται εργαστηριακές ασκήσεις σχετικές μόνο με την έννοια της πυκνότητας, της άνωσης και τη σύνθεση δυνάμεων, με εμφανή την απουσία ασκήσεων σχετικών με την υδροστατική πίεση και την πλεύση.



Ακόμα και στον Εθνικό Συσσωρευτή Εκπαιδευτικού Υλικού (Φωτόδεντρο), στο οποίο περιλαμβάνεται πλήθος αυτό-αξιολογήσεων, οπτικών προσομοιώσεων και βίντεο, το εκπαιδευτικό υλικό είναι επικεντρωμένο κατά βάση σε κάθε έννοια ξεχωριστά, υστερώντας σε εφαρμογή και συνδυασμό κατεκτημένων γνώσεων.

2. Μεθοδολογία

Ερευνητικό Ερώτημα

Ο άμεσος έλεγχος μεταβλητών που αφορούν στην υδροστατική πίεση, στην άνωση και στην πλεύση μέσω απλών πειραματικών συσκευών και η εφαρμογή των κατεκτημένων εννοιών στην κατασκευή πρωτότυπης ιδιοκατασκευής-υποβρυχίου, χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά, προάγει μαθησιακά αποτελέσματα, καλύτερα των έως τώρα τρόπων διδασκαλίας;

Στόχοι

Οι στόχοι της παρούσας εκπαιδευτικής παρέμβασης είναι οι εξής:

- η διδασκαλία μέσω πειραματισμού με απλά υλικά, των εννοιών της υδροστατικής πίεσης, της άνωσης και του φαινομένου της πλεύσης, ακολουθώντας του στόχους του ΑΠΣ
- η βελτίωση της στάσης των μαθητών απέναντι στις προαναφερθείσες έννοιες
- η κατάρτιση των συνηθέστερων, με βάση τη βιβλιογραφία, παρανοήσεων
- η εφαρμογή των κατεκτημένων εννοιών στη δημιουργία σύνθετης κατασκευής
- η εισαγωγή των μαθητών στη στρατηγική επίλυσης προβλημάτων στο πλαίσιο της διεπιστημονικής προσέγγισης STEM
- η εφαρμογή και αξιολόγηση μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης που περιλαμβάνει τους προτεινόμενους πειραματισμούς

Έρευνα

Για τους σκοπούς της έρευνας, δημιουργήθηκαν τρία φύλλα εργασίας, ακολουθώντας την επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση.

Στο πρώτο, πραγματοποιείται ποιοτικός έλεγχος μεταβλητών που αφορούν στην υδροστατική πίεση. Κατά τον πειραματισμό προτιμήθηκε αντί του μανομέτρου, το οποίο αποτελεί μία σύνθετη πειραματική συσκευή για τους μαθητές και τους δυσκολεύει κατά την ανάγνωσή του (Leong et al. 2015), η χρήση ποτηριών χωρίς πάτο, στο χείλος των οποίων έχει αεροστεγώς εφαρμοστεί ελαστική μεμβράνη. Με αυτή την πειραματική συσκευή οι μαθητές είναι σε θέση, παρατηρώντας την καμπύλη της μεμβράνης κατά τη βύθιση του ποτηριού σε υγρό, να συγκρίνουν ποιοτικά τις όποιες μεταβολές της πίεσης.

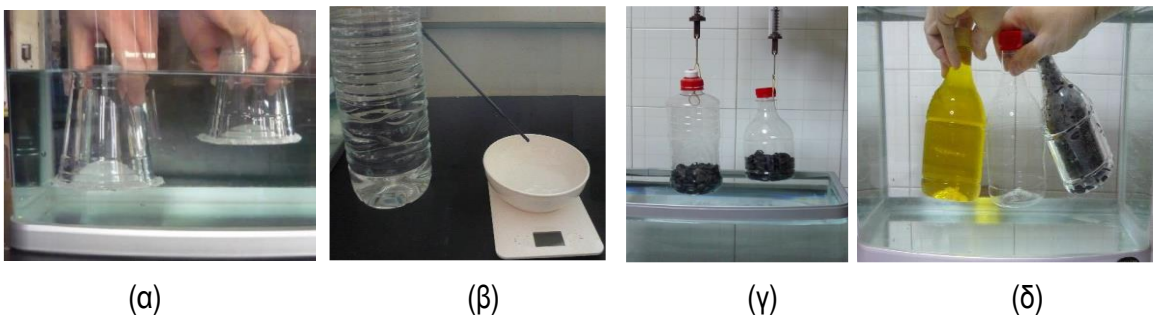
Στο δεύτερο φύλλο εργασίας αρχικά πραγματοποιείται έλεγχος μεταβλητών που αφορούν στην άνωση, μέσω παρατήρησης των ενδείξεων των δυναμομέτρων, κατά τη βύθιση σωμάτων υπό τις διάφορες συνθήκες που εξυπηρετούσαν τον εκάστοτε σκοπό. Στη συνέχεια επιβεβαιώνεται πειραματικά η Αρχή του Αρχιμήδη, μέσω βύθισης αντικειμένου εντός υγρού και σύγκρισης της άνωσης με το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού. Το τελικό στάδιο του πειραματισμού αφορά στο



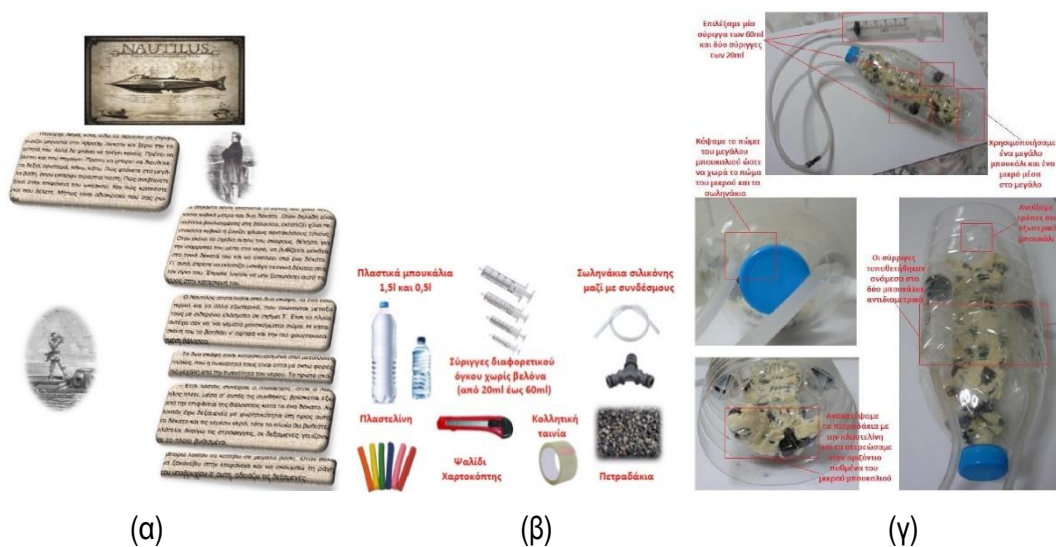
φαινόμενο της πλεύσης και υλοποιείται βυθίζοντας τρία μπουκάλια γεμάτα με ηλιέλαιο, νερό και πέτρες έκαστο, και ερμηνεύοντας τη συμπεριφορά τους με βάση την έννοια της άνωσης και της σχετικής πυκνότητας.

Στο τρίτο φύλλο εργασίας οι μαθητές καλούνται να συνδυάσουν τις γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά την εφαρμογή των δύο προηγούμενων φύλλων εργασίας με αποσπάσματα επιστημονική μυθοπλασίας (20.000 λέυγες κάτω από τη θάλασσα) που περιγράφουν τα κύρια μέρη και την αρχή λειτουργίας ενός υποβρυχίου, έτσι ώστε να σχεδιάσουν το δικό τους υποβρύχιο. Στη συνέχεια δίνεται στους μαθητές λίστα διαθέσιμων υλικών και τέσσερα ερωτήματα-προβλήματα προς απάντηση, με το στόχο ένα κλειστό πλαίσιο που θα τους οδηγήσει σε πιο δόκιμες λύσεις. Τέλος οι μαθητές καλούνται να δοκιμάσουν και να βελτιώσουν τις υλοποιήσεις τους, ενώ υπάρχει έτοιμο φύλλο οδηγιών το οποίο μπορεί να προσφερθεί από τον εκπαιδευτικό κατά κρίση.

Εικόνα 1. Έλεγχος εξάρτησης υδροστατικής πίεσης από το βάθος βυθισμένου σώματος (α), έλεγχος εξάρτησης άνωσης από το συνολικό όγκο αντικειμένου (β), επιβεβαίωση Αρχής του Αρχιμήδη (γ), μελέτη πλεύσης μέσω μπουκαλιών ίδιου όγκου και διαφορετικού περιεχομένου – σχετικής πυκνότητας (δ).



Εικόνα 2. Στοιχειμένα αποσπάσματα επιστημονική μυθοπλασίας (α), υλικά κατασκευής πειραματικής συσκευής (β), φωτογραφίες και φύλλο οδηγιών κατασκευής υποβρυχίου (γ).



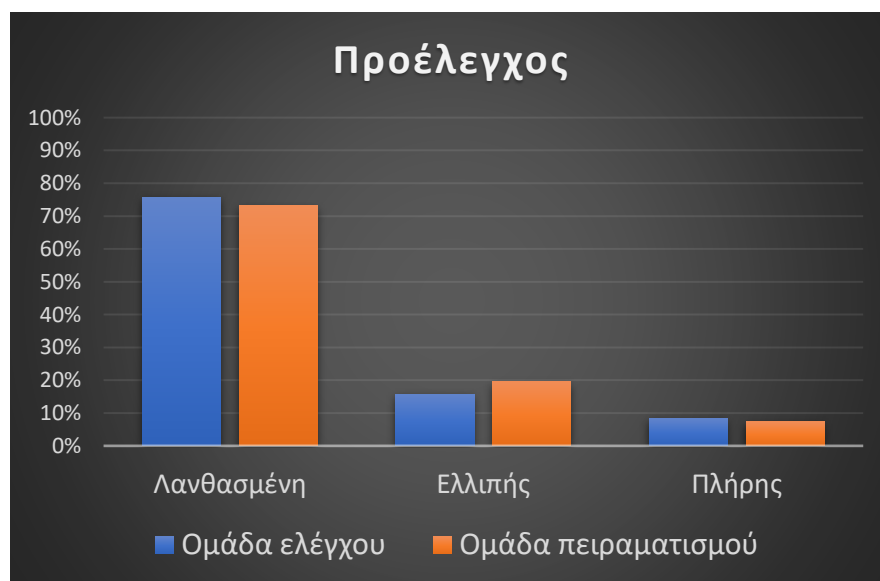


Για την εκπαιδευτική αξιολόγηση, πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση σε 38 μαθητές της Β΄ τάξης του Γυμνασίου οι οποίοι για το σκοπό της έρευνας χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες, την Ομάδα Πειραματισμού, στην οποία εφαρμόστηκε η εκπαιδευτική πρόταση, και την Ομάδα Ελέγχου στην οποία εφαρμόστηκε παραδοσιακή διδασκαλία. Οι μαθητές, πριν και μετά τη διδασκαλία, κλήθηκαν να απαντήσουν σε αξιολογικό ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου, ενώ παράλληλα καταγραφόταν η συμμετοχή τους.

3. Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες: 1) λανθασμένη: οι μαθητές είτε δεν απαντούν είτε απαντούν λανθασμένα, 2) ελλιπής: οι μαθητές απαντούν σωστά αλλά η αιτιολόγηση, όπου απαιτείται, είτε απουσιάζει είτε είναι λανθασμένη 3) πλήρης: οι μαθητές απαντούν σωστά και η αιτιολόγηση, όπου απαιτείται, είναι σωστή. Κάθε απάντηση που ανήκε στην 1^η κατηγορία απαντήσεων βαθμολογήθηκε με 1, κάθε απάντηση που ανήκε στη 2^η κατηγορία με 2 και αντίστοιχα οι απαντήσεις της 3^{ης} κατηγορίας με 3. Υπολογίστηκε το σκορ των μαθητών της ομάδας πειραματισμού και ομάδας ελέγχου κατά τον προέλεγχο (Μ.Ο ομάδας πειραματισμού: 1,32/3 και ομάδας ελέγχου: 1,34/3) και η ανάλυση του στατιστικού κριτηρίου Paired Samples T-test έδειξε απουσία στατιστικά σημαντικής διαφοράς μεταξύ των δύο ομάδων.

Ραβδόγραμμα 1: Ποσοστό απαντήσεων μαθητών ανά κατηγορία απαντήσεων στον προέλεγχο

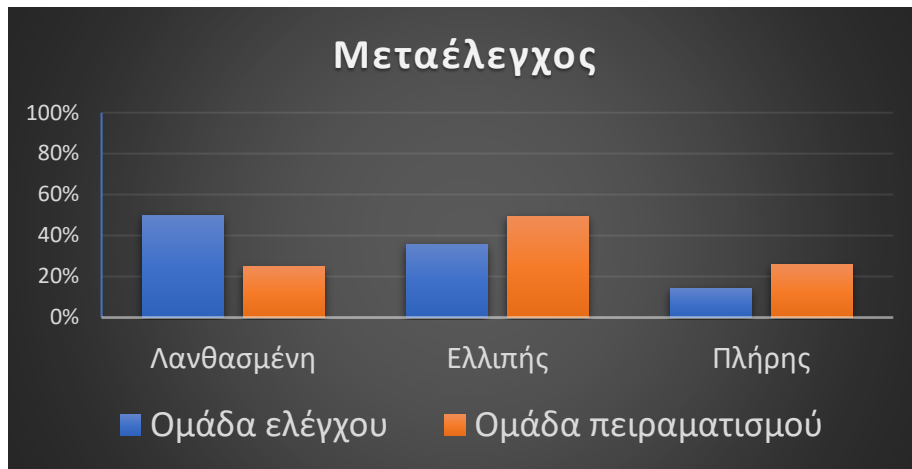


Ακολούθως υπολογίστηκε το σκορ των μαθητών της ομάδας πειραματισμού και ομάδας ελέγχου κατά τον μεταέλεγχο (Μ.Ο ομάδας πειραματισμού: 1,64/3 και ομάδας ελέγχου: 2,06/3) και η ανάλυση του στατιστικού κριτηρίου Paired Samples T-test έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ της ομάδας πειραματισμού.

Τέλος, με βάση την καταγραφή της συμπεριφοράς των ομάδων πειραματισμού και ελέγχου, παρατηρήθηκε αυξημένη συμμετοχή των μαθητών της ομάδας πειραματισμού.



Ραβδόγραμμα 2: Ποσοστό απαντήσεων μαθητών ανά κατηγορία απαντήσεων στον μεταέλεγχο



4. Συμπεράσματα

Συνοψολογίζοντας τη στάση των μαθητών κατά την υλοποίηση της παρέμβασης και τα αποτελέσματα των αξιολογικών ερωτηματολογίων, και συγκρίνοντάς τα με τις έως τώρα υπάρχουσες διδακτικές προτάσεις, θεωρούμε πως η έρευνα καταφέρνει να απαντήσει το ερευνητικό ερώτημα με παράλληλη επίτευξη των στόχων της πρότασής μας. Μια τέτοια πρόταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως προσέγγιση των μαθητών με τη διεπιστημονικότητα που χαρακτηρίζει την εκπαίδευση STEM ενώ ταυτόχρονα έχει το πλεονέκτημα της βιωματικής εμπλοκής των μαθητών με επιπλέον, των εξεταζόμενων, φυσικές έννοιες και φαινόμενα, όπως η συμπιεστότητα του αέρα, το κέντρο μάζας και η αρχή του Pascal. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα υλοποίησης πληθώρας προεκτάσεων που αγγίζουν πεδία εντός (προσθήκη οριζόντιας κίνησης) αλλά και εκτός φυσικής (χρήση διαφορετικών υλικών-μηχανική, αυτοματοποίηση-πληροφορική). Δυστυχώς όμως η εκπαιδευτική πραγματικότητα στη χώρα μας περιορίζει πιθανή ένταξη της πρότασης καθώς ο χρόνος ο οποίος προβλέπεται από το ΑΠΣ για τη θεματική είναι αρκετά περιορισμένος. Ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να εντάξει έναν τέτοιο πειραματισμό είτε τροποποιώντας τον, είτε εφαρμόζοντάς τον εκτός του τυπικού πλαισίου του μαθήματος της φυσικής (όμιλοι, project κτλ). Μία τελευταία δυσκολία κατά την εφαρμογή της πρότασης είναι ο περιορισμός που δημιουργείται λόγω του αυξημένου κόστους κτήσης ενός ενυδρείου σε αντίθεση με τα υπόλοιπα απλά υλικά. Βέβαια αυτό μπορεί να αποτελέσει μια περαιτέρω πρόκληση για μαθητές και εκπαιδευτικούς, ώστε εφαρμόζοντας τις αποκτηθείσες γνώσεις αλλά και γνώσεις από άλλες θεματικές, να κατασκευάσουν ένα ενυδρείο με απλά υλικά. Καταλήγοντας, γίνεται εμφανές από την εφαρμογή της πρότασης, πως ο πειραματισμός με απλά υλικά, κατάλληλα ενταγμένα στη μαθησιακή διαδικασία, είναι σε θέση να επιτύχει θετικότερη στάση των μαθητών απέναντι στις προαναφερθείσες έννοιες και ταυτόχρονα υψηλότερα μαθησιακά αποτελέσματα.

5. Βιβλιογραφία

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιμίπα, Λ. (2009). Φυσική Β' Γυμνασίου. Αθήνα: ΟΕΔΒ.



- Καλκάνης, Γ. Θ. (2007). Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις/με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ Ι. οι θεωρίες. Αθήνα.
- Καλκάνης, Γ. Θ. (2007). Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις/με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΙΙ. τα φαινόμενα. Αθήνα.
- Σμυρναίου, Ζ. & Φαντάκη, Γ. (2007). Τα λάθη των μαθητών στη Φυσική Β' Γυμνασίου. Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνής συμμετοχή, "Τα Λάθη των Μαθητών: δείκτες αποτελεσματικότητας ή κλειδιά για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης; ΚΕΕ, Θεσσαλονίκη.
- ΥΠΕΘ. (2018). Φωτόδεντρο - Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου. Ανάκτηση από <http://photodentro.edu.gr>
- Young, H. D. (1994). Πανεπιστημιακή Φυσική. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
-
- Leong, S. S. M., Perera, J. S. H. Q., & Shahrill, M. (2015). Identifying the gaps in students' understanding of manometer reading. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(4), 27.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM Education.
- Morrison, J., & Bartlett, R. (2009). STEM as a Curriculum - An Experiential Approach. *Education Week*, 28-29, 31.
- Sanders, M. (2009, January). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon*.
- Wong, D., Lim, C., Munirah, S., & Foong, S. K. (2010). Student and Teacher Understanding of Buoyancy. In *Physics Education Research Conference*.
- Yin, Y., Tomita, M. K., & Shavelson, R. J. (2008). Diagnosing and Dealing with Student Misconceptions: Floating and Sinking. *Science scope*, 31(8), 34-39.



Εκπαίδευση εκπαιδευτικών στο διεπιστημονικό πλαίσιο «Θέατρο και Επιστήμη»: πορεία και μετασχηματισμοί ενός δεκαπενταετούς προγράμματος έρευνας και ανάπτυξης

Βασίλης Τσελφές, Αντιγόνη Παρούση
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στην εργασία επιχειρείται μια εκ των υστέρων ποιοτική ανάλυση των στόχων, των μεθοδολογιών και των αποτελεσμάτων 15 διαδοχικών εμπειρικών διδακτικών εφαρμογών, που πραγματοποιήθηκαν από το 2004 μέχρι σήμερα, στο πλαίσιο ενός προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών τάξης, στο διεπιστημονικό αντικείμενο «Θεατρική Έκφραση και Διδακτική της Φυσικής». Το εργαλείο ανάλυσης ακολουθεί το μοντέλο της διαλεκτικής προσέγγισης των εκπαιδευτικών πρακτικών, διδακτικών και μαθησιακών, ως κυκλικό «χορό» μεταξύ επαναλαμβανόμενων στόχων, αντιστάσεων και συμμορφώσεων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αποτελεσματική διαχείριση μετασχηματισμένων επιστημονικών/ επιστημολογικών ιδεών από μη ειδικούς επιτυγχάνεται με την αναστροφή των κλασικών εκπαιδευτικών διαδικασιών και την προώθηση περιεχομένου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και αφηγηματικής δομής. Στην περίπτωση αυτή, η μάθηση του περιεχομένου αποτελεί μέσο, που λειτουργεί κάθε στιγμή ως ζητούμενο και όχι ως εκ των προτέρων επιλεγμένος στόχος. Με τον τρόπο αυτό ανοίγει ένας διάδρομος για να περάσει η δημιουργικότητα στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες.

Λέξεις-κλειδιά: εκπαίδευση εκπαιδευτικών, διεπιστημονικότητα στην εκπαίδευση, εκπαίδευση στις ΦΕ, εκπαίδευση στο θέατρο.

Teacher Education in the Interdisciplinary Framework "Theater and Science": Course and Transformations of a 15-Year Research and Development Program

Vasilis Tselfes, Antigoni Paroussi
National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

An ex-post qualitative analysis of the objectives, methodologies and results of 15 successive empirical teaching-learning applications, carried out from 2004 to the present, in the context of an interdisciplinary educational program of class teachers' education, is being undertaken. The analysis tool follows the model of a dialectical approach to educational (teaching-learning) practices as a "dance" between repetitive goals, resistances and accommodations. The results show that effective management of transformed scientific/ epistemological ideas by non-experts is achieved by reversing the classical educational processes and promoting content of particular interest and narrative structure. Then, content learning is an instrument, that works every moment as requested and not as a pre-selected goal. In this way, a corridor opens for creativity to pass through science education.

Keywords: teacher education, interdisciplinarity in education, science education, theatre education.



1. Εισαγωγή

Στην εργασία διερευνούμε τις προσαρμογές-συμμορφώσεις που έχουν διατρέξει ένα δεκαπενταετές διεπιστημονικό πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων-διαδικασιών, στο διεπιστημονικό πλαίσιο *Θεατρική Έκφραση και Διδακτική της Φυσικής*. Δραστηριοτήτων που εμπλέκουν προπτυχιακούς/ες φοιτητές/τριες ενός πανεπιστημιακού τμήματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας.

Οι υποθέσεις που στηρίζουν θεωρητικά τη συνολική προσπάθεια του προγράμματος είναι οι ακόλουθες:

α) Η ερευνητική διαδικασία είναι στη βάση της μια μαθησιακή διαδικασία. Το γεγονός ότι η μαθησιακή διαδικασία στους χώρους της υποχρεωτικής εκπαίδευσης ή και αυτούς των προπτυχιακών σπουδών προσεγγίζεται ουσιαστικά ως μεταφορά γνώσης προς τους εκπαιδευόμενους, στη βάση προσχεδιασμένων αναλυτικών προγραμμάτων ή συγκεκριμένων στόχων μάθησης, αποτελεί συνέπεια μεταφυσικών προσεγγίσεων του κοινωνικού-πολιτισμικού αιτήματος της *αναπαραγωγής*. Το τελευταίο θεωρείται πάντα ως προαπαιτούμενο της βιωσιμότητας μιας κοινωνικής-πολιτισμικής δομής, με την εκπαίδευση και την αγωγή να αναλαμβάνουν μεγάλο μέρος της υλοποίησής του. Η αναπαραγωγή, όμως, είναι από τη φύσης της δυναμικά ασταθής, επειδή η κάθε ξεχωριστή παραγωγή κάθε συγκεκριμένου υποκειμένου είναι αδύνατον να παράγει ακριβώς το προς αναπαραγωγή (Sewell 1992). Έτσι, στη γνωστή ιστορία της ανθρωπότητας οι κοινωνίες και οι πολιτισμοί πάντα εξελίσσονταν· προόδευαν ή παράκμαζαν αλλά ουδέποτε αναπαράγονταν ακριβώς (δες για παράδειγμα, Boyd & Richerson 2005). Σε αυτή τη βάση, θεωρούμε ότι η έρευνά μας αποτελεί υπόδειγμα μιας «πραγματικής» διαδικασίας μάθησης (Atkinson 2018), που συμβάλλει ταυτόχρονα και στην αναπαραγωγή και στην εξέλιξη του κοινωνικού-πολιτισμικού συστήματος που την υιοθετεί.

β) Η γνώση δεν είναι μια μεταφυσική οντότητα που μπορεί να υπάρχει έξω από κάποιο νοητικό σύστημα ή έξω από τη δράση ενός υποκειμένου. Δεν μπορεί να υπάρχει, για παράδειγμα, σε ένα βιβλίο, σε ένα αναλυτικό πρόγραμμα, σε μια ιστοσελίδα, όπου τα αναγραφόμενα ή αναπαριστώμενα συγκροτούν εν δυνάμει πληροφορία (αν διαβαστούν). Και η γνώση δεν ταυτίζεται με την πληροφορία! Τη γνώση μετασχηματίζει ή παράγει ένα υποκείμενο κατά τη διάρκεια της πράξης-δράσης του και εντός αυτής. Ως εκ τούτου η μάθηση είναι λειτουργία που εξελίσσεται ταυτόχρονα με την οικοδόμηση ή τον μετασχηματισμό γνώσεων, δεξιοτήτων αλλά και ειδικών ή γενικών ικανοτήτων ενός υποκειμένου, ενοποιώντας πάντα και μετασχηματίζοντας τα διαφορετικά πεδία αναφοράς της δράσης (Sewell 1992). Για παράδειγμα, η διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στη γενική εκπαίδευση, πάντα ενοποιούσε και μετασχημάτιζε το πεδίο της διαισθητικής εμπειρίας ενός υποκειμένου και το επιστημονικό πεδίο ενός ειδικού γνωστικού αντικειμένου. Με τον τρόπο αυτό, οι διαφοροποιημένες μεταξύ τους παραγωγές των υποκειμένων (μαθησιακά αποτελέσματα), δεν μπορεί παρά να διαπιστώνονται κατά τη διάρκεια της δράσης τους, ενώ τα νέα στοιχεία τους, θα πρέπει τουλάχιστον να μην αφορίζονται ως «λάθη» (Butt 2003, Sewell 1992, Τσελφές & Παρούση 2010, Τσελφές 2018). Θα έπρεπε μάλλον να συνεκτιμώνται για να υποδείξουν την πορεία της εξέλιξης του νέου πεδίου που επιχειρεί να δημιουργήσει μια διαδικασία τυπικής ή μη εκπαίδευσης, διαχέοντας στοιχεία επιστημονικών αντικειμένων εντός του πεδίου της καθημερινής εμπειρίας.

γ) Η διεπιστημονική συνύπαρξη γνωστικών αντικειμένων στο εκπαιδευτικό πλαίσιο φαίνεται να προέκυψε ως θεμιτή (στη βάση των παραπάνω παραδοχών) εκπαιδευτική πρακτική διαχείρισης της κοινωνικής και πολιτικής αναδιάταξης που ξεκίνησε με το τέλος του ψυχρού πολέμου, εντός των παγκοσμίως δικτυωμένων δομών της «κοινωνίας της πληροφορίας» και της «οικονομίας της γνώσης» (Castells 2010, Τσελφές & Παρούση 2015, Zuboff 2019). Η συνύπαρξη αυτή θεωρούμε ότι



έχει κυρίαρχα τα γενικότερα εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά της αβέβαιης και σε μετάβαση εποχής μας· χαρακτηριστικά που διατρέχονται και ρυθμίζονται στο πλαίσιο μιας κεντρικής έντασης (Camboredon & Prevot, 1997), με δύο «αντιμαχόμενες» συνιστώσες: i) μιας δημιουργικής συνιστώσας, όπου η αυξημένη ελευθερία/ διδακτική αυτονομία των λειτουργούντων από κοινού διαφορετικών αντικειμένων οδηγεί στην αποκάλυψη αγνοημένων ή καταπιεσμένων πτυχών της προσωπικότητας, των δυνατοτήτων και της έκφρασης των μαθητών, για τις οποίες με τη σειρά τους επινοούνται ευκαιρίες, πεδία και εργαλεία έκφρασης, που εμπλουτίζουν την κοινωνική ζωή, την προσωπικότητα, τις ικανότητες και την έκφρασή τους και ii) μιας οργανωτικής συνιστώσας, όπου οι αγνοημένες, παραμελημένες ή καταπιεσμένες πτυχές των μαθητών, από τη στιγμή που θα αποκαλυφθούν, καλλιεργούνται συστηματικά και τείνουν να καθιερωθούν ως μια νέα τυποποίηση που λειτουργεί στο πλαίσιο της ίδιας δυναμικής της κοινωνικής δόμησης και της συναφούς συμβολικής χειραγώγησης των νέων. Έτσι, με χρονική αφετηρία τη δεκαετία του 1990, εκτιμούμε ότι μπορούμε να εντοπίσουμε τρεις τουλάχιστον, σχετικές με τις διεπιστημονικές προσεγγίσεις, μείζονες εκπαιδευτικές μεταβολές που έχουν αναφορά: i) στην αντικατάσταση των πολιτικών σχεδιασμών και των συνδεδεμένων με αυτούς αναλυτικών προγραμμάτων επιστημονικού περιεχομένου (Syllabus) από την κατασκευή τυποποιημένων μαθησιακών αποτελεσμάτων (Benchmarking Standards) και των συνδεδεμένων με αυτά σχεδιασμών προγραμμάτων σπουδών (Curricula), ii) στη μεταφορά των κέντρων λήψης αποφάσεων από τους χώρους των διακριτών κρατικών θεσμών προς διεθνείς οργανισμούς και δίκτυα, όπως οι πολύ γνωστοί πια σε μας εκπαιδευτικοί οργανισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του OECD ή της UNESCO (δες για παράδειγμα 20 απ' αυτούς τους οργανισμούς στη σχετική ιστοσελίδα του ΙΕΠ: http://www.pi-schools.gr/library/pi-lib/hb_s_ekp-org-int.htm) και iii) σε περισσότερο ή λιγότερο διεπιστημονικές στοχεύσεις επιστημονικού γραμματισμού, STM, STS, STEM, STEAM, καθώς και αντίστοιχες διδακτικές συμμορφώσεις, οι οποίες τείνουν να αμφισβητούν την απαρχαιωμένη, ούτως ή άλλως, δομή της εκπαίδευσης που καθιέρωσε η πρώτη βιομηχανική επανάσταση· δομή που αποσαθρώνεται σταδιακά από πρακτικές εκπαίδευσης εκτός τάξης, δια βίου εκπαίδευσης, εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αναβαθμισμένων δομών μη τυπικής εκπαίδευσης κ.ο.κ.

δ) Ένα διεπιστημονικό μάθημα υφίσταται αναπόφευκτα ως μια μορφή έρευνας, επειδή ενοποιεί και μετασχηματίζει δύο τουλάχιστον διακριτά από παράδοση επιστημονικά πεδία. Μπορεί να οργανωθεί με αξιώσεις, δηλαδή ως μια πραγματική ερευνητική-μαθησιακή διαδικασία, αν στηριχθεί πάνω σε μια προσομοίωση του ανεστραμμένου πραγματιστικού προγράμματος σπουδών του Dewey (Stoller 2018): φοιτητές και εξειδικευμένοι διδάσκοντες των επιστημονικών πεδίων (άρα δύο τουλάχιστον) επιδιώκουν από κοινού συγκεκριμένους στόχους παραγωγής. Η διαδικασία της παραγωγής αναμένεται να εξελίσσεται σε σημαντικό βαθμό απρόβλεπτα (Atkinson 2018, Stoller 2018), μιας και στα συμμετέχοντα υποκείμενα έχει αναγνωρισθεί το χαρακτηριστικό της προσωπικής ιδιαιτερότητας, καθώς και το δικαίωμα να παρεμβαίνουν όταν νομίζουν, με βάση αυτή την ιδιαιτερότητα. Έτσι, αποβάλλεται από τον χώρο της διδασκαλίας-μάθησης η μορφή της «εικονικότητας», όπου εκπαιδευτικοί και εκπαιδευόμενοι προσποιούνται ότι αναζητούν κάτι που γνωρίζουν εκ των προτέρων ότι είναι και γνωστό, τουλάχιστον στους διδάσκοντες και αναγνωρισμένο ως «ορθό» από τους θεσμούς· μια κατάσταση που επιτρέπει να αποκαλύπτονται τα προσωπικά στοιχεία των συνδεδεμένων με την πράξη μοτίβων της μάθησης (Τσελφές & Παρούση 2010).

Η πορεία ενός τέτοιου εγχειρήματος θεωρούμε ότι μπορεί να αξιολογηθεί στο πλαίσιο της Κοινωνιολογίας της Επιστημονικής Γνώσης (SSK). Συγκεκριμένα, οι πρακτικές και οι γνώσεις των διδασκόντων-ερευνητών δεν μπορεί παρά να διαμορφώνονται και να μετασχηματίζονται διαρκώς κάτω από πιέσεις που δημιουργεί κανονιστικά, υλικά ή και «ανθρώπινα» το πλαίσιο εντός του οποίου δρουν. Ένα μοντέλο που περιγράφει την πορεία μιας τέτοιας πρακτικής είναι το μοντέλο του «μαγκανοπτήγαδου» (Pickering 1995), σύμφωνα με το οποίο η πρακτική ενός υποκειμένου εξελίσσεται σαν κυκλικός «χορός» που καθοδηγείται από το τρίπτυχο: «τοπικός/πρόσκαιρος



στόχος», «εκτίμηση αντίστασης» «συμμόρφωση», με τη συμμόρφωση να περιλαμβάνει κατά κανόνα και την τροποποίηση του αρχικού τοπικού στόχου· γεγονός που ξεκινά έναν νέο κύκλο. Εδώ, οι επιλογές του υποκειμένου που καθορίζουν το περιεχόμενο των διαδοχικών στόχων, αντιστάσεων, συμμορφώσεων, διαμορφώνουν και διαμορφώνονται από τις ιδέες, τις πεποιθήσεις ή τις απόψεις του, αλληλοεπιδρώντας με τις δράσεις του τοπικά και όχι συνολικά. Η προσέγγιση αυτή έχει μεθοδολογικά εφαρμοστεί, με επιτυχία, στην ανάλυση διδακτικών ακολουθιών διδασκαλίας ΦΕ (Kariotoglou, Psillos & Tselfes 2003) ή διδακτικών δραστηριοτήτων (Πατσαδάκης κ.ά. 2002).

Στόχος αυτής της εργασίας είναι να «διαβάσει» σε μακρο-επίπεδο την ιστορία του «μαγκανοπήγαδου» των πρακτικών που κίνησαν οι συγγραφείς, ως υπεύθυνοι του συνολικού προγράμματος και να την παρουσιάσει καταρχήν ως τη διαδικασία της τοπικής/πρόσκαιρης και μεταβαλλόμενης μάθησής τους. Σε δεύτερο επίπεδο, αποτελεί στόχο της εργασίας και η ανίχνευση τυχόν διακριτών κατευθύνσεων προς τις οποίες μετακινεί τα παραδοσιακά χαρακτηριστικά του «πολιτισμού» της σχολικής επιστήμης η κίνηση ενός τέτοιου, διεπιστημονικού «μαγκανοπήγαδου»· χωρίς να αποτελεί ζήτημα που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, το γεγονός ότι η ανίχνευση αυτών των νέων κατευθύνσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια διαφορετική τυποποίηση της συμβολικής χειραγώγησης των νέων.

2. Μεθοδολογία

Για την ανάλυση του 15ετούς προγράμματος, χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα τα κείμενα των δημοσιεύσεων που αφορούσαν 15 διαδοχικές εφαρμογές του προγράμματος, που κάθε μια διαμορφωνόταν στηριγμένη στην εμπειρία των προηγούμενων εφαρμογών.

Από κάθε εφαρμογή-δημοσίευση χρησιμοποιήθηκαν: ο *στόχος*, η *διαδικασία* και η *μεθοδολογία*, καθώς και τα *αποτελέσματα* με έμφαση στις *αντιστάσεις* που αυτά υποδείκνυαν. Χρησιμοποιώντας ανάλυση περιεχομένου, από τα παραπάνω κείμενα εντοπίζονταν α) ο στόχος, αιτιολογημένος/συμμορφωμένος με βάση τις αντιστάσεις που εντοπίστηκαν στον προηγούμενο κύκλο, β) οι πρακτικές της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας, γ) οι μεθοδολογίες προσέγγισής τους, επίσης όπως συμμορφώθηκαν με βάση τις αντιστάσεις του προηγούμενου κύκλου και δ) οι επιτυχίες και οι αποτυχίες των διαδικασιών, με τις αποτυχίες να σημαίνουν την εμφάνιση νέων αντιστάσεων, οι οποίες και σχηματοποιούν τον στόχο του επόμενου κύκλου.

3. Αποτελέσματα

Η πρώτη εφαρμογή του προγράμματος είχε τίτλο: *Με αφορμή το φως και τις σκιές*. Από τη σχετική δημοσίευση (Paroussi & Tselfes 2006) εντοπίζουμε τον στόχο της πρώτης προσπάθειας του προγράμματος: «αναβάθμιση κατανόησης εννοιών ΦΕ, αναβάθμιση πλαισίου κατασκευής θεατρικών σεναρίων, μεταφορά τεχνολογίας από τις ΦΕ προς τις θεατρικές σκηνικές κατασκευές». Ο σύνθετος αυτός στόχος πυροδοτήθηκε από τις γενικότερα διαπιστωμένες αντιστάσεις που διέτρεχαν τα μαθήματα των δύο διδασκόντων: φτωχά αποτελέσματα εννοιολογικής κατανόησης στις ΦΕ, παραγωγή τετριμμένων σεναρίων στο Θέατρο Σκιών (ΘΣ), επιθυμία αναβάθμισης των μέσων διαχείρισης του φωτός και της σκιάς στο ΘΣ. Η διαδικασία που επιλέχθηκε ήταν: «αρχικά χωριστά εργαστήρια ΦΕ (φως, σκιές, είδωλα) και εργαστήρια ΘΣ και εκ των υστέρων από κοινού παραγωγή σπουδών ΘΣ με επιστημονική θεματική σχετική με έννοιες του φωτός». Τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν με βάση: «τη δραματουργική και αισθητική ανάλυση των τελικών



θεατρικών σπουδών και ανάλυση περιεχομένου των αποτελεσμάτων της δραματουργικής ανάλυσης ως προς τις έννοιες-ιδέες των ΦΕ που προβλήθηκαν». Τα αποτελέσματα έδειξαν επιτυχίες: επιτυχείς θεατρικά τελικές σπουδές, επαρκής αξιοποίηση τεχνολογίας ΦΕ για κατασκευή ειδώλων του ΘΣ αλλά και αποτυχίες-αντιστάσεις: αφελής εννοιολόγηση ιδεών των ΦΕ. Από αυτά τα αποτελέσματα, ως εκπαιδευτικοί-ερευνητές, εκτιμήσαμε/μάθαμε τοπικά και πρόσκαιρα ότι: ο εισαγωγικός διαχωρισμός των μαθημάτων ενισχύει πιθανά το χάσμα των γνωστικών αντικειμένων, καθώς και ότι οι ιδέες των ΦΕ που οικοδομούνται με επιτυχία στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού επιστημονικού εργαστηρίου δυσκολεύονται έως αδυνατούν να επιβιώσουν στο θεατρικό αφηγηματικό πλαίσιο χωρίς επιστημονικά «καταστροφικούς» μετασχηματισμούς.

Έτσι, η δεύτερη εφαρμογή με τίτλο: *Με οδηγό την Ιστορία των Ιδεών για το Φως* (Paroussi & Tselfes 2007), είχε ως κεντρικό της στόχο την «αναβάθμιση κατανόησης εννοιών των ΦΕ», όπου σημειώθηκε η βασική αποτυχία της πρώτης προσπάθειας. Για το σκοπό αυτό, η διαδικασία συμμορφώθηκε σε δύο σημεία της: πραγματοποιήθηκαν «κοινά σεμιναριακά μαθήματα ΦΕ και εργαστηριακά ΘΣ» για να αμβλυνθεί η εντύπωση ότι ΦΕ και ΘΣ αποτελούν δυο χωριστά μαθήματα, ενώ έγινε «εισαγωγή εννοιών ΦΕ μέσω ιστορικών ή εκλαϊκευτικών κειμένων, ως πλέον αφηγηματικών, και όχι μέσω εργαστηρίων ΦΕ». Η μεθοδολογία ανάγνωσης των αποτελεσμάτων συμμορφώθηκε με την επιπλέον προσθήκη σημειωτικής ανάλυσης, γιατί θεωρήσαμε ότι ο θεατρικός λόγος ίσως, μέσω των εικονικών σημείων του, λέει άλλα πράγματα από ότι ο προφορικός λόγος. Τα αποτελέσματα, όμως επέμειναν στην κεντρική αποτυχία-αντίσταση: «αφελής εννοιολόγηση και σημειωδότηση ιδεών των ΦΕ», ενώ ενίσχυσαν την κεντρική επιτυχία: «επιτυχείς θεατρικά τελικές σπουδές» και άφησαν να φανεί και μια μικρή ελπίδα: «επιστημονικές θεωρητικές αναπαραστάσεις με αφηγηματική δομή, όπως η θέση της οντότητας φως στη Μεγάλη Έκρηξη, επιβίωσαν». Από αυτά τα αποτελέσματα μάθαμε τοπικά και πρόσκαιρα ότι: τα διεπιστημονικά μαθήματα δεν είναι καλό να τα κόβουμε σε κομμάτια χωριστών ειδικοτήτων, όπως και ότι και οι ιδέες των ΦΕ που οικοδομούνται μέσω ιστορικών ή εκλαϊκευτικών κειμένων δυσκολεύονται επίσης να επιβιώσουν στο θεατρικό αφηγηματικό πλαίσιο. Με κάποιον τρόπο, κάπου θα έπρεπε να βρούμε τις ιδέες των ΦΕ να προβάλλονται αφηγηματικά.

Με αυτά τα εφόδια προχωρήσαμε στην τρίτη εφαρμογή με τίτλο: *Με όχημα αυθεντικά επιστημονικά κείμενα I* (Tselfes & Paroussi 2009), στην οποία διατηρήσαμε τον κεντρικό στόχο της «αναβάθμισης της κατανόησης εννοιών των ΦΕ». Για να προωθήσουμε τις ιδέες των ΦΕ μέσα από ένα αφηγηματικό πλαίσιο, συμμορφώσαμε τη διαδικασία με «εισαγωγή εννοιών των ΦΕ μέσω αυθεντικού επιστημονικού κειμένου αφηγηματικής δομής (Διάλογος του Γαλιλαίου για τα δύο Κοσμικά Συστήματα)», με παράλληλη «παρουσίαση της ιστορικής περιόδου που δημοσιεύτηκε το κείμενο», καθώς και «παρουσίαση και ανάλυση του σχετικού με τη ζωή του Γαλιλαίου θεατρικού έργου του Brecht». Συμμορφωθήκαμε επίσης μεθοδολογικά πραγματοποιώντας μια επιπλέον «ανάλυση περιεχομένου των συζητήσεων των φοιτητριών των σχετικών με το αν η Γη κινείται ή όχι», που προκλήθηκε από τα κείμενα του Γαλιλαίου. Με τον τρόπο αυτό, διαπιστώσαμε για πρώτη φορά, εκτός από «επιτυχείς θεατρικά τελικές σπουδές» και επιτυχή κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου μέσω προφορικού λόγου και επιτυχή σημειωδότηση και εννοιολόγηση ιδεών των ΦΕ, μέσω των θεατρικών σπουδών. Μάθαμε λοιπόν ότι αυθεντικά επιστημονικά κείμενα με αφηγηματική δομή και υψηλή λογοτεχνική ποιότητα, όπως αυτά του Γαλιλαίου, μπορούν να τροφοδοτήσουν τη συνύπαρξη επιστήμης-θεάτρου και η μόνη αμφιβολία-αντίσταση που μας έμενε ήταν για το αν μια τέτοια επιτυχία μπορεί να επαναληφθεί, δεδομένου ότι η συγκεκριμένη δοκιμή αποτελούσε μια δημιουργική διαδικασία, τόσο των διδασκομένων, όσο και των διδασκόντων.

Γι' αυτό στην τέταρτη εφαρμογή, με τίτλο: *Με όχημα αυθεντικά επιστημονικά κείμενα II* (Τσελφές & Παρούση 2009), επαναλάβαμε ακριβώς την προηγούμενη προσπάθεια, για να μάθουμε από τα περιορισμένης, αυτή τη φορά, επιτυχίας αποτελέσματα, ότι: οι δημιουργικές διδακτικές-μαθησιακές διαδικασίες δεν επαναλαμβάνονται ακριβώς. Οι διδάσκοντες, επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία,



δεν μπόρεσαν να προσπονηθούν ότι προσεγγίζαν τις παραγωγές των φοιτητών ως πρωτότυπες ενώ παράλληλα δυσκολεύονταν και να εντοπίσουν τις όποιες νέες δημιουργίες· σε κάθε φάση ανακαλούσαν τα γεγονότα της προηγούμενης εφαρμογής και έτειναν να καθοδηγούν τις φοιτήτριες προς αυτά, μετατοπίζοντας το κέντρο βάρους προς τη μεταφορά της προηγούμενης εμπειρίας τους και «καταστρέφοντας» σημαντικά κομμάτια από πρωτότυπες δημιουργίες των φοιτητών. Μάθαμε λοιπόν, πάντα τοπικά και πρόσκαιρα, ότι η προσέγγισή μας χρειαζόταν και άλλα, διαφορετικά κείμενα-πηγές επιστημονικών ιδεών που θα μπορούσαν να κινητοποιήσουν το ενδιαφέρον των φοιτητριών σε επίπεδο αντίστοιχο με αυτό που πέτυχαν τα κείμενα του Γαλιλαίου.

Συνεχίζοντας, προσπαθήσαμε να αντιμετωπίσουμε την αντίσταση της έλλειψης κατάλληλων, με βάση τα αποτελέσματα της προηγούμενης δοκιμής, κειμένων-πηγών επιστημονικών ιδεών. Εδώ, δοκιμάσαμε δύο εφαρμογές που αντλούσαν τις επιστημονικές ιδέες από προγράμματα σπουδών για την τυπική εκπαίδευση παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Τα προγράμματα σπουδών που επιλέξαμε ήταν αυτά της Σκωτίας (Education Scotland 2017). Η επιλογή μας καθορίστηκε από το γεγονός ότι τα προγράμματα αυτά είναι τα μόνα στον κόσμο (από όσο μπορέσαμε να διερευνήσουμε) που αναγνωρίζουν στην πράξη ότι τη γνώση την οικοδομούν τα υποκείμενα: διατυπώνουν τους επιμέρους στόχους τους με προτάσεις στις οποίες το υποκείμενο είναι ο μαθητής, ο οποίος καλείται να οικοδομήσει τη γνώση (π.χ. *μπορώ να σας πω πώς μεγαλώνουν τα φυτά και ξέρω τι πρέπει να κάνω για να τα φροντίζω ή μπορώ να σας πω τι κάνει τα παιχνίδια μου να δουλεύουν αλλά και τι κάνουν αυτά όταν δουλεύουν*). Οι διατυπώσεις αυτές διαφέρουν λειτουργικά από τις γενικότερα καθιερωμένες, οι οποίες προσεγγίζουν τους στόχους από την πλευρά των διδασκόντων και τους διατυπώνουν με επιστημονικούς όρους που δεν έχουν καταρχήν σχέση με την καθημερινότητα των μαθητών ούτε με τον πολιτισμό της παιδικής ηλικίας, μιας και χρησιμοποιούν αφηρημένο δηλωτικό και όχι διαισθητικό αφηγηματικό λόγο. Πέρα από αυτό διατηρήσαμε σταθερά τα μοτίβα των δραστηριοτήτων και των μεθοδολογιών των δικών μας εφαρμογών και μάθαμε από τα αποτελέσματα (Τσελφές & Παρούση 2014α, 2015) ότι οι φοιτήτριες κατανοούν με μεγάλη ευκολία τις έννοιες προκειμένου να τις χρησιμοποιήσουν για να παράγουν τη δική τους θεατρική σπουδή. Σπουδή που αναπαριστά επιστημονικούς κόσμους των παιδιών. Εδώ, αξίζει τον κόπο να επισημάνουμε επίσης ότι οι θεατρικοί κόσμοι που δημιουργήθηκαν είχαν πρωταγωνιστές παιδιά (η αφηγηματική δομή των στόχων του προγράμματος σπουδών λειτούργησε επιτυχώς) και η αισθητική των παραγωγών ήταν εξαιρετικά υψηλή.

Έτσι, απελευθερώσαμε το περιεχόμενο των ΦΕ από τα «δεσμά» των κειμένων του Γαλιλαίου και δοκιμάσαμε με αρκετή επιτυχία θεατρικές αναπαραστάσεις επιστημολογικών υποθέσεων και προβληματισμών, που ακουμπούσαν οντολογικές ανησυχίες των φοιτητριών (4 εφαρμογές), καθώς και θεμελιώδεις ιδέες από τη σύγχρονη επιστήμη, που προκαλούσαν τη φαντασία τους (3 εφαρμογές). Και στις δύο περιπτώσεις τα κείμενα-πηγές των επιστημονικών ιδεών συνοδεύονταν πάντα από λογοτεχνικά, πολιτικά ή δημοσιογραφικά πολυτροπικά κείμενα κοινωνικού ή περιβαλλοντικού προβληματισμού, τα οποία προσέθεταν έναν αφηγηματικό τόνο στα προς μελέτη και θεατρική αναπαράσταση ζητήματα. Με τον τρόπο αυτό είχαμε επιτυχείς θεατρικές παραγωγές και εξαιρετικά εμβριθείς προβληματισμούς και αναζητήσεις για ζητήματα όπως: Είναι τα πράγματα όπως φαίνονται; Σκοποί ή νόμοι κινούν τον κόσμο μας; Είναι ψευδαίσθηση ο χρόνος; (Τσελφές και Παρούση 2015), Εναλλακτικές κοσμοθεωρήσεις και αιτιότητα (Τσελφές & Παρούση 2014β), Γνωριμία με το «σωματίδιο του Θεού», Πολυπλοκότητα και αιτιοκρατία (Τσελφές & Παρούση, 2018), Πόσο πειστικά είναι τα πειράματα επίδειξης; (Τσελφές & Παρούση 2008, 2015).

Η τελευταία δοκιμή, η σχετική με τα πειράματα επίδειξης, ανέδειξε μια σημαντική αντίσταση, που υπαινίσσεται βέβαια και η βιβλιογραφία της διδακτικής των ΦΕ: τα πειράματα επίδειξης είναι δύσκολο να αναπαραστήσουν τα θεωρητικά σχήματα που ερμηνεύουν τη λειτουργία τους γιατί γεννήθηκαν από τα σχήματα αυτά για να επιβεβαιώσουν εκ των υστέρων και σε εμπειρικό επίπεδο την αξιοπιστία τους (Roth et. al. 1997). Η αντίσταση αυτή μετατόπισε τις δοκιμές μας σε ένα πεδίο



διαφορετικό από το θεατρικό. Τα τελευταία χρόνια, με μια ακόμη επιστημονική συνεργατίδα (τρεις διδάσκοντες), ειδική στις καλλιτεχνικές εγκαταστάσεις, δοκιμάζουμε το παραστατικό μέσο των Installations, το οποίο έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν και τα μουσεία ΦΕ. Μέσα από τρεις μέχρι σήμερα εφαρμογές πλησιάσαμε πειράματα επίδειξης από την πλευρά των σημειωτικών και αισθητικών τους διαστάσεων και έχουμε μάθει ότι αυτά τα τεχνήματα μπορούν να αποκαλύπτουν τα «μυστικά» τους αν μετασχηματίζονται σε «έργα τέχνης». Συγκεκριμένα προσεγγίσαμε κρίσιμα πειράματα της οπτικής, όπως το πείραμα του Fresnel που υποδεικνύει την κυματική φύση του φωτός. Τέτοια πειράματα μάθαμε ότι μπορούν να «αποκαλύπτουν» τα θεωρητικά σχήματα που ελέγχουν αν βρεθούν μέσα στο περιβάλλον μιας αλληλεπιδραστικής εγκατάστασης, με υψηλή αισθητική, στην οποία όμως συνυπάρχουν με άλλα εκθέματα, από πεδία όπως της φιλοσοφίας (Πλάτωνα και Αριστοτέλης για το φως), της θρησκείας ή της παράδοσης (κάτοπτρα του Αρχιμήδη)· πεδία που τείνουν να αναπαριστούν ιδέες περισσότερο ίσως προσιτές στον μη ειδήμονα επισκέπτη. Μάθαμε δηλαδή ότι οι επιστημονικές ιδέες ανασύρονται εύκολα από ένα πείραμα επίδειξης αν σπάσουμε την απομόνωση του επιστημονικού πλαισίου που τις γεννά και τις παρουσιάσουμε εντός ενός πλαισίου υψηλής αισθητικής ως απλά εναλλακτικές και όχι ως «μοναδικές» ή «αληθείς» (Γιαννουλάτου Παρούση & Τσελφές 2017). Προσεγγίσαμε, επίσης, τη διαδικασία οικοδόμησης πρωτογενούς και προφανώς ατελούς θεωρητικής γνώσης, μέσω μιας εγκατάστασης όπου οι φοιτήτριες δοκίμασαν να δημιουργήσουν αλληλεπιδραστικά εκθέματα, τα οποία αναπαριστούσαν δικές τους θεωρητικές υποθέσεις σχετικές με το ερώτημα της παραγωγής του φωτός. Απ' αυτή τη διαδικασία μάθαμε ότι μη ειδικοί μπορούν να κατανοήσουν τη διαφορετική φύση της θεωρητικής «γλώσσας» από την αναπαραστατική-εμπειρική, αν έστω και μια φορά στη ζωή τους δοκιμάσουν να την κατασκευάσουν (Τσελφές & Παρούση 2018). Τέλος, οι φοιτήτριες πέτυχαν να μετασχηματίσουν ικανοποιητικά θεωρητικές ιδέες που αναπαριστούν την έννοια του φωτονίου για να κατασκευάσουν μικρά βίντεο κινούμενης εικόνας. Χρησιμοποίησαν τα βίντεο, τα οποία αναπαριστούσαν στιγμιότυπα από τη «θεωρητική ζωή των φωτονίων», για να δημιουργήσουν μια διαδικτυακή εγκατάσταση. Από τη συνολική διαδικασία μάθαμε ότι ο στόχος της έκθεσης στο διαδικτυακό περιβάλλον συγκροτεί μια ισχυρή δέσμευση των δημιουργών για να προσπαθήσουν και να επιτύχουν μια μετάβαση εντός ενός μη αισθητού θεωρητικού χώρου, όπου οι οντότητες «ζουν» μια άκρως ιδιόρρυθμη «ζωή» (Γιαννουλάτου Παρούση & Τσελφές 2018).

Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι: οι τοπικές αντιστάσεις, που συγκροτούν την κύρια πηγή μάθησης του εκπαιδευτικού-ερευνητή διαμορφώνονται κυρίως με βάση κανονιστικές παραδοχές του εκπαιδευτικού και διεπιστημονικού, για την περίπτωση, πεδίου. Κάποιες όμως είναι αποτέλεσμα και «ανθρώπινων» χαρακτηριστικών (π.χ. αδυναμία να προσποιηθείς τον συμμετοχο σε μια δραστηριότητα που γνωρίζεις καλά αλλά θέλεις αυτοί που θα εμπλέξεις να τη χειριστούν δημιουργικά-διερευνητικά). Οι προσαρμογές- συμμορφώσεις είναι κατά κανόνα εφικτές και μετασχηματίζουν τους τοπικούς στόχους και τις ανάλογες διαδικασίες, τόσο μέσω κανονιστικών όσο και υλικών μεταβολών. Ενώ, οι μεθοδολογίες συμμορφώνονται πάντα κανονιστικά προς τις διαδικασίες.

4. Συμπεράσματα

Τα όσα μάθαμε από την μέχρι στιγμής πορεία του προγράμματος φαίνεται να λένε ότι οι διεπιστημονικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις δείχνουν ως μοναδική σταθερή βάση του όποιου εννοιολογικού οικοδομήματος την προϋπάρχουσα κάθε φορά «γνώση» (αφηγηματική, δηλωτική, διαδικαστική κ.λπ.). Μόνο που αυτή η γνώση παρουσιάζει και μεγάλη ποικιλία από υποκείμενο σε υποκείμενο, και δεν μπορεί να εντοπιστεί με τις διαδικασίες που προτείνονται ως εισαγωγικές των μαθημάτων από τη διδακτική προσέγγιση του εποικοδομισμού. Κάθε φορά, το μοναδικό,



πραγματικό και ταυτόχρονα πρόσκαιρο πρόσωπό τους, αναδύεται μόνο όταν το υποκείμενο προσπαθεί να τις αναδομήσει ή να τις μετασχηματίσει για να δημιουργήσει κάτι καινούργιο, χρήσιμο στη δουλειά του. Η διαδικασία αυτή συγκροτεί την *αναπαραγωγή* που ζητούν οι θεσμοί από την εκπαίδευση· αναπαραγωγή που λόγω της πολύπλοκης φύσης της μόνο αντίγραφο δεν μπορεί να δημιουργήσει.

Μέσα σ' αυτή τη διαδικασία, όπου αναπαραστατικά μπορούν να συμβούν τα πάντα, ένα μοτίβο παραμένει σταθερό. Αυτό το μοτίβο μιλά για την οργανωτική δομή των πρακτικών. Φαίνεται να έχει τη μορφή του «μαγκανοπήγαδου» (Pickering 1995) και να παραμένει στο περιθώριο της διδασκαλίας-μάθησης, αν και είναι πανταχού παρόν. Αυτό το μοτίβο, αν γίνει ρητό, ίσως θα μπορούσε να αποτελέσει ένα αξιόπιστο μέσο αξιολόγησης της διδασκαλίας-μάθησης· μια εναλλακτική δηλαδή προς τις τυπικές εξετάσεις, τυποποίηση της συμβολικής χειραγώγησης των μαθητών και των φοιτητών.

Όμως, οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις του προγράμματός μας πυροδοτούνται πάντα από τον στόχο της δημιουργίας μιας νέας σύνθεσης (μιας θεατρικής σπουδής, μιας καλλιτεχνικής εγκατάστασης κ.λπ. σε ένα νέο και πάντα διαφορετικό πλαίσιο επιστημονικού περιεχομένου) και καταλήγουν να αξιολογούνται ως επιτυχείς ή μη κυρίως από την αισθητική της τελικής παραγωγής. Και η αισθητική αυτή δεν υπάρχει (Μουρίκη 2005), αν η τελική παραγωγή επαναλαμβάνει σ' ένα άλλο μέσον κάτι ήδη δεδομένο (δες π.χ. τη σχολική επιστήμη). Δεν υπάρχει, αν σχολιάζει ή ερμηνεύει τον κόσμο που αναπαριστά (δες π.χ. την οργάνωση της σχολικής διδασκαλίας των ΦΕ). Δεν υπάρχει, αν αναπαριστά τον «κόσμο» της παραγωγής ως αντανάκλαση του εσωτερικού κόσμου του υποκειμένου (δες π.χ. τις διαδικασίες ανάδειξης των προϋπαρχουσών ιδεών). Αντίθετα, υπάρχει όταν αρθρώνει κάτι νέο και διαφορετικό, παρουσιάζοντας έναν «άλλο κόσμο», διά του οποίου επιχειρεί να αποδώσει νόημα στον «κόσμο» (δες π.χ. τις θεωρητικές παραγωγές της επιστήμης ή της φιλοσοφίας). Και μπορεί, δεδομένης της χαμηλής εκτίμησης που αρχικά διαθέταμε για τις επιστημονικές και καλλιτεχνικές ικανότητες των φοιτητριών μας, να μας «τρόμαξε» το γεγονός ότι αυτές πέτυχαν πολλές φορές παραγωγές υψηλής αισθητικής, συναφείς με τους μεταβαλλόμενους στόχους του προγράμματος· μας ικανοποιεί όμως η υποψία ότι αν μια νέα τυποποίηση της συμβολικής χειραγώγησης των φοιτητριών μας περιλαμβάνει ως κριτήριο αξιολόγησης την αισθητική, τότε δεν έχουμε, προς το παρόν, τίποτα καλύτερο να φανταστούμε.

5. Βιβλιογραφία

Γιαννουλάτου, Ι., Παρούση, Α. & Τσελφές, Β. (2017). Εγκαταστάσεις (Installations): μια καλλιτεχνική (ανα)παράσταση θεωρητικών ιδεών για το φως μέσω υλικών τεχνημάτων. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ), *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, Ρέθυμνο: ΠΤΔΕ-ΠΚ, 230-238.

Γιαννουλάτου, Ι., Παρούση, Α. & Τσελφές, Β. (2018). Photons momentum: μια εγκατάσταση με χρήση νέων μέσων (new media installation) ως εκπαιδευτικό μέσο αναπαράστασης θεωρητικών ιδεών για το φως. Παρουσιάστηκε στο *10ο Πανελλήνιο Συνέδριο. Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: Φυσικές Επιστήμες, Εκπαίδευση, Πολιτισμός*. Θεσσαλονίκη: ΤΕΠΑΕ, ΑΠΘ, (υπό δημοσίευση στον τόμο επιλεγμένων εργασιών του συνεδρίου).

Μουρίκη, Α. (2005). *Μεταμορφώσεις της αισθητικής*. Αθήνα: Νεφέλη.

Πατσαδάκης, Μ., Τσελφές, Β., Καριώτογλου, Π. και Ψύλλος, Δ. (2002). Σχεδιασμός και εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων: Οι «λεπτές αποχρώσεις» των διδακτικών πρακτικών των έμπειρων εκπαιδευτικών. Στο Π. Κόκκοτας, Ι. Βλάχος, Π. Πηλιούρας και Αικ. Πλακίτση (επιμ), *Η διδασκαλία των ΦΕ στην κοινωνία της πληροφορίας*, Αθήνα: ΕΔΙΦΕ, 479-486.



- Τσελφές, Β. (2018). Τα χαρακτηριστικά της δυναμικής των Διδακτικών-Μαθησιακών Ακολουθιών Φ.Ε. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ), *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, Ρέθυμνο: ΠΤΔΕ-ΠΚ, 1171-1175.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2008). Τα πειράματα επίδειξης ως θεατρικά γεγονότα. Στο, Κ. Σκορδούλης, Θ. Νικολαΐδης, Ε. Κολέζα & Δ. Χασάπης (επιμ), *Ζητήματα Επιστήμης: Ιστορία, Φιλοσοφία και Διδακτική*. Αθήνα: Νήσος, 285-309.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2009). Θεατρική αφήγηση επιστημονικών ιδεών: Αφορμή για μια διαλεκτική προσέγγιση της μάθησης, *Κριτική Επιστήμη & Εκπαίδευση*, 9, 33-57.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2010). Η «εικονικότητα» της εκπαιδευτικής πράξης και η περίπτωση της διδασκαλίας-μάθησης των Φυσικών Επιστημών. *Επιστημονική Επετηρίδα Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*, 22, 151-178.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2014α). Όταν η θεατρική έκφραση αναλαμβάνει να υπηρετήσει τα παραδοσιακά Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο. Στο Π. Καριώτογλου και Π. Παπαδοπούλου (επιμ), *Φυσικές επιστήμες και περιβάλλον στην προσχολική εκπαίδευση: αναζητήσεις και προτάσεις*, Αθήνα: Gutenberg, 333-349.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2014β). Θεατρική αναπαράσταση εναλλακτικών κοσμοθεωριών: αιτιότητα, “σκοποί” και “νόμοι”. Στο Δ. Κολιόπουλος (επιμ), *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών*, Πάτρα: Ίων, 358-362.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2015). *Θέατρο και Επιστήμη στην Εκπαίδευση*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4042>
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2018). Διδασκαλία-Μάθηση ιδεών από θεωρίες σύγχρονης φυσικής, μέσω θεάτρου: Οι περιπτώσεις της Πολυπλοκότητας και του Πεδίου/ Σωματιδίου Higgs. Στο, Μ. Καλογιαννάκης (Επιμ), *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Προκλήσεις και προοπτικές*. Αθήνα: Gutenberg, 215-234.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2018). Οι δικές μας θεωρίες για το φως: μια προσπάθεια οικοδόμησης θεωρητικού λόγου από εκπαιδευόμενες Νηπιαγωγούς. Παρουσιάστηκε στο 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο. *Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: Φυσικές Επιστήμες, Εκπαίδευση, Πολιτισμός*. Θεσσαλονίκη: ΤΕΠΑΕ, ΑΠΘ, (υπό δημοσίευση στον τόμο επιλεγμένων εργασιών του συνεδρίου).
- Atkinson, D. (2018). Art, Pedagogies and Becoming: The Force of Art and the Individuation of New Worlds. In L. Knight & A. Lasczik Cutcher (eds), *Arts-Research-Education*, Springer, Cham, 3-16.
- Boyd, R. & Richerson, P. (2005). *The Origin and Evolution of Cultures*. NY: Oxford University Press.
- Burr, V. (20032). *Social constructionism*. London: Routledge.
- Camboredon, J. C., & Prevot, J. (1997). Αλλαγές στον κοινωνικό ορισμό της πρώιμης παιδικής ηλικίας και οι νέες μορφές συμβολικής βίας. Στο Δ. Μακρυνιώτη (Επιμ.), *Παιδική ηλικία*. Αθήνα: Νήσος, 501-528.
- Castells, M. (2010). *The Information Age. Economy, Society and Culture*. Oxford; Malden, MA: Wiley-Blackwell; Second Edition.
- Education Scotland. (2017). *Benchmarks, Early Level, All Curriculum Subjects*. Livingstone, Scotland. [https://education.gov.scot/improvement/documents/earlylevelbenchmarksallareas .pdf](https://education.gov.scot/improvement/documents/earlylevelbenchmarksallareas.pdf), ανασύρθηκε 21-07-2019.
- Kariotoglou, P., Psillos D. & Tselfes V. (2003). Modeling the evolution of a teaching -learning sequence: From discovery to constructivist approaches. In Psillos, D., Kariotoglou P., Tselfes, V., Fassouloupoulos, G., Hatzikraniotis, E., Kallery, M., (eds.) *Science Education in the Knowledge Based Society*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 259 – 268.



Paroussi, A. & Tselfes, V. (2006). Crossing the Borders between Science and Shadow Theatre: the Case of Light (Part I). In N. Govas & N. Choleva (eds), *Theatre / Drama & Education: Creating New Roles for 21st Century. Proceedings of the 5th Athens International Theater and Drama Education Conference*. Athens: Hellenic Theatre/Drama Education Network, 119-128.

Paroussi, A. & Tselfes, V. (2007). Crossing Cultural Borders between Science and Shadow Theatre: the Case of Light (Part II). In J. Shu & Ph. Chan (eds), *Planting Trees of Drama with Global Vision in Local Knowledge: IDEA 2007 Dialogues*, Hong Kong: IDEA Publications, 450-465.

Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice*. Chicago: The University Chicago Press.

Roth, W-M., McRobbie, C., Lucas, K. & Boutonné, S. (1997). Why may students fail to learn from demonstrations? A social practice perspective on learning in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 509 – 533.

Sewell, W. (1992). A theory of structure: Duality, agency and transformation. *American Journal of Sociology*, 98(1), 1-29.

Stoller, A. (2018). The Flipped Curriculum: Dewey's Pragmatic University. *Studies in Philosophy and Education*, 37(5), 451-465.

Tselfes, V. & Paroussi, A. (2009). Science and Theatre Education: A Cross-disciplinary Approach of Scientific Ideas Addressed to Student Teachers of Early Childhood Education, *Science & Education*, 18, 1115-1134.

Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. NY: Public Affairs.



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ



Συμπεριφορά μελλοντικών εκπαιδευτικών προς το περιβάλλον: Έρευνα για τη διαχείριση ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών συσκευών και την ανακύκλωση

Αναστασία Γκουλγκούτη, Αικατερίνη Πλακίτση, Γεώργιος Στύλος, Ευαγγελία Ασλανίδου, Γλυκερία Ντάντου

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στη συμπεριφορά 124 μελλοντικών εκπαιδευτικών του τμήματος Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με τη διαχείριση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών και την ανακύκλωση των οικιακών απορριμμάτων. Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων φαίνεται η μέτρια συμμετοχή των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε δράσεις ανακύκλωσης παρά την ενημερότητά τους για το πρόβλημα της ρύπανσης από τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Ταυτόχρονα, μελετήθηκαν και οι λόγοι, για τους οποίους οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ανακυκλώνουν ή επαναχρησιμοποιούν αντικείμενα και αναφέρονται τρόποι προώθησης της ανακύκλωσης.

Λέξεις-κλειδιά: μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, ανακύκλωση, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, περιβαλλοντικός γραμματισμός

Future teachers' environmental behavior: Study for e-waste management and recycle

Anastasia Goulgouti, Aikaterini Plakitsi, Georgios Stylos, Euaggelia Aslanidou, Glykeria Ntantou

University of Ioannina

Abstract

The purpose of this study is to investigate the environmental behavior of 124 future teachers at Pre-School Education department at University of Ioannina concerning electronic waste and solid waste. Statistical analysis reveals moderate participation in recycling despite future teachers' awareness of the problem of electrical and electronic devices. At the same time, the reasons that prospective teachers recycle or reuse objects highlight the crucial role of family. Finally, future teachers refer the ways in order to promote recycle and highlight the importance of information.

Keywords: future teachers, e-waste, recycle, environmental literacy



1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη (ΕΑΑ) ενσωματώνοντας την έννοια της αειφορίας όχι μόνο στο περιβάλλον αλλά στην κοινωνία, στην οικονομία και στην πολιτική με στόχο την οικολογική βιωσιμότητα και την κοινωνική δικαιοσύνη (Φλογαίτη & Λιαράκου 2009). Πρόσφατα, το 2016 τέθηκαν οι 17 στόχοι από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών, οι οποίοι αναφέρονται στην αειφορία για το περιβάλλον, την ευημερία, την ειρήνη, τους ανθρώπους και τις παροχές (UNESCO 2016). Έρευνες, οι οποίες αναφέρονται στη συμπεριφορά των μελλοντικών εκπαιδευτικών προς το περιβάλλον, θεωρούνται σημαντικές, καθώς έχει βρεθεί ότι επηρεάζουν θετικά τη συμπεριφορά που θα αναπτύξουν οι μαθητές τους προς το περιβάλλον (Ferreira et al. 2009, Plakitsi et al. 2013, Roth et al. 2013, Yavetz et al. 2009) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την ανάδειξη της σημασίας της ΕΑΑ στην τριτοβάθμια εκπαίδευση όσο και για την προσφορά περισσότερων μαθημάτων ΕΑΑ με την αναθεώρηση των αντίστοιχων προγραμμάτων σπουδών, στα οποία στόχο θα αποτελεί η ΕΑΑ με αποτέλεσμα τους περιβαλλοντικά εγγράμματους εκπαιδευτικούς (Chita et al. 2015, Agenda 2030 UNESCO 2016).

Αναφορικά με τη συμπεριφορά των μελλοντικών εκπαιδευτικών προς το περιβάλλον και συγκεκριμένα τη συμμετοχή τους σε δράσεις ανακύκλωσης ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών αλλά και άλλων οικιακών απορριμμάτων, σε έρευνες αναφέρεται η χαμηλή ή η μέτρια συμμετοχή τους (Γκουλγκούτη κ.α. 2019, Clay 2005, Gavrilakis et al. 2017, Gwekwerere 2014, Yavetz et al. 2009). Ενδεικτικά, σε πρόσφατη έρευνα των Γκουλγκούτη κ.α. (2019) βρέθηκε ότι περίπου οι μισοί από τους ερωτηθέντες μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προσχολικής εκπαίδευσης συμμετέχουν σε δράσεις ανακύκλωσης ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών σε ποσοστό χαμηλότερο συγκρινόμενο με την ανακύκλωση μπαταριών, πλαστικού, γυαλιού και χαρτιού.

Επομένως, για την ευαισθητοποίησή τους και την καλλιέργεια περιβαλλοντικά πιο υπεύθυνης συμπεριφοράς θεωρείται σημαντική η απόκτηση γνώσεων σχετικά με περιβαλλοντικές έννοιες και ειδικότερα για την ανακύκλωση και τις συνέπειες της απόρριψης ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών μαζί με τα υπόλοιπα οικιακά απορρίμματα, συμμετοχή σε οργανωμένες δράσεις ΕΑΑ (Genc & Akilli 2016, Gwekwerere 2014, Yavetz et al. 2009) καθώς και υιοθέτηση αειφορικών συνθηκών στην καθημερινότητα (UNESCO 2016).

Η διαχείριση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών αποτελεί ένα σύγχρονο περιβαλλοντικό και κοινωνικό πρόβλημα λόγω της ταχύτητας που εξελίσσεται η τεχνολογία, με αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλου όγκου ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών απορριμμάτων (Παναγιωτακόπουλος 2002, Coroama & Hilty 2014, Widmer et al. 2005). Οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές είναι κατασκευές, οι οποίες περιέχουν υλικά, αρκετά από τα οποία μπορεί να είναι ιδιαίτερα τοξικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, όπως τα σιδηρούχα μέταλλα, το πλαστικό, το γυαλί, το αλουμίνιο και ο χαλκός και διάφορες προσμίξεις υλικών με μόλυβδο, βρώμιο, νικέλιο, ψευδάργυρο κ.α. (Coroama & Hilty 2014, Widmer et al. 2005) και θεωρούνται γνώσεις, που οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί θα πρέπει να έχουν, ώστε να διαμεσολαβήσουν αποτελεσματικά σε αειφορικές δραστηριότητες με τους μαθητές τους.

2. Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στη συμπεριφορά των μελλοντικών εκπαιδευτικών του τμήματος Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με τη διαχείριση των ηλεκτρικών και



ηλεκτρονικών συσκευών καθώς και των οικιακών απορριμμάτων. Επίσης, διερευνώνται οι λόγοι ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης αντικείμενων και οι τρόποι προώθησης της ανακύκλωσης.

Το εργαλείο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα είναι το ερωτηματολόγιο του οργανισμού για το περιβάλλον TERI (TERI 2014). Για την καλύτερη προσαρμογή του εργαλείου στα ελληνικά δεδομένα ακολουθήθηκαν τα προτεινόμενα από τη βιβλιογραφία στάδια (Hambleton 2001). Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 4 ενότητες αποτελούμενες από κλειστού τύπου ερωτήσεις. Η 1^η ενότητα αναφέρεται σε δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος (φύλο, ηλικία, έτος σπουδών, οικογενειακό μορφωτικό-οικονομικό επίπεδο κ.α.). Η 2^η ενότητα αποτελείται από 7 ερωτήσεις, οι οποίες σχετίζονται με την ενημερότητα των μελλοντικών εκπαιδευτικών για περιβαλλοντικά ζητήματα και προβλήματα, τις γνώσεις που έχουν σχετικά με αυτά, τις πηγές που χρησιμοποιούν για να αναζητήσουν πληροφορίες για περιβαλλοντικά θέματα και προβλήματα καθώς και τις συνέπειες αυτών στην υγεία του ανθρώπου. Στην 3^η ενότητα υπάρχουν 13 ερωτήσεις οι οποίες αναφέρονται στη διαχείριση του πόσιμου νερού (έλλειψη νερού, κατανάλωση του νερού και συμπεριφορά των ερωτηθέντων). Τέλος, η 4^η ενότητα αναφέρεται στους τρόπους διαχείρισης των στερεών και ηλεκτρονικών απορριμμάτων από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, στην ανακύκλωση και στους τρόπους προώθησης της ανακύκλωσης (13 ερωτήσεις). Στην παρούσα έρευνα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, που αφορούν στην 4^η ενότητα του ερωτηματολογίου.

Το δείγμα της έρευνας είναι οι φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και αποτελείται από 124 φοιτητές/τριες του 3^{ου} και 4^{ου} έτους σπουδών τους περίπου ισότιμα κατανεμημένοι. Ο σημαντικότερος λόγος επιλογής του συγκεκριμένου δείγματος είναι το γεγονός ότι αποτελούν τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προσχολικής εκπαίδευσης και θα είναι αυτοί που θα επηρεάσουν σημαντικά τους μελλοντικούς πολίτες (Plakitsi et al. 2013, Roth et al. 2013) και είναι σημαντικό να αναδειχθούν οι απόψεις και η συμπεριφορά τους ως προς τη διαχείριση των ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών αλλά και η υιοθέτηση πρακτικών όπως η ανακύκλωση. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2016-2017.

3. Αποτελέσματα

Τα βασικά δημογραφικά και ακαδημαϊκά στοιχεία των φοιτητών του δείγματος, δηλαδή το φύλο και το έτος σπουδών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Αναφορικά με το οικογενειακό κοινωνικο-μορφωτικό περιβάλλον των μελλοντικών εκπαιδευτικών, η πλειοψηφία προέρχεται από οικογένειες, των οποίων οι γονείς είναι απόφοιτοι της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (44% για τον πατέρα και 47% για τη μητέρα).

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά του δείγματος

Φύλο	Πλήθος	Ποσοστό (%)
Άνδρας	13	10
Γυναίκα	111	90
Έτος Σπουδών		
Γ	70	41
Δ	74	59



Αρχικά διερευνήθηκε η ενημερότητα των μελλοντικών εκπαιδευτικών, δηλαδή η εξοικείωσή τους με το πρόβλημα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών απορριμμάτων, η πλειοψηφία των οποίων (64%) απάντησε ότι γνωρίζει το συγκεκριμένο περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Όσον αφορά στη διαχείριση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών σημαντικό θεωρείται το ποσοστό που απορρίπτει τις συσκευές με τα υπόλοιπα απορρίμματα κυρίως τις μικρότερες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές και τα αναλώσιμα (κινητά, pen drives, εκτυπωτές κ.λπ.) καθώς και το ποσοστό που απλά τις αποθηκεύουν στο σπίτι. Παράλληλα, αρκετοί είναι αυτοί που δήλωσαν ότι πετούν τις οικιακές ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές με τα υπόλοιπα απορρίμματα, όπως τα κλιματιστικά και τους καταψύκτες. Αντίθετα, πολλοί μελλοντικοί εκπαιδευτικοί επιλέγουν να πουλήσουν τις συσκευές σε κατάσταση μεταχειρισμένων ή να τις επισκευάσουν και να τις επαναχρησιμοποιήσουν κυρίως τις συσκευές μεγάλου και μέτριου όγκου (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Διαχείριση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών

Πρακτικές διαχείρισης συσκευών	Συσκευές μεγάλου & μέτριου όγκου- Η/Υ, τηλέφωνα, στερεοφωνικές συσκευές κ.α. (%)	Συσκευές μικρού όγκου & αναλώσιμα- κινητά, εκτυπωτές, δοχεία γραφίτη, pen drives, CDs κ.α. (%)	Οικιακές συσκευές- ψυγεία, κλιματιστικά, τηλεοράσεις κ.α. (%)
Τις πετώ με τα άλλα απορρίμματα	10	18	13
Τις χαρίζω	18	21	29
Τις αποθηκεύω στο σπίτι	22	25	12
Τις πουλώ σε κατάσταση μεταχειρισμένων	14	8	11
Τις επισκευάζω και τις επαναχρησιμοποιώ	33	24	28
Άλλο	3	4	7

Στη συνέχεια, η πλειοψηφία των μελλοντικών εκπαιδευτικών ανέφερε ότι η καλύτερη στρατηγική διαχείρισης των οικιακών απορριμμάτων είναι η βελτίωση της ικανότητας για ανακύκλωση (61%) και ως επόμενη στρατηγική ανέφεραν τη μείωση των οικιακών απορριμμάτων στο σπίτι (15%). Ταυτόχρονα, λίγοι είναι αυτοί, οι οποίοι θεωρούν την επιβολή τελών ως καλή στρατηγική, προκειμένου να μειωθούν τα απορρίμματα. (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Στρατηγικές διαχείρισης στερεών απορριμμάτων

Στρατηγικές διαχείρισης	Ποσοστό (%)
Βελτίωση ικανότητας ανακύκλωσης	61
Μείωση οικιακών απορριμμάτων	15
Διαχωρισμός	8
Επιβολή τελών	7
Δε γνωρίζω	9



Ενθαρρυντικό είναι το γεγονός, ότι υπάρχει προθυμία από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς για διαχωρισμό των οικιακών απορριμμάτων τους σε βιοδιασπώμενα και μη-βιοδιασπώμενα στο μέλλον, καθώς η πλειοψηφία εμφανίζεται πρόθυμη σε ποσοστό 73%. Βέβαια, παραμένει υψηλό το ποσοστό αυτών που δεν επιθυμούν να διαχωρίζουν τα οικιακά τους απορρίμματα (Πίνακας 4)

Πίνακας 4: Προθυμία μελλοντικών εκπαιδευτικών για διαχωρισμό των οικιακών τους απορριμμάτων

Προθυμία διαχωρισμού απορριμμάτων	Ποσοστό (%)
Ναι	73
Όχι	27

Η μεγάλη προθυμία για διαχωρισμό των οικιακών τους απορριμμάτων που εξέφρασαν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί δεν αντανακλάται στη συμπεριφορά τους, με εξαίρεση το χαρτί, τις εφημερίδες και τα περιοδικά, τα οποία η πλειοψηφία είτε τα ανακυκλώνει είτε τα επαναχρησιμοποιεί (75%). Περίπου οι μισοί μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ανακυκλώνουν ή επαναχρησιμοποιούν γυάλινα και μεταλλικά αντικείμενα ενώ περίπου 1 στους 3 ανακυκλώνει ή επαναχρησιμοποιεί τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Επίσης, μεγάλο παραμένει το ποσοστό των μελλοντικών εκπαιδευτικών, οι οποίοι δεν κάνουν ανακύκλωση ανεξάρτητα των αντικειμένων, με μεγαλύτερο ποσοστό στα χαρτόνια και συσκευασίες tetra pack και στα κατεστραμμένα έπιπλα- είδη οικιακής χρήσης. (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Αντικείμενα που ανακυκλώνονται ή επαναχρησιμοποιούνται από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς (%)

Αντικείμενα	Ποσοστό (%)
Χαρτί, περιοδικά & εφημερίδες	75
Γυάλινα αντικείμενα	48
Μεταλλικά αντικείμενα	47
Ηλεκτρονικές & ηλεκτρικές συσκευές	38
Χαρτόνια & συσκευασίες tetra pack	25
Έπιπλα & είδη οικιακής χρήσης	21

Σημαντικοί θεωρούνται και οι λόγοι, για τους οποίους οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ανακυκλώνουν ή επαναχρησιμοποιούν αντικείμενα. Στην παρούσα εργασία αναδεικνύεται ο ρόλος της οικογένειας στην υιοθέτηση περιβαλλοντικής συμπεριφοράς ανακυκλώνοντας ή επαναχρησιμοποιώντας αντικείμενα, καθώς 4 στους 10 δήλωσαν ότι η ανακύκλωση αποτελεί οικογενειακή συνήθεια. Αντίθετα, το οικονομικό όφελος δε φαίνεται να αποτελεί κίνητρο, προκειμένου να ανακυκλώνουν ή να επαναχρησιμοποιούν αντικείμενα. (Πίνακας 6).

Τέλος, σύμφωνα με τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς η ανακύκλωση θα μπορούσε να προωθηθεί κυρίως με την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών (40%) αλλά και τη δημιουργία πιο βολικών κέντρων ανακύκλωσης (31%). Παράλληλα, περίπου 1 στους 3 μελλοντικούς εκπαιδευτικούς υποστηρίζει ότι η τοποθέτηση κάδων ανακύκλωσης σε περισσότερα σημεία μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην υιοθέτηση πιο περιβαλλοντικής συμπεριφοράς. (Πίνακας 7)



Πίνακας 6: Λόγοι ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης αντικειμένων από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς

Λόγοι ανακύκλωσης/ επαναχρησιμοποίησης	Ποσοστό (%)
Εξοικονόμηση φυσικών πόρων	51
Οικογενειακή συνήθεια	38
Οικονομικό όφελος από την πώληση των αντικειμένων	11

Πίνακας 7: Τρόποι προώθησης της ανακύκλωσης σύμφωνα με τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς

Τρόποι προώθησης της ανακύκλωσης	Ποσοστό (%)
Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση	40
Δημιουργία κέντρων ανακύκλωσης	31
Τοποθέτηση περισσότερων κάδων ανακύκλωσης	29

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η συμπεριφορά των μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς τη διαχείριση των ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών συσκευών και των οικιακών απορριμμάτων. Παρά την ενημερότητά τους για το περιβαλλοντικό και κοινωνικό πρόβλημα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, πολλοί είναι αυτοί που ανέφεραν ότι πετούν τις ηλεκτρικές, ηλεκτρονικές και οικιακές συσκευές μαζί με τα υπόλοιπα οικιακά απορρίμματα. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν καταλήξει και έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε περιοχές της Ασίας χρησιμοποιώντας το ίδιο εργαλείο (TERI 2014). Προς την ίδια κατεύθυνση, έρευνες αναφέρουν χαμηλή ή μέτρια συμμετοχή στην υιοθέτηση της ανακύκλωσης στα οικιακά απορρίμματα (Gwekwerere 2014, Yavetz et al. 2009). Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα οι Gavrilakis et al. (2017) ανέφεραν ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ανακυκλώνουν περισσότερο το χαρτί και περίπου οι μισοί ανακυκλώνουν γυάλινα ή μεταλλικά αντικείμενα. Προς την ίδια κατεύθυνση, σε έρευνα των Yavetz et al. (2009) αναφέρεται η μέτρια συμμετοχή των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε δράσεις ανακύκλωσης.

Ταυτόχρονα, ως καλύτερη στρατηγική για τη διαχείριση των στερεών απορριμμάτων για τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς είναι η βελτίωση της ικανότητας για ανακύκλωση, αλλά και η μείωση των οικιακών απορριμμάτων στο σπίτι. Η αλλαγή του τρόπου ζωής του ανθρώπου και η προσπάθεια μείωσης της υπερκατανάλωσης αγαθών ως τρόπος ζωής τονίζεται και από Διεθνείς Συνδιασκέψεις, καθώς έχουν θεωρηθεί οι βασικές αιτίες των περισσότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό (Genc & Akilli 2016, UNESCO 2016).

Αξίζει να αναφερθούν και οι τρόποι προώθησης της ανακύκλωσης, σύμφωνα με τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, οι οποίοι τονίζουν τη σημασία της ενημέρωσης και της ευαισθητοποίησης. Έτσι γίνεται αντιληπτή η σημασία της εκπαίδευσης τόσο στην παροχή γνώσεων όσο και στην καλλιέργεια θετικών στάσεων προς το περιβάλλον και την κοινωνία γενικότερα αλλά και στην αυξανόμενη συμμετοχή σε δράσεις που στοχεύουν στη βελτίωση και προστασία του περιβάλλοντος. Ο περιβαλλοντικά εγγράμματος εκπαιδευτικός μπορεί να προσφέρει πολλά στους μαθητές, στην παροχή γνώσεων, στην καλλιέργεια θετικών στάσεων προς το περιβάλλον, στην υιοθέτηση περιβαλλοντικά πιο υπεύθυνης συμπεριφοράς, στην ανάπτυξη των απαραίτητων



δεξιοτήτων για λήψη αποφάσεων, με αποτέλεσμα τους περιβαλλοντικά εγγράμματους πολίτες του μέλλοντος.

5. Βιβλιογραφία

Γκουλγκούτη Α, Πλακίτση, Α., Στύλος, Γ., Γαβριλάκης, Κ., & Κώτσης, Κ. (2019). Περιβαλλοντικός Γραμματισμός στην Ελλάδα: Η συμπεριφορά των μελλοντικών εκπαιδευτικών προς το περιβάλλον. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 68, 37-51.

Παναγιωτακόπουλος, Δ. (2002), *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις: Ζυγός, Θεσσαλονίκη.

Chita, E., Kameas, A., Kornelaki, A.C., Plakitsi, K., Kolios, V., & Maidou A. (2015). Identifying the gap in courses on sustainable Development offered by greek universities. In In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future*, Part 9 (co-eds. M. Achiam & G. S. Carvalho), (pp. 1385-1396). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6

Clay, S. (2005). Increasing University Recycling: Factors influencing recycling behaviour among students at Leeds University, *Earth & Environment*, 1, 86-228.

Coroama, V.C. & Hilty, L.M. (2014). Assessing internet energy intensity: a review of methods and results. *Environmental Impact Assessment Review*, 45(1).

Gavrilakis, C., Stylos, G., Kotsis, K.T., & Goulgouti, A. (2017). Environmental literacy assessment of Greek university pre-service teachers. *Science Education Research & Praxis*. ISSN:1792-3166

Genc, M. & Akilli, M. (2016). Modeling the relationships between subdimensions of environmental literacy. *Applied Environmental Education & Communication*, 15(1), 58-74, DOI: 10.1080/1533015X.2016.1141724

Ferreira, J., Ryan, E., Davis, J., Cavanagh, M., & Thomas, J. (2009). *Mainstreaming sustainability in pre-service teacher education in Australia*. Canberra: Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (DEWHA) and the Australian Research Institute in Education for Sustainability. ISBN: 978-1-74138-339-3

Genc, M., & Akilli, M. (2016). Modeling the relationships between subdimensions of environmental literacy, *Applied Environmental Education & Communication*, 15(1), 58-74, DOI: 10.1080/1533015X.2016.1141724.

Gwekwerere, Y. (2014). Pre-Service Teachers' Knowledge, Participation and Perceptions About Environmental Education in Schools. *Australian Journal of Environmental Education*, 30(2), 198–214.

Hambleton, R.K. (2001). The next generation of the ITC test translation and adaptation guidelines. *European Journal of Psychological Assessment*, 17(3), 164-172.

Plakitsi, K. (2013). *Activity Theory in Formal and Informal Science Education*. Rotterdam: Sense Publishers

Roth, W.M., Goulart, M.I., & Plakitsi, K. (2013). Darkness|Light. In Roth, W.-M., Goulart, M.I.M., Plakitsi, K., *Science Education during Preschool Years. A Cultural-Historical Approach*. Dordrecht, 111-138. The Netherlands: Springer.

Shamuganathan, S., & Karpudewan, M. (2015). Modeling Environmental Literacy of Malaysian Pre-University Students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(5), 757-771.

TERI (2014). *The environmental survey*. The Energy and Resources Institute: India.

UNESCO (2016). *Education for people and planet. Creating sustainable future for all*. Final Report. Paris: UNESCO.



Yavetz, B., Goldman, D., & Pe'er, S. (2009). Environmental literacy in pre-service teachers in Israel: A comparison between students at the onset and end of their studies. *Environmental Education Research*, 15, 393–415. DOI:10.1080/1350462090292 8422



Η κατανόηση της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος από μαθητές δημοτικού

Βασιλική Δάλαρου¹, Γεώργιος Μαλανδράκης²

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία μελετά το βαθμό κατανόησης της έννοιας και της σημασίας του ενεργειακού αποτυπώματος από μαθητές/τριες Δημοτικού, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον κύκλο ζωής των προϊόντων. Στην έρευνα συμμετείχαν 102 μαθητές/τριες Ε' τάξης, τεσσάρων Δημοτικών Σχολείων της Πρέβεζας και για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με 12 εικόνες και τέσσερις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Από την ανάλυση προέκυψε πως η πλειοψηφία των μαθητών/τριών μπορεί να εντοπίσει πως απαιτείται κάποιου είδους ενέργεια κατά την κατασκευή ενός προϊόντος, ένα μικρότερο ποσοστό ανέφερε πως απαιτείται ενέργεια κατά τη λειτουργία των προϊόντων, ενώ καμία αναφορά για χρήση ενέργειας δεν έγινε στο στάδιο της απόσυρσης.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακό αποτύπωμα, μαθητές δημοτικού, εικονογραφημένο ερωτηματολόγιο

Primary school students' understanding about the energy footprint concept

Vasiliki Dalarou¹, Georgios Malandrakis²

¹University of Western Macedonia, ²Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

This study explores the degree of understanding of the energy footprint concept and its importance, giving particular emphasis on product life cycle. Participants were 102 5th grade students from four elementary schools in Preveza, and data collected through a questionnaire comprised of four open-ended questions and 12 images. The analysis revealed that the majority of students may find that some kind of energy is required in the manufacture of a product, a lower percentage realized that energy was required during the operation of the products and no reference to energy was made regarding the end of life stage.

Keywords: Energy footprint, primary school students, illustrated questionnaire



1. Εισαγωγή

Λόγω των αυξανόμενων αναγκών στη ζήτηση ενέργειας, η οποία προέρχεται συνήθως από ορυκτά καύσιμα, δημιουργήθηκε ένα μεγάλο ζήτημα με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Το κύριο πρόβλημα της δραστηριότητας αυτής είναι η αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα το οποίο συμβάλλει στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Caldeira & Davis 2010). Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το ενεργειακό αποτύπωμα είναι η ευρεία σειρά δραστηριοτήτων που επιδίδονται οι άνθρωποι και έχουν ως συνέπεια τις εκπομπές αερίων διοξειδίου του άνθρακα. Ορισμένες από τις δραστηριότητες αυτές είναι η θέρμανση με βάση τα ορυκτά καύσιμα, η λειτουργία των εργοστασίων που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, και γενικότερα πολλές βιομηχανικές ή αγροτικές δραστηριότητες. Το 70% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου φαίνεται πως προέρχεται από την καύση ορυκτών για θέρμανση, για παραγωγή ηλεκτρισμού και για τις μεταφορές (IPCC 2007). Πιο συγκεκριμένα, για τις μεταφορές, η ενέργεια που δαπανήθηκε το 2004 στον τομέα αυτό φτάνει το 26% της συνολικής παγκόσμιας ενέργειας (Abdallah et al. 2011). Τα μέσα που χρησιμοποιούν την περισσότερη είναι κυρίως τα αεροπλάνα και τα αυτοκίνητα. Όσον αφορά τους τομείς της θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού, αποτελούν τις μεγαλύτερες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στα πλαίσια δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται στο χώρο του σπιτιού. Συγκεκριμένα, αποτελούν περίπου το 46% όλων των εκπομπών που εκλύονται στα πλαίσια της οικίας και το 70% των συνολικών εκπομπών από τη χρήση οικιακής ενέργειας (DEFRA 2008).

Από την άλλη πλευρά, με βάση τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε όλο τον κόσμο, φαίνεται πως υπάρχουν κοινά χαρακτηριστικά στις απόψεις των παιδιών οι οποίες συνεχώς εξελίσσονται. Οι ιδέες για την ενέργεια που είναι κοινές μεταξύ των παιδιών ανεξαρτήτως χώρας, είναι καταρχήν πως η ενέργεια είναι κάτι που έχει σχέση μόνο με έμψυχα αντικείμενα. Συνδέεται, δηλαδή, η ενέργεια μόνο με ζωντανούς οργανισμούς και ακόμη πιο συγκεκριμένα με τον άνθρωπο (Watts & Gilbert 1983). Επίσης, πολλά παιδιά συνδέουν την ενέργεια με την κίνηση και τη δύναμη. Θεωρούν πως σε όσα αντικείμενα δεν είναι έμψυχα θα πρέπει να υπάρχει κίνηση ώστε να περικλείουν ενέργεια, ενώ παράλληλα στα ακίνητα αντικείμενα δεν υπάρχει. Από πλήθος μελετών προκύπτει επίσης ότι υπάρχει μια ταύτιση της ενέργειας με το καύσιμο (Stead 1980). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις Η.Π.Α. φάνηκε πως λιγότερο από το 50% των μαθητών καταλαβαίνει πως δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα μηχάνημα το οποίο μπορεί να παράγει περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνει (DeWaters & Powers 2011)

Σε ότι αφορά την κατανόηση του όρου «ενεργειακό αποτύπωμα», σχετική έρευνα σε υποψήφιους δασκάλους έδειξε ότι η πλειοψηφία τους δεν γνωρίζουν ούτε τον σχετικό όρο ούτε τη χρησιμότητά του (Μπέλλος 2013). Επίσης, οι Keles και Aydogdu (2010) ερεύνησαν τις απόψεις υποψηφίων εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών σχετικά με την έννοια του οικολογικού αποτυπώματος, μέρος του οποίου είναι το ενεργειακό, και κατέληξαν στο ότι κανείς από τους ερωτηθέντες δεν γνώριζε την έννοια του όρου (Keles & Aydogdu 2010).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνήσουμε το επίπεδο στο οποίο οι μαθητές δημοτικού κατανοούν την έννοια του ενεργειακού αποτυπώματος. Με βάση τα αποτελέσματα, στόχος είναι να αναπτυχθούν πιο αποτελεσματικές μέθοδοι διδασκαλίας για το συγκεκριμένο ζήτημα και να υπάρξει μια αποτελεσματικότερη στροφή προς πιο βιώσιμες συμπεριφορές.



2. Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 102 μαθητές/τριες (61 αγόρια, 41 κορίτσια) Ε΄ τάξης από τέσσερα δημόσια δημοτικά σχολεία της πόλης της Πρέβεζας. Η ηλικία των μαθητών/τριών ήταν 10-11 έτη και ανήκαν σε μέσα κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο.

Ως όργανο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελούνταν από τέσσερις (4) ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Η πρώτη ερώτηση περιελάμβανε οκτώ (8) εικόνες με προϊόντα ή ενέργειες. Για κάθε εικόνα, οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν σε δύο υποερωτήσεις: (1) Για ποιους λόγους πιστεύουν πως έχει χρησιμοποιηθεί (ή θα χρησιμοποιηθεί) κάποιου είδους ενέργεια σε όλη τη διάρκεια ζωής του συγκεκριμένου προϊόντος, και (2) Ποια είναι η πηγή ενέργειας κάθε φορά. Στη δεύτερη ερώτηση οι μαθητές κλήθηκαν να ταξινομήσουν 4 τρόπους μεταφοράς προϊόντων, βάζοντας πρώτο το μέσο που χρειάζεται λιγότερη ενέργεια και τελευταίο αυτό που χρειάζεται την περισσότερη για την μεταφορά της ίδιας ποσότητας προϊόντων. Έπειτα τους ζητούνταν να αιτιολογήσουν τη γνώμη τους. Στην τρίτη ερώτηση, με βάση τις εικόνες των ερωτήσεων 1 και 2, έπρεπε να αναφέρουν παραδείγματα από τις ανωτέρω δραστηριότητες τα οποία έχουν θετική ή αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Τέλος, στην τέταρτη ερώτηση οι μαθητές κλήθηκαν να προτείνουν τρόπους μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας στις περιπτώσεις των ερωτήσεων 1 και 2. Οι εικόνες που επιλέχθηκαν για τις δύο πρώτες ερωτήσεις καλύπτουν όλες τις περιπτώσεις της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος (βλ. Πίνακα 1).

Πίνακας 1: Τα βασικά θέματα διερεύνησης και η αντιστοιχία τους με τις εικόνες

Ερ/ση	Περιπτώσεις της έννοιας του Ε.Α.	Εικόνες ερωτηματολογίου
1	Άμεση χρήση ορυκτών καυσίμων	(i) Καλοριφέρ, (ii) Η/Υ
	Έμμεση χρήση ορυκτών καυσίμων	(iii) Μπουκαλάκι νερό (αχρησιμοποίητο), (iv) Ρούχα (αχρησιμοποίητα)
	Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από μη ορυκτά καύσιμα	(v) Σταβλισμένη κτηνοτροφία, (vi) Χωματερή
	Μείωση του Ε.Α	(vii) Ανεμογεννήτριες, (viii) Φωτοβολταϊκά
2	Μερίδιο χώρας από τις παγκόσμιες εκπομπές κάθε είδους μεταφορών	Μεταφορές με (ix) αεροπλάνο, (x) πλοίο, (xi) αυτοκίνητο, (xii) τρένο

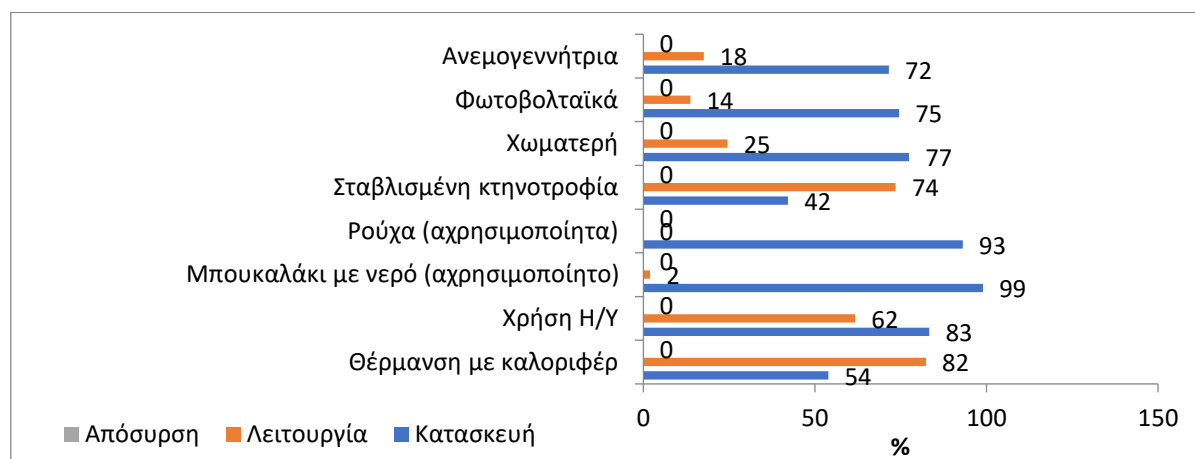
Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο excel. Κάθε γραμμή αντιστοιχούσε στις απαντήσεις διαφορετικού μαθητή και οι στήλες στις 4 βασικές ερωτήσεις με τις υποερωτήσεις τους. Έπειτα, τα δεδομένα από κάθε ερώτηση ομαδοποιήθηκαν με βάση την εννοιολογική συγγένειά τους και έτσι προέκυψαν κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών για κάθε υπό διερεύνηση θέμα. Το Γράφημα 1 δημιουργήθηκε από την πρώτη ερώτηση, προέκυψε από την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών με βάση τα τρία κύρια στάδια του κύκλου ζωής των προϊόντων (παραγωγή, χρήση, τέλος χρήσης ζωής)



3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι η πλειοψηφία των μαθητών κατανοεί πως καταναλώνεται κάποιου είδους ενέργεια κατά την κατασκευή και των 8 περιπτώσεων της Ερώτησης 1, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό αναφέρει πως απαιτείται ενέργεια για τη λειτουργία τους (Γράφημα 1). Ωστόσο, το στάδιο της απόσυρσης δεν αναφέρθηκε από κανέναν μαθητή.

Γράφημα 1: Συχνότητα αναφοράς των τριών σταδίων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος για κάθε εικόνα



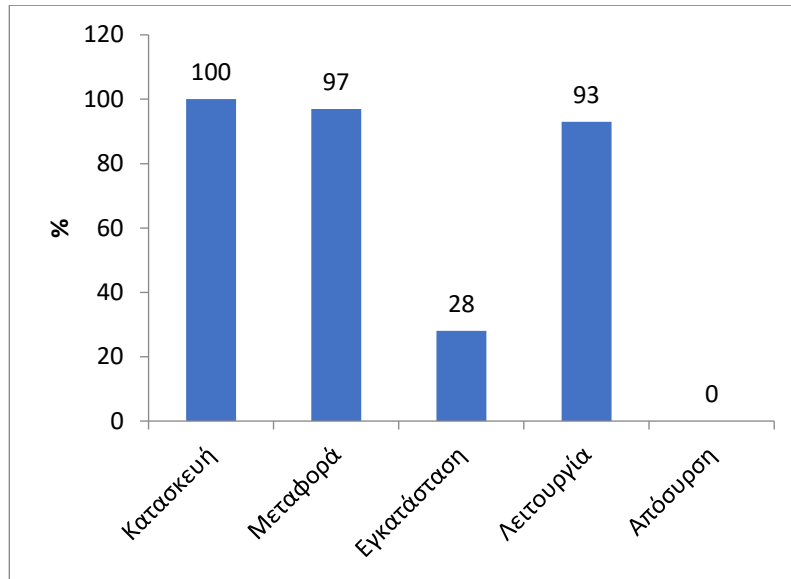
Στη συνέχεια, οι κατηγορίες της μεταφοράς και της εγκατάστασης ενός προϊόντος διαχωρίστηκαν από αυτή της κατασκευής κι έτσι δημιουργήθηκαν οι 5 κατηγορίες που εμφανίζονται στο Γράφημα 2.

Στο Γράφημα 2 παρατηρούμε κατά πόσο οι μαθητές ανέφεραν τα 5 αυτά στάδια έστω και μία φορά σε όλο το ερωτηματολόγιο. Το στάδιο της απόσυρσης όπως προαναφέρθηκε δεν το σημείωσε κανείς από τους ερωτηθέντες. Το στάδιο της κατασκευής αναφέρθηκε ως αιτία κατανάλωσης ενέργειας από όλους τους μαθητές έστω και για μία εικόνα, ενώ το στάδιο της μεταφοράς από το 97%. Το 28% σημείωσε την εγκατάσταση έστω και μία φορά ως λόγο κατανάλωσης ενέργειας και το 93% των παιδιών ανέφερε το στάδιο της λειτουργίας σε μία τουλάχιστον εικόνα.

Στη δεύτερη ερώτηση, που αφορούσε την ταξινόμηση των μέσων μεταφοράς με βάση την κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα μεταφερόμενου βάρους, προκύπτει ότι οι μαθητές θεωρούν τις μεταφορές με πλοίο ως τις λιγότερο ενεργοβόρες (32%), ενώ τις μεταφορές με αεροπλάνο ως τις περισσότερο (54%). Στη συνέχεια, οι μαθητές κλήθηκαν να προτείνουν τρόπους με τους οποίους μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια στις περιπτώσεις των δύο πρώτων ερωτήσεων (Γράφημα 3). Οι περισσότεροι μαθητές (47%) πρότειναν να μετακινούμαστε με τα πόδια ή με το ποδήλατο κι όχι με το αυτοκίνητο. Η αμέσως επικρατέστερη απάντηση ήταν η μείωση των σκουπιδιών και η ανακύκλωση από το 28% των ερωτηθέντων.



Γράφημα 2: Συχνότητα αναφοράς των πέντε σταδίων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος έστω και μία φορά



Γράφημα 3: Τρόποι μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας



4. Συμπεράσματα

Ενθαρρυντικά φάνηκαν τα αποτελέσματα σε σχέση με τα δύο από τα τρία στάδια του κύκλου ζωής των προϊόντων. Οι μαθητές, παρά τη μικρή τους ηλικία, εντόπισαν σε ικανοποιητικό ποσοστό τη χρήση ενέργειας κατά την κατασκευή και κατά τη λειτουργία ενός προϊόντος. Ιδιαίτερως ενθαρρυντικό φαίνεται πως είναι ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των μαθητών κατάφερε να εντοπίσει το κρυφό ενεργειακό αποτύπωμα το οποίο βρίσκεται στα εμπορικά προϊόντα (μπουκαλάκι νερού



και ρούχα) και το οποίο αφορά την κατασκευή και μεταφορά τους. Στο τρίτο όμως στάδιο, το τέλος της ζωής των προϊόντων, δεν ανέφερε κανείς πως απαιτείται ενέργεια. Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό μελλοντικών διδακτικών παρεμβάσεων για το συγκεκριμένο θέμα. Επίσης, ενθαρρυντικό είναι το γεγονός πως οι πλειοψηφία των μαθητών ανέφερε το αεροπλάνο ως το μέσο που καταναλώνει την περισσότερη ενέργεια. Σε ότι αφορά τους τρόπους μείωσης ενέργειας, παρατηρούμε ότι οι προτάσεις των μαθητών περιορίστηκαν στις μετακινήσεις και στη μείωση των σκουπιδιών. Θετικό, ωστόσο θεωρείται πως το 15% των ερωτηθέντων πρότεινε τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως έναν τρόπο μείωσης της χρήσης της.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται να συμβαδίζουν αρκετά με κάποιες προγενέστερες. Για παράδειγμα στην έρευνα των Kruger και Summers (2013) που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές Δημοτικού φάνηκε ότι οι αρχικές απόψεις των παιδιών για την σπατάλη ενέργειας ήταν μια μίξη από απλοϊκές χωρίς επιστημονική τεκμηρίωση και «μισο – κατανοητές» πληροφορίες από τα μέσα ενημέρωσης. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές των δημοτικών σχολείων είχαν συνείδηση ορισμένων πράξεων που εξοικονομούν ενέργεια, ωστόσο κανείς δε γνώριζε την έννοια της «αποδοτικότητας», εκτός από κάποιους που την ερμήνευσαν με παραδείγματα από την καθημερινότητα.

Επομένως, με βάση τα παραπάνω, ο στόχος μιας εκπαίδευσης που θα αφορά το ενεργειακό αποτύπωμα είναι η διαμόρφωση πολιτών με κατάλληλες στάσεις και συμπεριφορές απέναντι στο περιβάλλον, η ενημέρωσή τους για τις πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας στην καθημερινή ζωή, η απόκτηση δεξιοτήτων για την αναγνώριση των ενεργειακών ζητημάτων και η ευαισθητοποίηση σε θέματα προστασίας και βελτίωσης του περιβάλλοντος (Δημητρίου 2008). Ωστόσο, στα πλαίσια του εποικοδομισμού, προκειμένου να τροποποιηθούν οι στάσεις, είναι αναγκαία η καταγραφή των αρχικών προσωπικών στάσεων των μαθητών/ τριών για την εξοικονόμηση ενέργειας, ώστε να αξιοποιηθούν στη μαθησιακή διαδικασία τόσο κατά την ανάπτυξη διδακτικών πρακτικών όσο και στην ανάπτυξη κατάλληλου παιδαγωγικού υλικού από τους εκπαιδευτικούς.

5. Βιβλιογραφία

Δημητρίου Α. (2008), ποιότητα Περιβάλλοντος 7 & Κοινωνικές Ανισότητες- Ο ρόλος της περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Συνέδριο: Κοινωνικές Ανισότητες και Ανισότητες- Εκπαίδευση. Αλεξανδρούπολη 28-30/3/2008.

Μπέλλος Σ. (2013), Μοντέλα κατανόησης της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος από φοιτήτριες/τές του Π.Τ.Δ.Ε. Φλώρινας. Συνέδριο: Η Βιολογία στην Εκπαίδευση. Αθήνα 29-30/11/2013

Abdallah, T., Farhat, A., Diabat, A., & Kennedy, S. (2011). Green Supply Chains with Carbon Trading and Environmental Sourcing: Formulation and Life Cycle Assessment. *Applied Modelling*, 36(9), pp. 4271–4285. Διαθέσιμο στο: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2011.11.056>

Caldeira K., & Davis S. (2011). Accounting for carbon dioxide emissions: A matter of time. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. Διαθέσιμο στο: <http://www.pnas.org/content/108/21/8533.full>

Department for Environment, Food and Rural Affairs. Act on CO2 Calculator: Public Trial Version: Data, Methodology and Assumptions Paper (August, 2008). London. Διαθέσιμο στο: http://www.puretrust.org.uk/filelibrary/actonco2_calc_methodology.pdf



DeWaters, J., & Powers, S. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699-1710.

Gilbert, J., & Watts, M. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
<http://dx.doi.org/10.1080/03057268308559905>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Διαθέσιμο στο: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf

Keleş, Ö. & Aydoğdu, M. (2010) Pre-Service Science Teachers' Views of Ecological Footprint: The starting-points of sustainable living. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11 (2), http://www.ied.edu.hk/apfslt/v11_issue2/keles/index.htm#con

Kruger, C. & Summers, M. (2013). Developing Primary School Children's Understanding of Energy Waste. *Research in Science & Technological Education*. (18:1, 5-21)

Stead B., (1980). Energy (Working Paper No. 17) of the Learning in science project. Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.



Αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού των ΚΠΕ Δυτικής Μακεδονίας: Μαθησιακοί στόχοι στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης

Αθανάσιος Καπουλίτσας, Αλέξανδρος Αμπράζης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα εξετάζονται οι στόχοι των προγραμμάτων των τεσσάρων Κέντρων Περιβαλλοντικής (ΚΠΕ) Εκπαίδευσης Δυτικής Μακεδονίας, με βάση τους 17 στόχους για την αειφόρο ανάπτυξη έτσι όπως προσδιορίζονται από τον ΟΗΕ. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιεχομένου και σύμφωνα με τα αποτελέσματα, σημαντικός αριθμός στόχων για την αειφορική ανάπτυξη δεν καταγράφονται στα προγράμματα των ΚΠΕ. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται μια έμφαση στους γνωστικούς στόχους συγκριτικά με τους κοινωνικό-συναισθηματικούς και συμπεριφορικούς. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν μια πιθανή ανάγκη επαναπροσδιορισμού του περιεχομένου των προγραμμάτων των ΚΠΕ με σκοπό την επικαιροποίησή τους και την προσαρμογή τους στις σύγχρονες κατευθύνσεις αποδοτικής, αειφορικής ανάπτυξης

Λέξεις-κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Εκπαίδευση για την Αειφορία, Εκπαιδευτικό Υλικό, Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

Evaluation of Educational Material of Environmental Education Centers of Western Macedonia: Learning Objectives in the Context of Sustainable Development

Athanasios Kapoulitsas, Alexandros Amprazis, Penelope Papadopoulou

University of Western Macedonia

Abstract

The present study examines the objectives of the programs of the four Environmental Education Centers (EEC) of Western Macedonia, based on the 17 goals for sustainable development as defined by the UN. Content analysis was carried out and, according to the results, a significant number of the sustainable development aims are not recorded in the EEC programs. In addition, an emphasis on cognitive goals compared to socio-emotional and behavioral is presented. The results demonstrate a potential need to redefine the content of EEC programs with a view to updating them and adapting them to the modern directions of efficient, sustainable development.

Keywords: Environmental Education, Sustainability Education, Educational Resources, Environmental Education Centers



1. Εισαγωγή

Η εκπαίδευση για την αειφορία αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο στο σύγχρονο οικοδόμημα της εκπαίδευσης (Cassidy et al. 2014). Ουσιαστικά αποσκοπεί στην καλλιέργεια γνώσεων, δεξιοτήτων και αξιών στους μαθητές, οι οποίες θα επιτρέψουν τη διαμόρφωση ενός βιώσιμου μέλλοντος. Η σημασία της εκπαίδευσης για την αειφορία είναι τέτοια, που έχει ξεχωριστή θέση ακόμα και πριν το δημοτικό σχολείο (Davis & Elliott 2014).

Προκειμένου να προσδιοριστεί αποδοτικά το πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης, ο Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών (United Nations 2017) προσδιόρισε ένα εκτεταμένο σύνολο σχετικών στόχων. Συγκεκριμένα προσδιόρισε δεκαεφτά (17) στόχους αειφόρου ανάπτυξης (Sustainable Development Goals-SDG's) που αφορούν διάφορους τομείς όπως η συνετή χρήση ενέργειας, η εξάλειψη κοινωνικών ανισοτήτων και η ορθή διαχείριση των φυσικών πόρων (Briant Carant 2017; Le Blanc 2015; Palmer 2015; Tebbutt et al. 2016) (Εικόνα 1). Στη συνέχεια ο Εκπαιδευτικός, Επιστημονικός και Πολιτιστικός Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών εξεδίκευσε περαιτέρω όλους τους στόχους αειφόρου ανάπτυξης (ΣΑΑ) – και όχι μόνο τους αναφερόμενους στην εκπαίδευση - σε εκπαιδευτικούς μαθησιακούς στόχους (UNESCO 2017).

Εικόνα 1: Οι στόχοι της βιώσιμης ανάπτυξης (ΣΑΑ). Πηγή: Περιφερειακό Κέντρο Πληροφόρησης του ΟΗΕ (UNRIC) https://www.unric.org/el/index.php?option=com_content&view=article&id=27538&Itemid=74



Στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, με σκοπό την προώθηση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης αρχικά και στη συνέχεια της Εκπαίδευσης για την Αειφορία, το 1993, ξεκίνησαν τη λειτουργία τους τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) με βασικούς σκοπούς ύπαρξης την υλοποίηση προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, την παραγωγή σχετικού εκπαιδευτικού και υποστηρικτικού υλικού, την προώθηση της σχετικής έρευνας και την οργάνωση εκδηλώσεων και δράσεων για το περιβάλλον και την αειφορική ανάπτυξη.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να καταγράψει σε ποιο ποσοστό οι στόχοι των προγραμμάτων των τεσσάρων ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας, εντάσσονται στους ΣΑΑ και επίσης σε ποιο βαθμό στις παιδαγωγικές επιδιώξεις τους καταγράφονται γνωστικοί, κοινωνικό-συναισθηματικοί και συμπεριφορικοί στόχοι κυρίως ως προς τους ΣΑΑ, αλλά όχι αποκλειστικά.



2. Μεθοδολογία

Για να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα το υλικό αναλύθηκε με χρήση της ανάλυσης περιεχομένου που θεωρήθηκε κατάλληλη, καθώς οι κατηγορίες συγκροτούνται εξ αρχής με βάση τη θεωρία και δεν προκύπτουν από το υλικό. Η Ανάλυση περιεχομένου είναι μία τεχνική έρευνας που έχει ως στόχο να οδηγηθεί ο ερευνητής σε επαληθεύσιμα και έγκυρα συμπεράσματα που προκύπτουν από γραπτά κείμενα ή άλλα δεδομένα όπως εικόνες, ηχητικό υλικό κλπ. και αφορούν το συναποτελούμενο κείμενο (context) μέσα στο οποίο χρησιμοποιούνται (Κιμουρτζής, 2016, σελ. 5). Έχει εξειδικευμένες μεθόδους που χαρακτηρίζονται από αξιοπιστία (reliability) και από επαναληψιμότητα (replicability) δηλαδή οι ερευνητές που εργάζονται σε διαφορετικό χρόνο και κάτω από διαφορετικές συνθήκες αναμένεται να οδηγηθούν στα ίδια αποτελέσματα. Επίσης χαρακτηρίζεται από εγκυρότητα (validity), δηλαδή η έρευνα υπόκειται σε αυστηρό έλεγχο και τα πορίσματά της μπορούν να επαληθευθούν (Κιμουρτζής, 2016, σελ. 5-6).

Τα δεδομένα που αναλύθηκαν στην παρούσα έρευνα προέρχονται από τους στόχους, 30 προγραμμάτων, εκπαιδευτικό υλικό που παρήγαγαν τα τέσσερα ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας. Το εκπαιδευτικό υλικό ήταν σε χρήση κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Οι καταγεγραμμένοι αυτοί στόχοι μετασηματίστηκαν σε μονάδες πληροφορίας (Lincoln & Guba 1985; Miles & Huberman 1994, Glasser & Strauss 1967), έτσι κάθε καταγεγραμμένος στόχος αποτέλεσε μια ή περισσότερες από μία μονάδες πληροφορίας. Σύμφωνα με τους Glasser & Strauss ως μονάδα πληροφορίας (unit of information) θεωρείται μια ενότητα πληροφορίας, το μικρότερο δηλαδή κομμάτι πληροφορίας, το οποίο μπορεί να απομονωθεί από τα δεδομένα. Κάθε κομμάτι πληροφορίας δίνει μια ολοκληρωμένη πληροφορία και μπορεί να γίνει κατανοητό από όποιον έχει μια ευρεία γνώση του σκοπού της έρευνας χωρίς να του δοθούν επιπλέον πληροφορίες.

Στην παρούσα έρευνα αναλύθηκαν μόνο οι σαφώς καταγεγραμμένοι στόχοι των προγραμμάτων που βρίσκονται στο εκπαιδευτικό υλικό των ΚΠΕ. Καθώς σε κάθε πλαίσιο ανάλυσης είτε είναι οι στόχοι για την Αειφόρο ανάπτυξη (ΣΑΑ), είτε οι μαθησιακές κατηγορίες των στόχων όπως προσδιορίζονται από τον ΟΗΕ (γνωστικοί, κοινωνικο-συναισθηματικοί, συμπεριφορικοί), η ολοκληρωμένη μονάδα πληροφορίας (ο καθένας στόχος των ΚΠΕ ξεχωριστά) αποκτά άλλη διάσταση λόγω του διαφορετικού νοήματος, παρατηρούμε διαφορετικό αριθμό μονάδων σε κάθε πλαίσιο ανάλυσης. Τελικά προέκυψαν 161 μονάδες πληροφορίας για το πρώτο πλαίσιο ανάλυσης και 166 για το δεύτερο.

Στο πρώτο πλαίσιο ανάλυσης, διερευνήθηκε η ένταξη των εκπαιδευτικών στόχων των προγραμμάτων των ΚΠΕ Δυτικής Μακεδονίας στους 17 στόχους για την αειφόρο ανάπτυξη, όπως τους θέσπισε ο ΟΗΕ (United Nations 2017). Οι στόχοι του υλικού των ΚΠΕ που δεν εντάχθηκαν σε κάποιον από τους 17 στόχους των ΣΑΑ καταγράφηκαν ως αταξινόμητοι. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η συχνότητα και το ποσοστό εμφάνισής τους σε κάθε στόχο των ΣΑΑ για όλα τα ΚΠΕ συνολικά, αλλά και για κάθε ένα ξεχωριστά.

Για την αξιοπιστία της ανάλυσης ενεπλάκησαν άλλοι δύο αναλυτές, προκειμένου με συναίνεση να προκύψει η τελική κατηγοριοποίηση των στόχων των ΚΠΕ, αφού πρώτα έγινε συζήτηση για κάθε έναν ξεχωριστά και ιδιαίτερα για αυτούς που υπήρχαν διαφοροποιήσεις (αρχικό ποσοστό συμφωνίας 69,56 %).

Στο δεύτερο πλαίσιο ανάλυσης, κατηγοριοποιήθηκαν οι στόχοι των προγραμμάτων των ΚΠΕ σε γνωστικούς, κοινωνικο-συναισθηματικούς και συμπεριφορικούς, σύμφωνα με το κείμενο της Unesco για τους μαθησιακούς στόχους (UNESCO 2017). Για την αξιοπιστία της ανάλυσης ενεπλάκησαν άλλοι δύο αναλυτές, προκειμένου με συναίνεση να προκύψει η τελική κατηγοριοποίηση των στόχων των ΚΠΕ, αφού πρώτα έγινε συζήτηση για κάθε έναν ξεχωριστά και ιδιαίτερα για αυτούς που υπήρχαν διαφοροποιήσεις (αρχικό ποσοστό συμφωνίας 75,78%).



Για κάθε στόχο για την Αειφόρο ανάπτυξη (ΣΑΑ), οι μαθησιακοί στόχοι αφορούν τους γνωστικούς, κοινωνικο-συναισθηματικούς και συμπεριφορικούς τομείς. Προκειμένου να γίνει η κατηγοριοποίηση χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια το αν ο στόχος αφορά κάποια γνώση, κάποια κοινωνική δεξιότητα ή κάποια δράση και θεωρήθηκαν αντίστοιχα ως γνωστικοί, κοινωνικο-συναισθηματικοί ή συμπεριφορικοί. Ο γνωστικός τομέας περιλαμβάνει τις γνώσεις και τις δεξιότητες σκέψης που απαιτούνται για την καλύτερη κατανόηση του ΣΑΑ και των προκλήσεων για την επίτευξη αυτού (Unesco, 2017: 11). Ο κοινωνικο-συναισθηματικός τομέας περιλαμβάνει κοινωνικές δεξιότητες που επιτρέπουν στους μαθητές να συνεργαστούν, να διαπραγματευτούν και να επικοινωνήσουν για την προώθηση των ΣΑΑ, καθώς και τις προσωπικές δεξιότητες, αξίες, συμπεριφορές και κίνητρα που επιτρέπουν στους μαθητές να αναπτυχθούν (Unesco, 2017: 11). Ο συμπεριφορικός τομέας περιγράφει τις ικανότητες δράσης. (Unesco, 2017: 11)

3. Αποτελέσματα

3.1 Ομαδοποίηση των στόχων των προγραμμάτων των ΚΠΕ ως προς τους ΣΑΑ

Κατά την ανάλυση των στόχων των ΚΠΕ παρατηρήθηκε ότι αντιστοιχούν σε 11 από τους 17 στόχους για την Αειφόρο ανάπτυξη (ΣΑΑ), ενώ δεν αντιστοιχούν σε 6. Άρα υπάρχει μερική αντιστοίχιση των στόχων του εκπαιδευτικού υλικού των ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας με τους ΣΑΑ του ΟΗΕ.

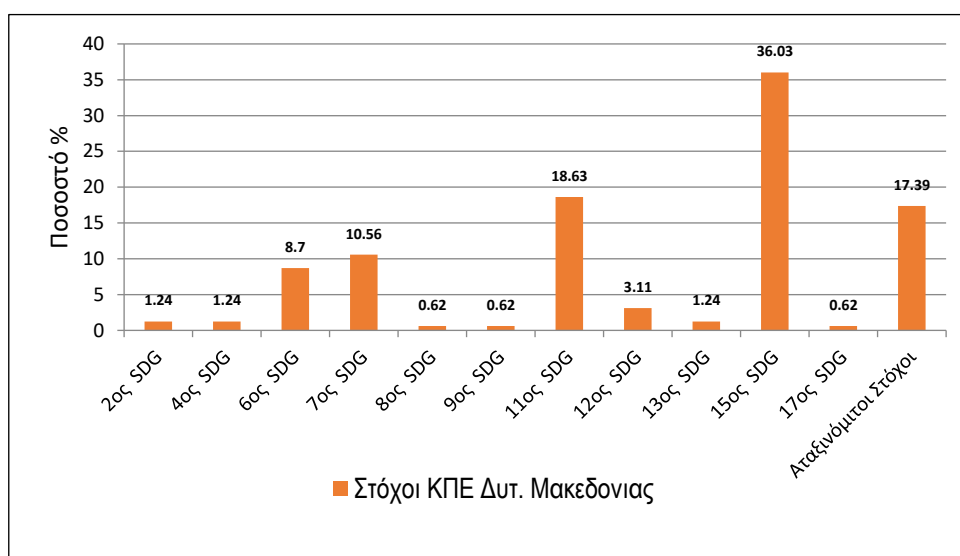
Πιο συγκεκριμένα δεν αντιστοιχούν στον 1ο ΣΑΑ «Εξάλειψη της φτώχειας», στον 3ο στόχο «Πρόσβαση στο σύστημα υγείας και προαγωγή της ευημερίας για όλους», στον 5ο στόχο «Επίτευξη της ισότητας των φύλων», στον 10ο στόχο «Μείωση των ανισοτήτων εντός και μεταξύ των χωρών», στον 14ο στόχο «Διατήρηση και βιώσιμη χρήση των ωκεανών, των θαλασσών και των θαλάσσιων πόρων» και στον 16ο «Προώθηση ειρηνικών και χωρίς αποκλεισμούς κοινωνιών για βιώσιμη ανάπτυξη, παροχή πρόσβασης στη δικαιοσύνη για όλους και δημιουργία αποτελεσματικών, υπεύθυνων και αποκλειστικών θεσμών σε όλα τα επίπεδα».

Ενώ αντίθετα καταγράφονται μονάδες πληροφορίες που αντιστοιχούν στον 2ο στόχο «Μηδενική πείνα», με κύριο προσανατολισμό τη διατροφική ασφάλεια που σχετίζεται με την αειφορική γεωργία στην παραγωγή τροφής», στον 4ο στόχο «Ποιοτική Εκπαίδευση», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν την καλλιέργεια του εθελοντισμού και την συμμετοχή στη δράση, στον 6ο στόχο «Καθαρό νερό και αποχέτευση», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν την αξία του νερού ως φυσικό πόρο, στον 7ο στόχο «Φθινή και καθαρή ενέργεια», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν την πρόσβαση σε προσιτές, αξιόπιστες και σύγχρονες υπηρεσίες ενέργειας, με αναβάθμιση της τεχνολογίας και την αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στον 8ο στόχο «Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν αξιοπρεπείς συνθήκες εργασίας, οι οποίες θα τονώνουν την οικονομία χωρίς να βλάπτουν το περιβάλλον, στον 9ο στόχο «Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν την τεχνολογική πρόοδο, που αποτελεί τη βάση υλοποίησης των περιβαλλοντικών στόχων με την αύξηση των πόρων και την αποδοτικότητα της ενέργειας, στον 11ο στόχο «Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν την διασφάλιση της πρόσβασης όλων σε επαρκή, ασφαλή, προσιτή στέγαση και βασικές υπηρεσίες και την ενίσχυση των προσπαθειών για την προστασία και τη διαφύλαξη της παγκόσμιας πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς, στον 12ο στόχο «Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν την αύξηση των καθαρών κερδών ευημερίας από τις οικονομικές δραστηριότητες μέσω της μείωσης της χρήσης πόρων, της υποβάθμισης και της μόλυνσης του κύκλου ζωής, βελτιώνοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής, στον 13ο στόχο «Δράση για το κλίμα», με κύριο προσανατολισμό



σε στόχους που αφορούν τη μετάβαση σε μία οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της προσαρμοστικής ικανότητας όλων έναντι των κινδύνων και των φυσικών καταστροφών που απορρέουν από την κλιματική αλλαγή, στον 15ο στόχο «Ζωή στη στεριά», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν τη μείωση της υποβάθμισης των φυσικών οικοτόπων, την αποτροπή της απώλειας της βιοποικιλότητας καθώς και την προστασία και την πρόληψη της εξαφάνισης απειλούμενων ειδών και στον 17ο στόχο «Συνεργασία για τους στόχους», με κύριο προσανατολισμό σε στόχους που αφορούν τη συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων, του ιδιωτικού τομέα καθώς και της κοινωνίας των πολιτών που βασίζεται σε αρχές, αξίες, κοινό όραμα, κοινούς στόχους και η οποία τοποθετεί τους ανθρώπους και τον πλανήτη στο επίκεντρο.

Γράφημα 1: Ποσοστό κατανομής στόχων ΚΠΕ στις κατηγορίες ΣΑΑ



Όπως φαίνεται στο Γράφημα 1, το μεγαλύτερο ποσοστό των στόχων των προγραμμάτων των ΚΠΕ εμφανίζεται στον 15ο στόχο «Ζωή στην ξηρά» (Βιώσιμη χρήση των οικοσυστημάτων και των δασών και διακοπή της απώλειας της βιοποικιλότητας) και 11ο στόχο (Πόλεις και κατοικίες ανθρώπινες, ασφαλείς, ανθεκτικές και βιώσιμες) των ΣΑΑ αντίστοιχα, που το πιθανότερο είναι να σχετίζεται με τον προσανατολισμό των ΚΠΕ στα τοπικά θέματα, ενώ το μικρότερο ποσοστό εμφανίζεται στον 8ο στόχο (Βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, πλήρης, παραγωγική και αξιοπρεπή εργασία για όλους), στον 9ο στόχο (Προώθηση της βιώσιμης και χωρίς αποκλεισμούς βιομηχανοποίησης και ενθάρρυνση της καινοτομίας) και 17ο στόχο (Ενίσχυση των μέσων εφαρμογής και ανανέωση της παγκόσμιας εταιρικής σχέσης για τη βιώσιμη ανάπτυξη) των ΣΑΑ αντίστοιχα.

Αξιοσημείωτο είναι ότι στον 1ο στόχο «Να σταματήσει η φτώχεια σε όλες τις μορφές παντού», στον 3ο στόχο «Εξασφάλιση υγιεινής ζωής και προαγωγή της ευημερίας για όλους σε όλες τις ηλικίες», στον 5ο στόχο «Επίτευξη της ισότητας των φύλων και ενδυνάμωση όλων των γυναικών και των κοριτσιών», στον 10ο στόχο «Μείωση των ανισοτήτων εντός και μεταξύ των χωρών», στον 14ο στόχο «Διατήρηση των ωκεανών, των θαλασσών και των θαλάσσιων πόρων και βιώσιμη χρήση τους» και 16ο στόχο «Προώθηση ειρηνικών και χωρίς αποκλεισμούς κοινωνιών για βιώσιμη ανάπτυξη, παροχή πρόσβασης στη δικαιοσύνη για όλους και δημιουργία αποτελεσματικών,



υπεύθυνων και αποκλειστικών θεσμών σε όλα τα επίπεδα» των στόχων για την Αειφόρο ανάπτυξη (ΣΑΑ) δεν εντάσσεται κανένας στόχος των ΚΠΕ.

Επίσης υπάρχει και ένα ποσοστό 17,39% αταξινόμητων στόχων που δεν φαίνεται να αντιστοιχούν με το περιεχόμενο των ΣΑΑ έτσι όπως προσδιορίζεται από τον ΟΗΕ.

3.2 Κατηγοριοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού ανά μαθησιακό στόχο

Από τους 166 στόχους των προγραμμάτων των ΚΠΕ Δυτικής Μακεδονίας, όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 1, οι περισσότεροι (107) είναι γνωστικοί, 53 κοινωνικό-συναισθηματικοί και μόνο 6 συμπεριφορικοί. Ως εκ τούτου, μπορούμε να πούμε ότι ο βασικός προσανατολισμός των προγραμμάτων των ΚΠΕ είναι γνωσιοκεντρικός.

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση στόχων των προγραμμάτων των ΚΠΕ με βάση μαθησιακούς στόχους της UNESCO

	Στόχοι	Γνωστικοί	Κοινωνικο-συναισθηματικοί	Συμπεριφορικοί
ΚΠΕ1	32	12	16	4
ΚΠΕ2	39	28	10	1
ΚΠΕ3	28	16	11	1
ΚΠΕ4	67	51	16	0
Σύνολο	166	107	53	6

Τον ίδιο προσανατολισμό παρατηρούμε και για κάθε ένα ΚΠΕ ξεχωριστά, εκτός από το ΚΠΕ1 που δίνει μεγαλύτερη έμφαση στον κοινωνικό-συναισθηματικό τομέα, παράλληλα με τον γνωστικό.

3.3 Οι ΣΑΑ σε κάθε ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας

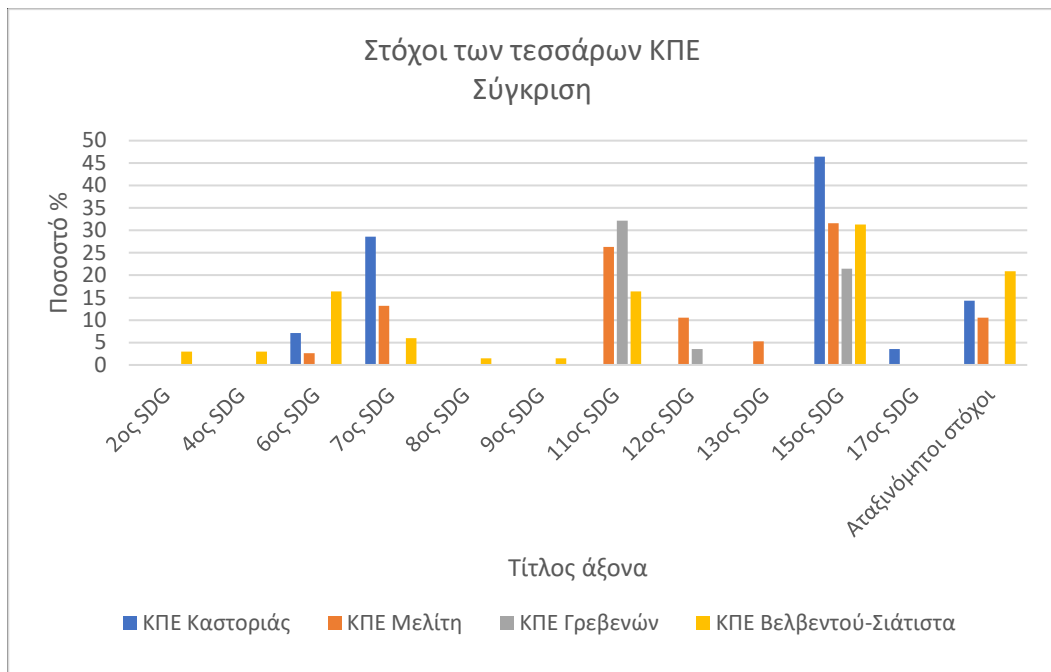
Όπως φαίνεται από το Γράφημα 2 οι στόχοι των προγραμμάτων του ΚΠΕ Βελβεντού-Σιάτιστας εντάσσονται σε περισσότερους στόχους για την Αειφόρο ανάπτυξη (ΣΑΑ) σε σχέση με τα άλλα ΚΠΕ., κάτι που δείχνει ότι το συγκεκριμένο ΚΠΕ ίσως έχει εμπλουτίσει το περιεχόμενο των εκπαιδευτικών προγραμμάτων του με στοιχεία αειφορίας, σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα άλλα ΚΠΕ. Επίσης στον στόχο 15 «Βιώσιμη χρήση των οικοσυστημάτων και των δασών και διακοπή της απώλειας της βιοποικιλότητας» των ΣΑΑ παρατηρούμε ότι έχουν στόχους όλα τα ΚΠΕ, που σημαίνει ότι ένα σημαντικό μέρος των προγραμμάτων τους ασχολείται με την οικολογική βιωσιμότητα του τόπου τους, στον στόχο 7 «Φτηνή και καθαρή ενέργεια για όλους» των ΣΑΑ έχουν στόχους 3 από τα 4 ΚΠΕ, τα ΚΠΕ Καστοριάς, Μελίτης, Βελβεντού-Σιάτιστας.

Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι οι δύο από τους τρεις Νομούς στους οποίους ανήκουν τα ΚΠΕ είναι ενεργειακοί, κατά συνέπεια συνδεδεμένοι παραγωγικά και βεβαρημένοι οικολογικά και είναι



φυσικό να υπάρχει μια αυξημένη ευαισθητοποίηση για καθαρή ενέργεια, η οποία συναντάται και στο ΚΠΕ Καστοριάς που αφιερώνει ένα μεγάλο μέρος των προγραμμάτων που υλοποιεί στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Επίσης και στον στόχο 11 «Πόλεις και κατοικίες ανθρώπινες, ασφαλείς, ανθεκτικές και βιώσιμες» των ΣΑΑ έχουν στόχους 3 από τα 4 ΚΠΕ, τα ΚΠΕ Μελίτης, Γρεβενών και Βελβεντού-Σιάτιστας, τα οποία υλοποιούν προγράμματα που αναδεικνύουν ζητήματα που αφορούν τις τοπικές κοινωνίες, όπως γεωργικές δραστηριότητες και μνημεία, καθώς και την αλληλεπίδραση του πολιτισμού με το φυσικό περιβάλλον.

Γράφημα 2: Σύγκριση του ποσοστού κατανομής στόχων μεταξύ των τεσσάρων ΚΠΕ στις κατηγορίες των ΣΑΑ



Επίσης είναι εντυπωσιακό ότι οι στόχοι του υλικού του ΚΠΕ Γρεβενών φαίνεται να συγκεντρώνονται στους ΣΑΑ 11 και 15, «Βιώσιμες Πόλεις» και «Ζωή στην ξηρά» αντίστοιχα και μάλιστα στον ΣΑΑ 11 σε υψηλότερο βαθμό από τα άλλα ΚΠΕ. Η παρατήρηση αυτή φαίνεται να αιτιολογείται αν αναλογισθούμε τους τίτλους των προγραμμάτων που υλοποιεί το συγκεκριμένο ΚΠΕ, π.χ. "Όρλιακας, το δάσος των χρωμάτων", "Πέτρινα Γεφύρια στο Βενέτικο ποταμό – Μνημεία λαϊκού πολιτισμού", "Ο θαυμαστός μικρόκοσμος των μανιταριών", "Δάσος, ο χορός των Δρυάδων", δηλαδή ισχυρή επικέντρωση στο τοπικό φυσικό περιβάλλον και στις παραδοσιακές κατασκευές.

4. Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα κατέγραψε ότι το εκπαιδευτικό υλικό των προγραμμάτων των ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας σχετίζεται με τους 11 από τους 17 στόχους για την αειφόρο ανάπτυξη του ΟΗΕ και ότι έχει κυρίως γνωσιοκεντρικό προσανατολισμό. Ο κύριος όγκος των στόχων των προγραμμάτων αυτών εντάσσεται σε τέσσερεις στόχους των ΣΑΑ που αφορούν τη βιώσιμη χρήση των οικοσυστημάτων και των δασών, την διαβίωση σε βιώσιμες πόλεις και κατοικίες, την πρόσβαση



όλων στην ενέργεια και την βιώσιμη διαχείριση του νερού. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι τόσο η μη καταγραφή ορισμένων από τους ΣΑΑ, όσο και το ποσοστό των στόχων των ΚΠΕ που παραμένει αταξινόμητο είναι πιθανόν να μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι τα προγράμματα των ΚΠΕ γράφτηκαν πριν τον καθορισμό των ΣΑΑ από τον ΟΗΕ και οι συγγραφικές ομάδες των ΚΠΕ προφανώς δεν είχαν υπόψη τους το περιεχόμενο των ΣΑΑ. Επίσης τα προγράμματα των ΚΠΕ στοχεύουν κυρίως στον εμπλουτισμό των γνώσεων, πολύ λιγότερο στην ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων και σχεδόν καθόλου στους τρόπους δράσης. Αυτό οφείλεται στο ότι δεν υπάρχει τακτική πρόσβαση των μαθητών στις δραστηριότητες των ΚΠΕ καθώς τα περισσότερα εκπαιδευτικά προγράμματα είναι μικρής χρονικής διάρκειας. Για να αλλάξει αυτό θα χρειαστεί τα ΚΠΕ να αναπτύξουν βαθύτερη και μονιμότερη συνεργασία με τους μαθητές, τους εκπαιδευτικούς και τους πολίτες. Με βάση τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, θα ήταν ωφέλιμος ένας αναπροσανατολισμός και εμπλουτισμός του περιεχομένου των εκπαιδευτικών προγραμμάτων των ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας με βάση το περιεχόμενο των ΣΑΑ που δεν καταγράφονται στα προγράμματά τους.

Προκειμένου να γίνει εμπλουτισμός του εκπαιδευτικού υλικού των ΚΠΕ Δυτικής Μακεδονίας θα χρειαστεί να επιμορφωθούν οι εκπαιδευτικοί αλλά και οι υπεύθυνοι των ΚΠΕ έτσι ώστε να είναι ενήμεροι για τις νέες τεχνολογίες και τα μέσα πληροφόρησης που παρέχουν νέους τρόπους διδασκαλίας και μάθησης για τη βιώσιμη ανάπτυξη κυρίως σε θέματα που οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί θα δηλώσουν ότι το χρειάζονται. Επίσης θα χρειαστεί να αλλάξει το αναλυτικό πρόγραμμα το οποίο και θα έχει σχεδιαστεί από εκπαιδευτικούς και θα ενθαρρύνει τους μαθητές να είναι ενεργοί και υπεύθυνοι πολίτες (Σλαυκίδης, 2011, σελ. 69). Επιπρόσθετα ο σχεδιασμός των προγραμμάτων και των δράσεων, η παραγωγή του εκπαιδευτικού υλικού, η έρευνα είναι τομείς στους οποίους η συνεργασία με άλλους φορείς μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη των ΚΠΕ. Οι φορείς με τους οποίους τα ΚΠΕ θα πρέπει να συνεργάζονται είναι τα σχολεία, τα άλλα ΚΠΕ της Ελλάδας ή του εξωτερικού, τα πανεπιστημιακά ιδρύματα, οι κυβερνητικοί και μη κυβερνητικοί φορείς, οι τοπικοί συνεταιρισμοί και σύλλογοι (Καζαντζίδου, 2014, σελ. 62).

Τέλος επισημαίνουμε ότι η έρευνα περιορίστηκε στη μελέτη των στόχων των προγραμμάτων που υλοποιούνται στα τέσσερα ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας και ήταν σε χρήση κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Επίσης περιορίστηκε στην ανάλυση στόχων που διατυπώνονται ρητά στο εκπαιδευτικό υλικό. Πιθανόν μια ανάλυση του συνόλου του εκπαιδευτικού υλικού και της εικονογράφησης να αποκαλύψει άρρητους στόχους, αυτό όμως υπερβαίνει τα όρια της παρούσας εργασίας. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η συγγραφή του εκπαιδευτικού υλικού των ΚΠΕ της Δυτικής Μακεδονίας προηγείται κατά πολύ χρονικά από την διατύπωση των ΣΑΑ από τον ΟΗΕ, οπότε είναι λογικό να παρατηρούνται αποκλείσεις. Μια μελλοντική έρευνα που θα στόχευε στην ανάλυση πιο σύγχρονου εκπαιδευτικού υλικού, μετά το 2017, ενδεχομένως να έδινε άλλου είδους αποτελέσματα.

5. Βιβλιογραφία

Καζαντζίδου (2014). *Ο θεσμός των Κ.Π.Ε. στην Ελλάδα: Υπάρχουσα κατάσταση-προοπτικές*. Μεταπτυχιακή διατριβή ΑΠΘ Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.

Κιμουρτζής, Γ. Π. (2016). *Αναφορά για την ανάλυση περιεχομένου*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Σλαυκίδης, Γ. (2011). *Οι απόψεις των υπευθύνων των Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για την ενσωμάτωση της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη στο έργο τους*. Μεταπτυχιακή διατριβή, Α.Π.Θ



- Briant Carant, J. (2017). Unheard voices: a critical discourse analysis of the Millennium Development Goals' evolution into the Sustainable Development Goals. *Third World Quarterly*, 38(1), 16-41.
- Cassidy, A., Sipos, Y., & Nyrose, S. (2014). Supporting sustainability education and leadership: Strategies for students, faculty, and the planet. In S. Mukerji, & P. Tripathi, (eds) *Handbook of Research on Transnational Higher Education* (pp. 207-231), Hershey, Pennsylvania. IGI Global.
- Davis, J., & Elliott, S. (Eds.). (2014). *Research in early childhood education for sustainability: International perspectives and provocations*. London: Routledge.
- Le Blanc, D. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. *Sustainable Development*, 23(3), 176-187.
- Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. London: Sage Publications.
- Miles, M.B., & Huberman, M.A. (1994). *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Palmer, E. (2015). Introduction: The Sustainable Development Goals Forum. *Journal of Global Ethics*, 11(1), 3-9.
- Tebbutt, E., Brodmann, R., Borg, J., MacLachlan, M., Khasnabis, C., & Horvath, R. (2016). Assistive products and the sustainable development goals (SDGs). *Globalization and health*, 12(1), 79.
- UNESCO (2017). Education for sustainable development goals learning objectives. Ανακτήθηκε από <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf> (Πρόσβαση Οκτώβριος, 2018).
- United Nations (2017). The sustainable development goals report. Ανακτήθηκε από <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/thesustainabledevelopmentgoalsreport2017.pdf> (Πρόσβαση Ιανουάριος, 2019).



Σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της βιοποικιλότητας σε ενήλικους εκπαιδευόμενους: μια πιλοτική μελέτη

Ευγενία Καραπάτσιου, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η βιοποικιλότητα του πλανήτη υφίσταται σημαντική απώλεια λόγω ανθρωπογενούς προέλευσης αλλαγών στις οικοσυστημικές λειτουργίες, οι οποίες επηρεάζουν κάθε μορφή ζωής, δυσχεραίνοντας τη διατήρησή της και επιβάλλοντας την προστασία της. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η αξιολόγηση δραστηριοτήτων που εφαρμόστηκαν στην εκπαίδευση ενηλίκων με γνωστικό αντικείμενο τη βιοποικιλότητα. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής έδειξαν ότι οι περισσότερες δραστηριότητες βελτίωσαν τις γνώσεις των εκπαιδευόμενων ως προς την έννοια της βιοποικιλότητας, συγκεκριμένα η πλειονότητα μπορούσε μετά το πέρας της παρέμβασης να προσδιορίζει την απώλεια της βιοποικιλότητας, τις αιτίες που την προκαλούν και τη σημασία της διατήρησής της.

Λέξεις-κλειδιά: Βιοποικιλότητα, Δραστηριότητες για τη διδασκαλία της βιοποικιλότητας, Εκπαίδευση ενηλίκων, Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Σχολεία δεύτερης ευκαιρίας

Design, development, implementation and evaluation of activities for biodiversity teaching in adult groups: A pilot study

Evgenia Karapatsiou, Penelope Papadopoulou

University of Western Macedonia

Abstract

In recent years, planet's biodiversity undergoes a significant loss due to anthropogenic changes in ecosystem functions that affect every form of life, making it difficult to maintain and enforce its protection. This paper presents the design, development and evaluation of activities that have been implemented in adult education concerning biodiversity knowledge. The results of implementation showed that most of the activities improved the trainees' knowledge of the concept of biodiversity, in particular the majority could, at the end of intervention, identify the loss of biodiversity, its causes and the high importance of its preservation.

Keywords: Biodiversity, Activities for biodiversity teaching, Adults teaching, Environmental education, Second chance schools



1. Εισαγωγή

Η βιοποικιλότητα -ποικιλία των ζωντανών οργανισμών σε όλα τα επίπεδα οργάνωση της ζωής- είναι μια έννοια ιδιαίτερα χρήσιμη τη δεκαετία που διανύουμε μιας και εγκρίθηκε μια νέα στρατηγική που καθορίζει το πλαίσιο δράσης της Παγκόσμιας Κοινότητας και κατά συνέπεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι και το 2020, προκειμένου να επιτευχθούν στόχοι σχετικά με την προστασία της (Convention on Biological Diversity 2010). Η απώλεια που υφίσταται η βιοποικιλότητα επιφέρει αλλαγές στη λειτουργία των οικοσυστημάτων τα οποία είναι σημαντικά για την επιβίωση του ανθρώπινου είδους, αλλά και των υπόλοιπων ειδών, ιδιαίτερα όσων απειλούνται υπό εξαφάνιση (Asaad κ.ά. 2017). Οι Alonso κ.ά. (2001) επισήμαναν τη σημαντικότητα διατήρησης της βιοποικιλότητας και τον ιδιαίτερο ρόλο της εκπαίδευσης στην προστασία της. Η εκπαίδευση των παιδιών και των ενηλίκων σχετικά με την αξία της βιοποικιλότητας και τις δράσεις για την προστασία της, μπορεί να αποτελέσει μια από τις λύσεις για τη διατήρησή της για τις επόμενες γενιές.

Επισκοπώντας τη διεθνή εκπαιδευτική έρευνα για τη βιοποικιλότητα αναφέρουμε τα εξής: Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Μαλαισία σε ενήλικο κοινό, προέκυψε πως όλες οι δραστηριότητες που αντιστοιχούν σε στόχους που περιγράφονται στην εθνική πολιτική της χώρας και εφαρμόστηκαν στη μη τυπική περιβαλλοντική εκπαίδευση, αύξησαν την ευαισθητοποίηση του κοινού στην προστασία του περιβάλλοντος (Hassan κ.ά. 2009). Σε μια άλλη έρευνα σε Βουλγαρία και Ηνωμένο Βασίλειο, που αφορά δραστηριότητες που μπορούν να επιλεγθούν σε μια διδασκαλία για την διευκόλυνση της κατανόησης του ορισμού της βιοποικιλότητας, σχετικά με την ποικιλότητα ειδών και την ποικιλότητα οικοσυστημάτων, οι Barker & Elliott (2000) προτείνουν να εισαχθεί η ταξινόμηση κατά Λινναίο, ως μέθοδος για την κατανόηση της βιολογικής ποικιλομορφίας, ενώ διαπιστώνουν ότι τα ενδιαφέροντα που επιλέγονται για να συμπεριληφθούν σε μία διδασκαλία θα έπρεπε να είναι συναφή με το κοινό στο οποίο θα απευθύνεται. Ως προς τον ορισμό της βιοποικιλότητας προκύπτει ότι οι περισσότεροι πολίτες δεν γνωρίζουν την έννοια της βιοποικιλότητας και δίνουν ορισμό της βιοποικιλότητας εστιασμένο στην ποικιλότητα ειδών, ενώ οι σχετικές απόψεις τους, εξαρτώνται από τις καθημερινές τους εμπειρίες ως ενήλικες (Lindermann-Matthies & Bose 2008), επηρεάζονται από τις εμπειρίες των πρώτων χρόνων της ζωής τους (Hellden κ.ά. 2008) και από κοινωνικοπολιτικούς παράγοντες (Bermudez κ.ά. 2017). Συνεπώς, η διδασκαλία της βιοποικιλότητας για να είναι αποτελεσματική θα πρέπει να σχετίζεται με τις καθημερινές εμπειρίες των ανθρώπων, να πραγματεύεται δημοφιλήs όρους, ώστε να γίνεται πιο εύκολα αντιληπτή, να εστιάζει στους οργανισμούς και τα ενδιαφέροντά τους και να αναπτύσσει δεξιότητες και ικανότητες, ώστε οι εκπαιδευόμενοι να επικοινωνούν προσωπικές γνώμες, να διερωτώνται για τις αποφάσεις που παίρνονται και να διερευνούν με κριτική σκέψη (Barker & Elliott 2000, Lindermann-Matthies & Bose 2008). Η διδασκαλία της βιοποικιλότητας στην Β/βάθμια εκπαίδευση περιλαμβάνεται στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, έτσι ώστε οι μαθητές να κατακτήσουν τα παραπάνω. Στο ενήλικο κοινό από την άλλη, η διδασκαλία της βιοποικιλότητας εξαρτάται από την εκπαίδευση ενηλίκων, η οποία επιτυγχάνεται μέσω των προγραμμάτων άτυπης και μη τυπικής εκπαίδευσης.

Η εκπαίδευση ενηλίκων συμβάλλει στην ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων που χρειάζονται οι πολίτες καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, έχει έναν κοινωνικό και πολιτισμικό προσανατολισμό χωρίς να είναι μόνο κατάρτιση. Επίσης, η δια βίου μάθηση είναι πλέον μία ευρέως αποδεκτή αντίληψη, στην οποία ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην πρωτοβουλία ενός ατόμου να εκπαιδεύσει τον εαυτό του καθώς και να έχει τον πλήρη έλεγχο καθοδήγησης της εκπαίδευσής του (Hubackova & Semradova 2014). Για να σχεδιαστεί όμως μια διδασκαλία στην εκπαίδευση ενηλίκων απαραίτητη



προϋπόθεση είναι να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά των ενήλικων εκπαιδευόμενων, έτσι ώστε να αναπτυχθούν κατάλληλες δραστηριότητες. Σύμφωνα με τον Κόκκο (2005) οι ενήλικες έρχονται στην εκπαίδευση με συγκεκριμένους στόχους, έχουν ένα ευρύ φάσμα εμπειριών, έχουν αποκρυσταλλώσει τους αποδοτικότερους για τους ίδιους τρόπους μάθησης, έχουν τάση για ενεργητική συμμετοχή, αντιμετωπίζουν εμπόδια στη μάθηση και αναπτύσσουν μηχανισμούς άμυνας και παραίτησης.

Στο πλαίσιο της δια βίου μάθησης, τα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας (ΣΔΕ) –στα οποία πραγματοποιείται η παρούσα μελέτη– είναι μια δομή της Γενικής Εκπαίδευσης Ενηλίκων, που παρέχεται από τη Γενική Γραμματεία Δια Βίου Μάθησης του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων. Ανήκουν στην τυπική εκπαίδευση, παρόλο που περιλαμβάνονται στην εκπαίδευση ενηλίκων, διότι οι απόφοιτοι λαμβάνουν απολυτήριο Γυμνασίου ισότιμο με αυτόν της Β/βάθμιας, ακολουθώντας τους ίδιους κανόνες λειτουργίας. Παρόλα αυτά έχουν περισσότερα κοινά στοιχεία με τα προγράμματα εκπαίδευσης ενηλίκων της μη τυπικής εκπαίδευσης. Δεν υπάρχει αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών ή άλλο εκπαιδευτικό υλικό, προωθείται η δημιουργικότητα και η κάλυψη των αναγκών των εκπαιδευόμενων και η συνολική εκπαίδευση ολοκληρώνεται σε δύο κύκλους όπου κάθε κύκλος διαρκεί 1 έτος.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της βιοποικιλότητας σε ενήλικους εκπαιδευόμενους με απώτερο στόχο την ενσωμάτωση των δραστηριοτήτων σε μια αντίστοιχη Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία. Ειδικότερα, το ερευνητικό ερώτημα συνίσταται στο αν οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν είναι κατάλληλες για τη διδασκαλία της βιοποικιλότητας σε πληθυσμό ενηλίκων. Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε ΣΔΕ της Δυτικής Μακεδονίας, την άνοιξη του σχολικού έτους 2017-2018, στα πλαίσια του μαθήματος «Περιβαλλοντικός Γραμματισμός» με συνολική διάρκεια 3 διδακτικά δώρα και με τον εκπαιδευτικό στο ρόλο του ερευνητή. Το 1ο δώρο αφορούσε την απόκτηση γνώσεων σχετικά με τον ορισμό της βιοποικιλότητας σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης της ζωής (γενετική, ειδών, οικοσυστημάτων), το 2ο σχετικά με την απώλεια που υφίσταται η βιοποικιλότητα και τη σημασία που έχει η διατήρησή της και το 3ο σχετικά με τις απειλές που δέχεται και γίνονται αιτίες απώλειάς της (Πίνακας 1).

Οι συμμετέχοντες εκπαιδευόμενοι/ες ήταν 9 άνδρες και 5 γυναίκες, ηλικίας από 45 έως 75 έτη του Β' κύκλου σπουδών. Υπήρχε μεγάλη ανομοιογένεια τόσο στο επίπεδο γνώσεων όσο και για τους λόγους συμμετοχής στο ΣΔΕ.

Κατά το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων λήφθηκαν υπόψη τα χαρακτηριστικά των ενηλίκων εκπαιδευόμενων, τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν στη μάθηση καθώς και οι έρευνες Barker & Elliott (2000) για τη βιοποικιλότητα ειδών, Fiebelkorn & Menzel (2013) για τις καθημερινές εμπειρίες, Lindermann-Matthies & Bose (2008) για αντιλήψεις σχετικά με τη βιοποικιλότητα, Malcolm (2013) με προτάσεις για σχεδιασμό δραστηριοτήτων και το εκπαιδευτικό υλικό του ΚΠΕ Καστοριάς ('ΚΠΕ Καστοριάς', χ.χ.) για τα χερσαία οικοσυστήματα και τη γενετική ποικιλότητα.

Για την αξιολόγηση αρχικών γνώσεων των εκπαιδευόμενων, αλλά και της εξέλιξής τους, μετά την παρέμβαση, σχεδιάστηκε και δόθηκε στους εκπαιδευόμενους ερωτηματολόγιο το οποίο εφαρμόστηκε πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (pre/post test). Άλλες πηγές δεδομένων, αποτέλεσαν το ημερολόγιο του εκπαιδευτικού και τα φύλλα εργασίας που συμπλήρωσαν οι εκπαιδευόμενοι κατά τη διδακτική παρέμβαση.



Για την ανάλυση των δεδομένων των pre/post tests οι απαντήσεις των εκπαιδευόμενων κωδικοποιήθηκαν σε κατηγορίες από 1 έως 4 ανάλογα με τη σχετικότητα τους με την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση για κάθε μία ερώτηση. Με το Wilcoxon signed-rank test ελέγχθηκε αν η παρατηρούμενη βελτίωση των απαντήσεων στο post-test ήταν στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 1: Επιστημονικό περιεχόμενο και αντίστοιχες δραστηριότητες

Διδακτικά δώρα	Επιστημονικό περιεχόμενο	Δραστηριότητες, χρονική διάρκεια
1 ^ο δώρο	Ενότητα 1. Η έννοια της βιοποικιλότητας	1 ^η δραστηριότητα. Βιοποικιλότητα ειδών (Συστηματική ταξινόμηση ειδών), 30' 2 ^η δραστηριότητα. Γενετική βιοποικιλότητα (Διαφορετικά χαρακτηριστικά ατόμων ίδιου είδους), 20' 3 ^η δραστηριότητα. Βιοποικιλότητα οικοσυστημάτων (ποικιλία χερσαίων οικοσυστημάτων), 25'
2 ^ο δώρο	Ενότητα 2. Η απώλεια της βιοποικιλότητας Ενότητα 3. Η σημασία διατήρησης της βιοποικιλότητας	4 ^η δραστηριότητα. Αλλαγές στο τροφικό πλέγμα (αλληλεπίδραση ειδών), 45' 5 ^η δραστηριότητα. Αντικείμενα στην τάξη (προέλευση από φυσικούς πόρους), 35'
3 ^ο δώρο	Ενότητα 4. Οι αιτίες απώλειας της βιοποικιλότητας	6 ^η δραστηριότητα. Ανθρωπογενείς αιτίες απώλειας της βιοποικιλότητας (Εικόνες και κείμενα), 75'

3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των pre/post tests προέκυψαν, συνοπτικά, τα παρακάτω αποτελέσματα. Για την 1^η ενότητα, στην ερώτηση ανοιχτού τύπου «*Τι νομίζετε ότι σημαίνει η έννοια της βιοποικιλότητας;*» η πλειονότητα των εκπαιδευόμενων μετατοπίστηκε από τις κατηγορίες λανθασμένων απαντήσεων (κατηγορίες 1 και 2) στις κατηγορίες απαντήσεων κοντά στην επιστημονικά ορθή (κατηγορίες 3 και 4) (Πίνακας 2). Στις απαντήσεις τους συχνά δίνουν ορισμό εστιασμένο στο επίπεδο της βιοποικιλότητας των ειδών. Επίσης, παρατηρήθηκαν αντιλήψεις όπως «η βιοποικιλότητα αφορά στοιχεία μόνο του φυσικού περιβάλλοντος». Η βελτίωση των απαντήσεων στο post-test ήταν στατιστικά σημαντική ($Z = -2,460$, $p = 0,014$).

Πίνακας 2: Ατομικά μαθησιακά αποτελέσματα ως προς την έννοια της βιοποικιλότητας

Βαθμός συσχέτισης με την επιστημονική προσέγγιση	Pre-test	Post-test
1 (πολύ μακριά)	M ₅ , M ₁₁ , M ₁₄	M ₅ , M ₁₄
2 (σχετικά κοντά)	M ₂ , M ₄ , M ₆ , M ₈ , M ₉	M ₆
3 (αρκετά κοντά)	M ₁ , M ₁₀ , M ₁₂ , M ₁₃	M ₂ , M ₈ , M ₉ , M ₁₀ , M ₁₁

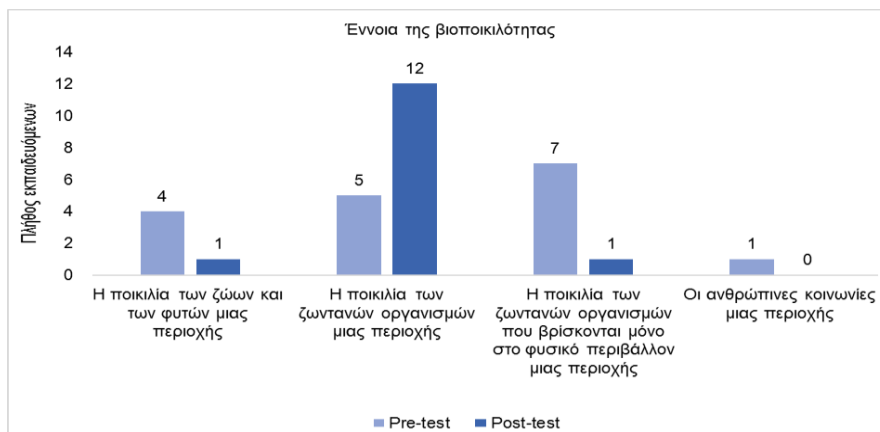


4 (πολύ κοντά)	M ₃ , M ₇	M ₁ , M ₃ , M ₄ , M ₇ , M ₁₂ , M ₁₃
----------------	---------------------------------	---

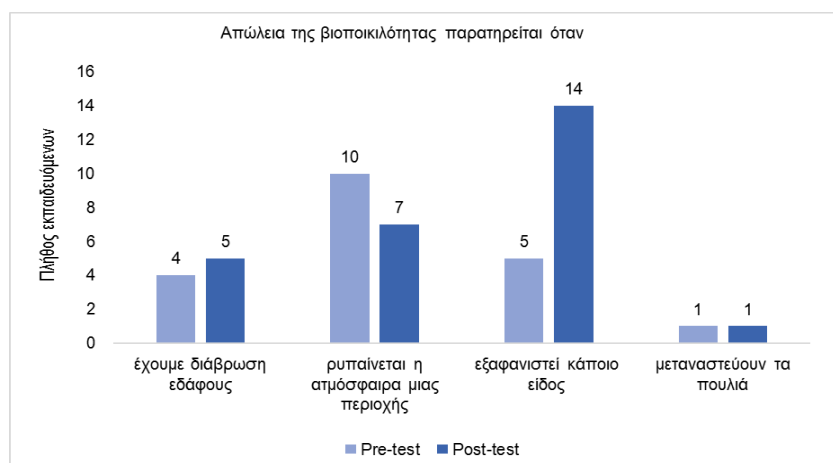
Στην ερώτηση πολλαπλής επιλογής για την έννοια της βιοποικιλότητας, παρατηρείται θετική μετατόπιση όλων των εκπαιδευόμενων. Συγκεκριμένα, στο τεστ προελέγχου η πλειονότητα των εκπαιδευόμενων (13) μοιράζονταν μεταξύ των κατηγοριών 2, 3 και 4, ενώ στο τεστ μεταελέγχου επέλεξαν σχεδόν όλοι (12) την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση (Διάγραμμα 1). Ωστόσο, η βελτίωση αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Για τη 2^η ενότητα, σημαντική αλλαγή παρουσιάστηκε σχετικά με την «απώλεια της βιοποικιλότητας». Συγκεκριμένα, στο ερώτημα πότε παρατηρείται απώλεια -ερώτηση πολλαπλής επιλογής/κλειστού τύπου, με περισσότερες από μία επιλογές- το σύνολο των εκπαιδευόμενων επέλεξε τη σωστή απάντηση στο post test «απώλεια της βιοποικιλότητας παρατηρείται όταν εξαφανιστεί κάποιο είδος» και μειώθηκαν οι λανθασμένες απαντήσεις (Διάγραμμα 2). Παρόλα αυτά τι σημαίνει απώλεια της βιοποικιλότητας δεν είναι ξεκάθαρο, αφού πολλοί επέλεξαν τη «ρύπανση της ατμόσφαιρας» και στο τεστ μεταελέγχου (Διάγραμμα 2). Η βελτίωση των απαντήσεων στο post-test που παρατηρείται στο Διάγραμμα 2 ήταν στατιστικά σημαντική ($Z = -2,553, p = 0,011$).

Διάγραμμα 1: Απόψεις των εκπαιδευόμενων για την έννοια της βιοποικιλότητας



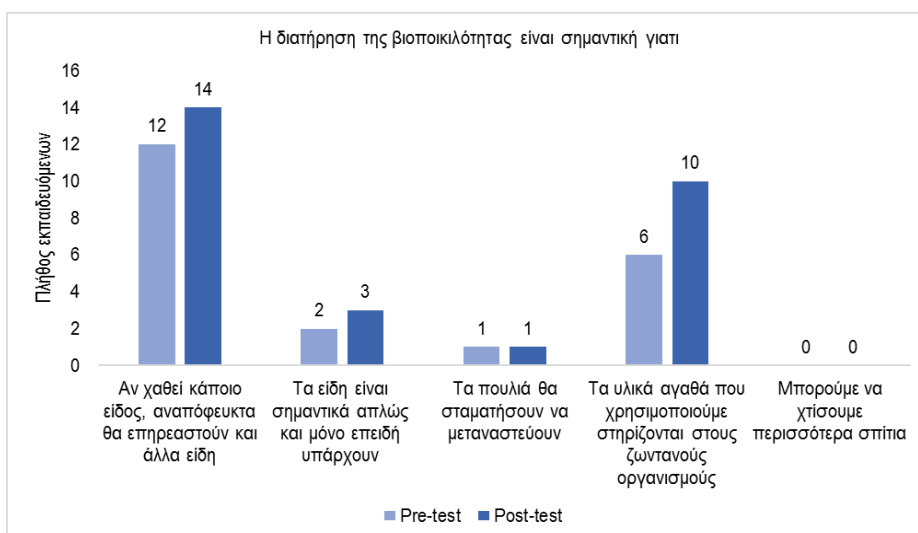
Διάγραμμα 2: Απόψεις των εκπαιδευόμενων για την απώλεια της βιοποικιλότητας





Για την 3^η ενότητα, στην ερώτηση για τη σημασία διατήρησης της βιοποικιλότητας -ερώτηση πολλαπλής επιλογής/κλειστού τύπου, με περισσότερες από μία επιλογές- οι σωστές απαντήσεις ήταν τρεις. Στο post-test όλοι οι εκπαιδευόμενοι επέλεξαν την 1^η «αν χαθεί κάποιο είδος, αναπόφευκτα θα επηρεαστούν και άλλα είδη», επίσης αυξήθηκε ο αριθμός αυτών που επέλεξαν τη 2^η «τα υλικά αγαθά που χρησιμοποιούμε στηρίζονται στους ζωντανούς οργανισμούς». Την 3^η σωστή απάντηση «τα είδη είναι σημαντικά απλώς και μόνο επειδή υπάρχουν» επέλεξαν στο post-test μόλις 3 εκπαιδευόμενοι (Διάγραμμα 3). Η επιλογή των πρώτων δύο απαντήσεων δείχνει ότι οι εκπαιδευόμενοι να συνειδητοποιούν τις σχέσεις μεταξύ των ζωντανών οργανισμών, αλλά και μεταξύ των ζωντανών οργανισμών και των άλλων στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος, σχέσεις που όταν βρίσκονται σε ισορροπία προσφέρουν ζωτικής σημασίας συνιστώσες. Ωστόσο, πολύ συχνά παρατηρείται ανθρωποκεντρική προσέγγιση στις απαντήσεις τους και φαίνεται να μην κατανοούν τη σημασία της εγγενούς αξίας των ειδών. Η βελτίωση των απαντήσεων στο post-test ήταν στατιστικά σημαντική ($Z = -2,264$, $p = 0,024$).

Διάγραμμα 3: Απόψεις των εκπαιδευόμενων για τη σημασία διατήρησης της βιοποικιλότητας



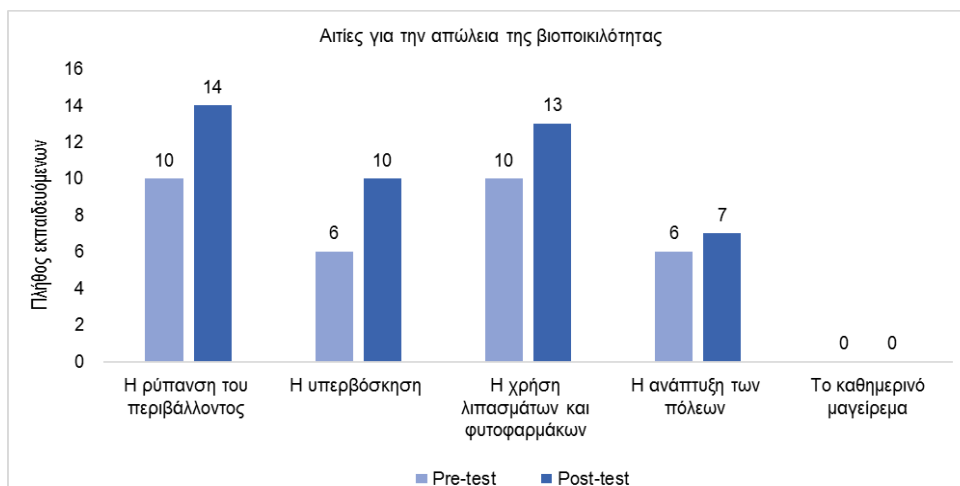
Για την 4^η ενότητα, στην ερώτηση για τις αιτίες απώλειας της βιοποικιλότητας -ερώτηση πολλαπλής επιλογής/κλειστού τύπου, με περισσότερες από μία επιλογές- οι σωστές απαντήσεις ήταν τέσσερις. Στο post-test, αυξήθηκε ο αριθμός των σωστών επιλογών, συγκεκριμένα, όλοι οι εκπαιδευόμενοι επέλεξαν τη «ρύπανση του περιβάλλοντος», 13 στους 14 τη «χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων», 10 στους 14 την «υπερβόσκηση», ενώ 7 στους 14 την «ανάπτυξη των πόλεων» (Διάγραμμα 4). Παρατηρείται σε κάποιους εκπαιδευόμενους η αντίληψη πως η ανάπτυξη των πόλεων δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον και αυτές οι πεποιθήσεις δεν άλλαξαν σημαντικά μετά την παρέμβαση. Η βελτίωση των απαντήσεων στο post-test ήταν στατιστικά σημαντική ($Z = -2,588$, $p = 0,010$).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι απαντήσεις της πλειονότητας των εκπαιδευόμενων βελτιώθηκαν μετά την παρέμβαση. Στην προσπάθεια ορισμού της έννοιας της βιοποικιλότητας συνήθως προτιμούν να δίνουν ορισμό εστιασμένο στο επίπεδο της βιοποικιλότητας των ειδών, κάτι που παρατηρείται και σε άλλες έρευνες (Fiebelkorn & Menzel 2012, Kilinc κ.ά. 2013). Πριν την παρέμβαση κυριαρχούσαν αντιλήψεις όπως, «η βιοποικιλότητα αφορά στοιχεία μόνο του φυσικού περιβάλλοντος», «απώλεια της βιοποικιλότητας παρατηρείται όταν ρυπαίνεται η ατμόσφαιρα μιας



περιοχής», απόψεις που είναι κυρίως βασισμένες στις καθημερινές τους εμπειρίες, όπως υποστηρίζουν και οι Fiebelkorn & Menzel (2012). Μετά την παρέμβαση, οι περισσότερες από αυτές αποδομήθηκαν και μειώθηκαν οι απαντήσεις που εδράζονται σε τέτοιες αντιλήψεις, χωρίς ωστόσο να εξαφανιστεί η ανθρωποκεντρική προσέγγιση, η οποία σύμφωνα με την Μπαγιάτη (2014) αποτελεί εμπόδιο στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης των οργανισμών.

Διάγραμμα 4: Απόψεις των εκπαιδευόμενων για τις αιτίες απώλειας της βιοποικιλότητας



Συνοπτικά, οι απαντήσεις που βελτιώθηκαν μετά την παρέμβαση ήταν αυτές της έννοιας της βιοποικιλότητας (εξήγηση με περισσότερες πληροφορίες, εστίαση όχι μόνο στη βιοποικιλότητα ειδών). Επίσης, βελτιώθηκαν αντιλήψεις και παρανοήσεις για περιβαλλοντικές έννοιες (πχ. νερό ως ζωντανός οργανισμός, μέσω των δραστηριοτήτων συνειδητοποιούν ποιοι είναι οι ζωντανοί οργανισμοί). Απαντήσεις που δεν άλλαξαν μετά την παρέμβαση ήταν αυτές σχετικά με την εγγενή αξία των ειδών (αναφέρονται κυρίως στη χρηστική αξία της βιοποικιλότητας) και την ανάπτυξη των πόλεων (θεωρούν πως δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον).

Από τα άλλα δύο ερευνητικά εργαλεία, δηλαδή το ημερολόγιο του εκπαιδευτικού και τα φύλλα εργασίας που συμπλήρωσαν οι εκπαιδευόμενοι κατά τη διδακτική παρέμβαση, προέκυψαν τα εξής: Οι εμπειρικές γνώσεις των εκπαιδευόμενων είναι δύσκολο να αλλάξουν, υπήρχαν δυσκολίες στο γραπτό λόγο, ενώ ενθαρρυντικές ήταν οι προφορικές απαντήσεις, υπήρχε προθυμία για ομαδικές δραστηριότητες και όχι για ατομική συμπλήρωση φυλλαδίων, υπήρχαν δυσκολίες στην απάντηση ερωτήσεων που απαιτούνταν κριτική σκέψη (περιορισμένη ανάπτυξη της συστημικής σκέψης), πολλές φορές εννοιολογικοί και γλωσσικοί περιορισμοί ήταν εμπόδια στην κατανόηση των θεμάτων καθώς και οι κοινωνικοί περιορισμοί, δηλαδή οι ευθύνες των ενήλικων εκπαιδευόμενων εκτός του πλαισίου του σχολείου σε αρκετές περιπτώσεις ήταν ανασταλτικός παράγοντας.

4. Συμπεράσματα

Οι περισσότερες δραστηριότητες που εφαρμόστηκαν κρίνονται χρήσιμες για τη βελτίωση των γνώσεων των ενηλίκων εκπαιδευόμενων σχετικά με τη βιοποικιλότητα. Συγκεκριμένα, οι 4 δραστηριότητες που βελτίωσαν σε σημαντικό βαθμό τις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων ήταν η 1^η



«Βιοποικιλότητα ειδών-Συστηματική ταξινόμηση», η 3^η «Βιοποικιλότητα οικοσυστημάτων», η 4^η «Αλλαγές στο τροφικό πλέγμα» και η 6^η «Ανθρωπογενείς αιτίες απώλειας της βιοποικιλότητας».

Σε επόμενο σχεδιασμό, χρήσιμη θα ήταν η προσθήκη ενός ακόμα διδακτικού δώρου το οποίο θα εστιάζει στην εγγενή αξία των ειδών και στις συνέπειες της αστικής ανάπτυξης με απώτερο σκοπό την προστασία της βιοποικιλότητας. Επίσης, η προσθήκη της κατηγορίας των μικροοργανισμών στο φύλλο εργασίας της 1ης δραστηριότητας ώστε η προσέγγιση της έννοιας της βιοποικιλότητας να είναι πιο κοντά στην επιστημονικά ορθή.

5. Βιβλιογραφία

Μπαγιάτη, Ε. (2014). Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου για τα τροφικά πλέγματα. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 7, 41-58.

Κόκκος, Α. (2005). *Εκπαίδευση Ενηλίκων: Ανιχνεύοντας το πεδίο*. Αθήνα: Μεταίχιμο

ΚΠΕ Καστοριάς. (χ.χ.). Εκπαιδευτικό υλικό: «Βιοποικιλότητα – Εργαστήρι της Ζωής». Ανακτήθηκε 15 Μάρτιος 2018, από http://kpe-kastor.kas.sch.gr/educational_material/edu_info.htm

Alonso, A., Dallmeier, F., Granek, E., & Raven, P. (2001). *Biodiversity: Connecting with the Tapestry of Life*. Washington, DC: Smithsonian Institution/Monitoring and Assessment of Biodiversity Program and President's Committee of Advisors on Science and Technology (PCAST).

Asaad, I., Lundquist, C. J., Erdmann, M. V., & Costello, M. J. (2017). Ecological criteria to identify areas for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 213, 309–316.

Barker, S. & Elliott, P. (2000). Planning a skills-based resource for biodiversity education. *Journal of Biological Education*, 34(3), 123-127.

Bermudez, G. M. A., Battistón, L. V., Capocasa, M. C. G., & Longhi, A. L. D. (2017). Sociocultural Variables That Impact High School Students' Perceptions of Native Fauna: a Study on the Species Component of the Biodiversity Concept. *Research in Science Education*, 47(1), 203–235.

Convention on Biological Diversity (2010). *Decisions Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting, COP 10 Decisions*. 18-29 October 2010, Nagoya, Japan. Retrieved on 06 March 2019, from <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/full/cop-10-dec-en.pdf>.

Fiebelkorn, F., & Menzel, S. (2013). Student Teachers' Understanding of the Terminology, Distribution, and Loss of Biodiversity: Perspectives from a Biodiversity Hotspot and an Industrialized Country. *Research in Science Education*, 43, 1593–1615.

Hassan, A., Osman, K., & Pudín, S. (2009). The adults non-formal environmental education (EE): A Scenario in Sabah, Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1, 2306–2311.

Hubackova, S. & Semradova, I. (2014). Research Study on Motivation in Adult Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 159: 396 – 400.

Kilinc, A., Yeşiltaş, N. K., Kartal, T., Demiral, Ü., & Eroğlu, B. (2013). School Students' Conceptions about Biodiversity Loss: Definitions, Reasons, Results and Solutions. *Research in Science Education*, 43, 2277–2307.

Lindemann-Matthies, P., & Bose, E. (2008). How Many Species Are There? Public Understanding and Awareness of Biodiversity in Switzerland. *Human Ecology*, 36(5), 731–742.



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

Malcom, S. M. (2013). Education and Biodiversity. Στο S. A. Levin (Επιμ.), Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition) (σσ 133–141). Waltham: AcademicPress.



Οι Σημαντικές Εμπειρίες Ζωής και ο ρόλος τους στην διαμόρφωση περιβαλλοντικά εγγράμματων πολιτών

Παναγιώτα Κυριαζή, Ευαγγελία Μαυρικάκη

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Η έρευνα στο πεδίο των ΣΕΖ (Σημαντικές Εμπειρίες Ζωής) έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να συμβάλει στην προώθηση των στόχων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης / Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Για το λόγο αυτό κρίθηκε απαραίτητο να συμπεριληφθούν στο εργαλείο έρευνας GELI, που διερευνά το επίπεδο Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού αποφοίτων του ελληνικού σχολείου, ερωτήσεις που αφορούν τις ΣΕΖ των συμμετεχόντων στην έρευνα (N=1010). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξουμε το σημαντικό ρόλο των ΣΕΖ στη διαμόρφωση περιβαλλοντικά εγγράμματων πολιτών.

Λέξεις-κλειδιά: Σημαντικές Εμπειρίες Ζωής, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Περιβαλλοντικός Εγγραμματισμός

The Role of Significant Life Experiences in shaping environmentally literate citizens

Panagiota Kyriazi, Evangelia Mavrikaki

National and Kapodistrian University of Athens, Faculty of Primary Education

Abstract

Research in the field of SLE (Significant Life Experiences) has been shown to contribute to the development of the goals of Environmental Education / Education for Sustainable Development. For this reason, it was considered necessary to include in the research instrument GELI, which measures the level of Environmental Literacy of post-secondary Greek students, questions exploring the SLE of the participants (N = 1010). The purpose of this paper is to highlight the importance of SLE in the formation of environmentally literate citizens.

Keywords: Significant Life Experiences, Environmental Education, Environmental Literacy



1. Εισαγωγή

Οι *Σημαντικές Εμπειρίες Ζωής*³⁰ (ΣΕΖ) αποτελούν μέρος μιας ερμηνευτικής παράδοσης (Δασκολιά 2005) που δίνει έμφαση στην κατανόηση των τρόπων με τους οποίους διαμορφώνεται η σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον και, συνακόλουθα, η ανάλογη δράση του (Δασκολιά και Γρίλια 2012). Αυτό επιτυγχάνεται ερευνητικά μέσω της μελέτης εμπειριών της ζωής του ανθρώπου τις οποίες μπορεί να είχε 20 ή 30 χρόνια πριν και που ο ίδιος θεωρεί ότι συνέβαλαν στη διαμόρφωση των στάσεων και της συμπεριφοράς του απέναντι στο περιβάλλον (Chawla 2006). Αν και ως πεδίο έρευνας δεν εντάσσεται αποκλειστικά στον χώρο της *Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης/ Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη (ΠΕ/ΕΑΑ)*, ωστόσο συνδέεται άμεσα με αυτήν, καθώς η γνώση που μπορεί να αποκομιστεί από την έρευνα στο πεδίο των ΣΕΖ μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην προώθηση των στόχων της (Δασκολιά και Γρίλια 2012, Chawla 1998a, Hsu 2009,). Ορισμένοι από τους ερευνητές αυτού του πεδίου μελέτης θεωρούν, μάλιστα, ότι, αν οι εκπαιδευτικοί, που ασχολούνται με την ΠΕ/ΕΑΑ, κατανοήσουν τι είδους εμπειρίες ζωής μπορεί να οδηγήσουν τον άνθρωπο να αναπτύξει κίνητρα για ανάληψη περιβαλλοντικής δράσης, τότε θα είναι σε πλεονεκτικότερη θέση να συμβάλουν στη δημιουργία ενεργών και περιβαλλοντικά υπεύθυνων πολιτών (Palmer et.al. 1998a, Tanner 1998).

Οι ΣΕΖ, ως ερευνητικό πεδίο, εμφανίζονται για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του '70 στις Η.Π.Α, στο πλαίσιο του κοινωνιολογικού επιστημονικού ενδιαφέροντος για τη μελέτη της ανθρώπινης εμπειρίας και συμπεριφοράς σε σχέση με το περιβάλλον (Δασκολιά και Γρίλια 2012). Από τους πρωτοπόρους σ' αυτό το πεδίο έρευνας ήταν ο Tanner (1980), ο οποίος ενδιαφέρθηκε να εντοπίσει τα κοινά στοιχεία σε εμπειρίες της παιδικής ηλικίας ατόμων που εμφάνιζαν ένα ισχυρό και μακροχρόνιο ενδιαφέρον για το περιβάλλον. Μεταξύ των παραγόντων που κατέγραψε περιλαμβάνονταν: ο χρόνος που πέρασε σε άμεση επαφή με τη φύση, η επιρροή σημαντικών ανθρώπων (γονείς και δάσκαλοι), το διάβασμα κάποιου βιβλίου και, αρκετά συχνά, το γεγονός της καταστροφής ενός φυσικού τοπίου που αγαπούσαν πολύ.

Αν και οι μέθοδοι που έχουν εφαρμοστεί για την ανάδειξη των ΣΕΖ παρουσιάζουν αποκλίσεις και διαφοροποιήσεις (Chawla 2006), ωστόσο τα τελευταία 35 χρόνια ο παράγοντας που εμφανίζεται πιο συχνά στη βιβλιογραφία, και φαίνεται να έχει μεγάλη θετική επίδραση στην ανάπτυξη περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, περιβαλλοντικής ευαισθησίας ή/και περιβαλλοντικά υπεύθυνης συμπεριφοράς, είναι οι εμπειρίες των συμμετεχόντων στη φύση, ιδιαίτερα κατά την παιδική τους ηλικία (Chawla 1999, Hsu 2009, Li and Chen 2015, Palmer et. al. 1998ab, Sivek 2002, Sward 1999, Stevenson et al. 2013, Tanner 1980, Wells and Lekies 2006).

Εκτός από τις εμπειρίες στη φύση, άλλες ΣΕΖ που αναδείχθηκαν από τη μελέτη της παραπάνω βιβλιογραφίας, ήταν η συμμετοχή σε περιβαλλοντικές οργανώσεις, ο ρόλος της οικογένειας και άλλων προτύπων (γονείς, δάσκαλος, φίλος, επιστήμονας, συγγραφέας, ποιητής), η τυπική εκπαίδευση, το είδος εργασιακής απασχόλησης, το αίσθημα κοινωνικής δικαιοσύνης, οι αρνητικές εμπειρίες (π.χ. εστίες ρύπανσης, καταστροφή αγαπημένου φυσικού τοπίου κ.ά.), τα βιβλία και τα ΜΜΕ.

Στην παρούσα έρευνα σκοπός μας είναι να διερευνήσουμε ποιες είναι οι ΣΕΖ των αποφοίτων του ελληνικού σχολείου και με ποιο τρόπο αυτές επιδρούν στη διαμόρφωση του επιπέδου περιβαλλοντικού εγγραμματισμού τους.

³⁰ Στην ξένη βιβλιογραφία ο όρος αποδίδεται ως *Significant Life Experiences*



2. Μεθοδολογία

Το δείγμα της έρευνας, που θεωρήθηκε αντιπροσωπευτικό, αποτελείται από 1010 πρωτοετείς φοιτητές³¹ από 15 εκπαιδευτικά ιδρύματα της χώρας (στο εξής χαρακτηριζόμενοι ως απόφοιτοι του ελληνικού σχολείου), προερχόμενοι από αστικές και μη αστικές περιοχές απ' όλη την Ελλάδα και διάφορα κοινωνικοοικονομικά στρώματα. Η έρευνα αυτή αποτελεί μέρος μίας ευρύτερης έρευνας διερεύνησης του επιπέδου ΠΕγγ των αποφοίτων του ελληνικού σχολείου τα αποτελέσματα της οποίας προέκυψαν με τη χρήση του σταθμισμένου ερωτηματολόγιο GELI (Κυριαζή 2018). Τα αποτελέσματα της Πολυμεταβλητής Ανάλυσης Διακύμανσης (Multivariate Analysis of Variance - MANOVA), ανέδειξαν ανεξάρτητες μεταβλητές που επιδρούν στο επίπεδο ΠΕγγ των αποφοίτων. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα που αφορούν την επίδραση των ΣΕΖ.

3. Αποτελέσματα

3.1 Τα χαρακτηριστικά του δείγματος (N=1010)

Το εύρος της ηλικίας του δείγματος ήταν 17-22 ετών (M=18,4, SD=0,69). Από αυτούς, 802 (79,4%) ήταν γυναίκες και 208 (20,6%) άντρες. Σε ό,τι αφορά την κατεύθυνση Σπουδών τους στο Λύκειο, 513 (50,8%) απόφοιτοι ήταν από Θεωρητική, 383 (37,9%) ήταν από Θετική και 114 (11,3%) ήταν από Τεχνολογική κατεύθυνση, ενώ ο βαθμός απολυτηρίου τους κυμάνθηκε από 9,5-20,0 (M=17,8 SD=1,48).

3.2 Σημαντικές εμπειρίες Ζωής αποφοίτων του ελληνικού σχολείου

Σχεδόν οι μισοί (47,3%) από τους αποφοίτους του ελληνικού σχολείου που έλαβαν μέρος στην έρευνα δήλωσαν ότι υπήρξε στη ζωή τους ένα συγκεκριμένο πρόσωπο (π.χ μητέρα ή δάσκαλος) που τους επηρέασε θετικά σε σχέση με το περιβάλλον, ενώ το 38,7% αναφέρθηκε σε μία άλλη σημαντική εμπειρία στη ζωή τους η οποία επηρέασε το ενδιαφέρον ή την ευαισθησία τους για το περιβάλλον (π.χ συμμετοχή σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, καταστροφή αγαπημένου φυσικού τοπίου κ.ά). Μικρότερο ποσοστό του δείγματος (10,1%) είναι μέλος περιβαλλοντικής οργάνωσης ενώ μόνο το 7% δήλωσε ότι υπήρξε ή είναι μέλος ομάδας πρόσκοπων ή οδηγών (ΣΕΟ ή ΣΕΠ)

3.3 Επίδραση ανεξάρτητων μεταβλητών για κάθε συνιστώσα του Πεγγ

Οι ΣΕΖ βρέθηκε ότι επιδρούν στο επίπεδο ΠΕγγ των αποφοίτων του ελληνικού σχολείου. Με εξαίρεση τους αποφοίτους που υπήρξαν μέλη σε ομάδες ΣΕΟ ή ΣΕΠ, οι οποίοι βρεθήκαν να εμφανίζουν καλύτερη επίδοση μόνο στην κλίμακα της περιβαλλοντικά υπεύθυνης συμπεριφοράς, συγκριτικά με τους αποφοίτους που δεν υπήρξαν μέλη μιας τέτοια ομάδας, οι υπόλοιπες ΣΕΖ (όπως μέλη περιβαλλοντικής ΜΚΟ οργάνωσης, πρόσωπο επιρροής κ.α) επιδρούν με θετικό τρόπο στο επίπεδο ΠΕγγ των αποφοίτων (γνώση, συναισθήματα και συμπεριφορά) συγκριτικά με όσους αποφοίτους δεν είχαν αντίστοιχες εμπειρίες (Πίνακας 1).

³¹ η συλλογή των δεδομένων έγινε κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου φοίτησης των φοιτητών ώστε να ελαχιστοποιηθεί οποιαδήποτε επίδραση θα μπορούσε να επιφέρει στα αποτελέσματα η σχολή φοίτησης.



Πίνακας 1: Επίδραση ανεξάρτητων μεταβλητών για κάθε συνιστώσα του *Πεγγ με τη χρήση της* Πολυμεταβλητής Ανάλυσης Διακύμανσης (Multivariate Analysis of Variance – MANOVA)

Μεταβλητή	Γνώση		Συναισθήματα		Συμπεριφορά	
	M ± SD	F	M ± SD	F	M ± SD	F
ΜΕΛΟΣ ΣΕΟ/ΣΕΠ						
No (939)	49.13 ± 14.94	3.17	39.54 ± 4.7	.13	21 ± 6.34	5.49*
Yes (71)	52.41 ± 15.6		39.75 ± 4.4		22.85 ± 7.35	
Total (1010)	49.36 ± 15		39.56 ± 4.68		21.13 ± 6.43	
Πρόσωπο επιρροής						
No (532)	47.55 ± 15.24	16.67**	38.62 ± 4.5	47.36**	19.54 ± 5.95	73.36**
Yes (478)	51.38 ± 14.48		40.6 ± 4.65		22.89 ± 6.48	
Total (1010)	49.36 ± 15		39.56 ± 4.68		21.13 ± 6.43	
Μέλος ΜΚΟ						
No (908)	48.54 ± 14.87	28.05**	39.42 ± 4.67	8.37**	20.72 ± 6.27	36.22**
Yes (102)	56.72 ± 14.21		40.82 ± 4.58		24.7 ± 6.74	
Total (1010)	49.36 ± 15		39.56 ± 4.68		21.13 ± 6.43	
Άλλες ΣΕΖ						
No (619)	47.47 ± 15.14	25.94**	38.78 ± 4.78	46.49**	19.87 ± 6.11	64.98**
Yes (391)	52.35 ± 14.3		40.8 ± 4.23		23.12 ± 6.43	
Total (1010)	49.36 ± 15		39.56 ± 4.68		21.13 ± 6.43	

Note: **p < .001, *p ≤ .05 // Bonferroni corrections applied in case of multiple comparisons (**p < (.001/3) =, *p ≤ (.05/3))

4. Συμπεράσματα

Η έρευνα αυτή επιβεβαιώνει τον σημαντικό ρόλο της θετικής επίδρασης των ΣΕΖ ενός ατόμου στη διαμόρφωση γνώσεων, συναισθημάτων και συμπεριφοράς, όπως έχει διαπιστωθεί επιστημονικά και στη βιβλιογραφία (Boubonari et al. 2013, Chawla 1998, Hsu 2005, 2009, Li and Chen 2015, Palmer et. al.1998b, Sward 1999, Tanner 1980, Wells and Lekies 2006). Αναφορικά με συγκεκριμένους παράγοντες, έχει διαπιστωθεί, επίσης, ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική θετική συσχέτιση ανάμεσα στις θετικές περιβαλλοντικές στάσεις ή συμπεριφορές και στην ύπαρξη ενός ατόμου, ο οποίος λειτουργεί για τον μαθητή ως πρότυπο (role model) (Erdogan and Ok 2011, Gronhoj et al. 2012, Negev et. al. 2008). Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν. Οι απόφοιτοι που δήλωσαν ότι είχαν ένα πρότυπο (πιο συχνά του γονέα ή του δασκάλου) που τους επηρέασε θετικά, σχετικά με το περιβάλλον, εμφάνισαν υψηλότερο επίπεδο γνώσεων, συναισθημάτων και ΠΥΣ, συγκριτικά με όσους δήλωσαν ότι δεν είχαν. Η μεγαλύτερη επίδραση του παράγοντα- προτύπου ήταν ως προς τα συναισθήματα και τη συμπεριφορά και λιγότερο ως προς τη γνώση (βλ. Πίνακα 1), ενισχύοντας, έτσι, τη θέση ότι οι παιδαγωγικές δράσεις των γονέων (άμεσες ή έμμεσες) και οι διδακτικές παρεμβάσεις των εκπαιδευτικών λειτουργούν ως πρότυπα συμπεριφοράς για τα παιδιά και τα επηρεάζουν στο να αναπτύξουν φιλικές ή μη φιλοπεριβαλλοντικές στάσεις, και συμπεριφορές.

Στην παρούσα έρευνα βρέθηκε, επίσης, ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ των ατόμων που ήταν μέλη σε περιβαλλοντικές οργανώσεις και του επιπέδου γνώσεων, συναισθημάτων και ΠΥΣ, ενώ όσοι ήταν μέλη του ΣΕΠ ή ΣΕΟ³² (πρόσκοποι ή οδηγοί αντίστοιχα) εμφάνισαν ισχυρή θετική συσχέτιση μόνο ως προς τον παράγοντα της ΠΥΣ. Ο ρόλος, τόσο των περιβαλλοντικών οργανώσεων όσο και των προσκόπων στην ανάπτυξη ΠΥΣ, έχει διαπιστωθεί και σε προηγούμενες έρευνες. Σύμφωνα με αυτές, έχει διαπιστωθεί ότι τα άτομα που συμμετέχουν σε οικολογικές οργανώσεις, έχουν περισσότερες γνώσεις ή/και είναι περισσότερο πρόθυμοι να

³² Σώμα Ελλήνων Προσκόπων και Σώμα Ελλήνων Οδηγών, αντίστοιχα.



αναλάβουν δράση, σε σχέση με τα άτομα που δεν συμμετέχουν σ' αυτές ή συμμετείχαν σε άλλου τύπου οργανώσεις (Hsu and Roth 1998, Hsu 2009, Jagers 2009, Li and Chen 2015), ενώ, όσοι συμμετείχαν σε σώματα προσκόπων εκδηλώνουν έντονη φιλοπεριβαλλοντική συμπεριφορά (π.χ. καθαρισμοί παραλιών, ανακύκλωση κ.τ.λ) (Καγκάδη 2008). Ιδιαίτερα, σε ό,τι αφορά τα άτομα-μέλη των ΣΕΟ και ΣΕΠ, η θετική συσχέτιση αυτών με φιλικές προς το περιβάλλον συμπεριφορές δεν μας προκαλεί εντύπωση, δεδομένου ότι η ομαδικότητα, ο περιορισμός του ατομικού συμφέροντος και η ανάληψη ατομικής ευθύνης, προς όφελος της ομάδας ή του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου, αποτελούν βασικά στοιχεία του παιδαγωγικού προγράμματος των σωμάτων αυτών.

Επομένως, η ένταξη των ατόμων σε ομάδες που «τρέφουν» αγάπη για το περιβάλλον (π.χ. περιβαλλοντικές οργανώσεις, πρόσκοποι) τα ωθεί σε ανάληψη δράσεων (ΠΥΣ). Επίσης ενισχύεται η άποψη σχετικά με τον σημαντικό ρόλο των περιβαλλοντικών οργανώσεων στην Ελλάδα ως φορέων μη τυπικής ΠΕ/ΕΑΑ, καθώς συμβάλλουν όχι μόνο στη διαμόρφωση ΠΥΣ των πολιτών αλλά και στην απόκτηση γνώσεων και την καλλιέργεια συναισθημάτων φιλικών προς το περιβάλλον.

5. Βιβλιογραφία

Δασκολιά Μ. (2005). Θεωρία και Πράξη στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Οι προσωπικές θεωρίες των εκπαιδευτικών. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Δασκολιά Μ. και Γρίλλια Π.-Μ. (2012). Οι σημαντικές εμπειρίες ζωής ως παράμετροι της σχέσης μας με το περιβάλλον. Μια επανεξέταση της συμβολής τους ως ερευνητικού πεδίου στο πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για την Αειφορία. Στο: Ε. Πρωτοπαπαδάκης και Ε. Μανωλάς (επιμ.), *Περιβαλλοντική Ηθική: Προκλήσεις και Προοπτικές για τον 21ο αιώνα*, (σσ. 51-63). Ορεστιάδα: Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.

Καγκάδη Γ. (2008). Οι αντιλήψεις των παιδιών της έκτης τάξης Δημοτικού γύρω από την ατομική τους ευθύνη απέναντι στο περιβάλλον. Μεταπτυχιακή διατριβή. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Κυριαζή Π. (2018). Η Διδασκαλία της Οικολογίας ως πλαίσιο ανάπτυξης των στόχων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης / Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη. *Διδακτορική Διατριβή*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Boubonari, T., Markos, A., & Kevrekidis, T. (2013). Greek Pre-Service Teachers' Knowledge, Attitudes, and Environmental Behavior Toward Marine Pollution. *The Journal of Environmental Education*, 44 (4), 232-25.

Chawla, L. (1998). Significant Life Experiences Revisited: a review of research on sources of environmental sensitivity, *Environmental Education Research*, 4 (4), 369-382.

Chawla, L. (1999). Life paths into effective environmental action. *The Journal of Environmental Education* 31(1): 15-26.

Chawla, L. (2006): Research methods to investigate significant life experiences: review and recommendations, *Environmental Education Research*, 12:3-4, 359-374.

Erdogan, M., & Ok, A. (2011). An Assessment of Turkish Young Pupil's Environmental Literacy: A nationwide survey. *International Journal of Science Education*, 1-32.

Gronhoj, A., & Thogersen, J. (2012). Action speaks louder than words: The effect of personal attitudes and family norms on adolescents' pro environmental behavior. *Journal of Economic Psychology*, 33 (1), 292-302.

Hsu, S.-J. (2005). "Significant Life Experiences Fostering Environmental Activists: A Focus on Rural-Urban and Intergenerational Differences [in Chinese]." *Chinese Journal Science Education* 13 (4): 441-463.



- Hsu, S.-J. (2009). Significant Life Experiences Affect Environmental Action: A Confirmation Study in Eastern Taiwan. *Environmental Education Research*, 15 (4): 497–517.
- Hsu, S.J., & Roth, R.E. (1998). An assessment of environmental literacy and analysis of predictors of responsible environmental behavior held by secondary teachers in the Hualien area of Taiwan. *Environmental Education Research*, 4(3), 229- 249.
- Jagers, S.C. (2009). In search of the ecological citizen, *Environmental Politics*, 18:1, 18-36
- Li, D., & Chen, J. (2015). Significant life experiences on the formation of environmental action among Chinese college students. *Environmental Education Research*, 21:4, 612-630.
- Negev, M., Sagy, G., Garb, Y., Salzberg, A., & Tal., A. (2008). Evaluating Environmental Literacy of Israeli elementary and high school students. *The Journal of Environmental Education*, 39 (2), 3-20.
- Palmer, J.A., & Suggate, J. (1996). Influences and Experiences Affecting the Pro-environmental Behaviour of Educators, *Environmental Education Research*, 2:1, 109-121
- Palmer, J.A., Suggate, J., Bajd, B., & Tsaliki, E. (1998a). Significant Influences on the Development of Adults' Environmental Awareness in the UK, Slovenia and Greece, *Environmental Education Research*, 4:4, 429-444
- Palmer, J.A., Suggate, J., Bajd, B., Hart, K.P., Roger K.P. Ho., J.K.W. Ofwono-Orecho, Robottom, P.M., I., Tsaliki E., & Van Staden, C. (1998b). An Overview of Significant Influences and Formative Experiences on the Development of Adults' Environmental Awareness in Nine Countries, *Environmental Education Research*, 4:4, 445-464
- Palmer, J.A., Suggate, J., Robottom, I., & Hart, P. (1999). Significant Life Experiences and Formative Influences on the Development of Adults' Environmental Awareness in the UK, Australia and Canada, *Environmental Education Research*, 5:2, 181-200.
- Sivek, D.J. (2002): Environmental Sensitivity among Wisconsin High School Students, *Environmental Education Research*, 8:2, 155-170.
- Stevenson KT, Peterson MN, Bondell, H.D, Mertig AG, & Moore, S.E. (2013) Environmental, Institutional, and Demographic Predictors of Environmental Literacy among Middle School Children. *PLoS ONE* 8(3): e59519.
- Sward, L.L. (1999) Significant Life Experiences Affecting the Environmental Sensitivity of El Salvadoran Environmental Professionals, *Environmental Education Research*, 5:2, 201-206.
- Tanner, T. (1980). Significant life experiences: a new research area in environmental education, *Journal of Environmental Education*, 11(4), pp. 20-24.
- Tanner, T. (1998). Choosing the Right Subjects in Significant Life Experiences Research, *Environmental Education Research*, 4:4, 399-417
- Wells, N.M., & Lekies, K.S. (2006). "Nature and the Life Course: Pathways from Childhood Nature Experiences to Adult Environmentalism." *Children, Youth and Environments* 16 (1): 1-24.



Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη διδασκαλία του ενεργειακού αποτυπώματος σε μαθητές δημοτικού

Ελένη Κωνσταντινίδου¹, Γεώργιος Μαλανδράκης²

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη διδασκαλία του ενεργειακού αποτυπώματος σε 16 μαθητές Ε΄ τάξης. Σκοπός της ΔΜΑ ήταν ο ενεργειακός γραμματισμός τους, η κατανόηση της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος και η υιοθέτηση πρακτικών για τη μείωσή του. Η ΔΜΑ ολοκληρώθηκε σε 13 διδακτικές ώρες. Για την αξιολόγησή της επιδόθηκε ερωτηματολόγιο με το οποίο ανιχνεύτηκαν οι γνώσεις και οι αντιλήψεις των μαθητών σε ενεργειακά θέματα πριν και μετά την παρέμβαση. Η ανάλυση κατέδειξε ότι οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν τα ενεργειακά ζητήματα, ωστόσο οι συμπεριφορές τους είχαν μικρή βελτίωση.

Λέξεις κλειδιά

Ενεργειακό αποτύπωμα, Περιβαλλοντική εκπαίδευση, ΔΜΑ

Development, implementation and evaluation of a teaching-learning sequence (TLS) about energy footprint in primary school

Eleni Konstantinidou¹, Georgios Malandrakis²

¹University of Western Macedonia, ²Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

This study presents the development, implementation and evaluation of a Teaching-Learning Sequence (TLS) about teaching Energy Footprint as it was carried out in 16 5th grade students. Its goal was students' energy literacy through the understanding of the concept of Energy Footprint and the adoption of reduction practices from students. The TLS was implemented through 13 teaching hours. A questionnaire was administered aiming to assess students' knowledge and perception about energy issues before and after the intervention. The analysis of the questionnaire has shown that the students can comprehend energy issues, however there was minor change of their behavior.

Keywords: Energy footprint, Environmental education, TLS



1. Εισαγωγή

Η ενέργεια αποτελεί το πιο σημαντικό ζήτημα του σύγχρονου κόσμου καθώς συνδέεται άμεσα με την ευημερία των πολιτών και την επίδραση που έχει η χρήση της στο περιβάλλον (De Waters et al. 2012).

Η έννοια 'αποτύπωμα' ως μετρήσιμο μέγεθος «γεννήθηκε» στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν ο William Rees και ο φοιτητής του Mathis Wackernagel δημιούργησαν ένα εργαλείο υπολογισμού των επιπτώσεων που έχει ο άνθρωπος στον πλανήτη, ανάλογα με τους φυσικούς πόρους που καταναλώνει, ορίζοντάς το ως «οικολογικό αποτύπωμα» (Rees et al. 1996). Το οικολογικό αποτύπωμα είναι σημαντικό για να γίνει η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης πιο δημοφιλής, παρέχοντας κατανοητές, απλές πληροφορίες για την κατάσταση του πλανήτη (Belcakova et al. 2017). Ως ενεργειακό αποτύπωμα ορίζεται η ποσότητα των θερμοκηπιακών αερίων τα οποία παράγονται στον συνολικό κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας και εκλύονται κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα, υπολογίζοντας κυρίως το εκπεμπόμενο CO₂. Η χρήση του ΕΑ ως εργαλείο υπολογισμού των εκπεμπόμενων ρύπων συντελεί στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και κάνει το μέγεθός τους πιο εύκολα αντιληπτό από τον κάθε πολίτη (Kijewska 2017). Τα αποτελέσματα του υπολογισμού του ενεργειακού αποτυπώματος καταδεικνύουν σαφώς ότι οι ανάγκες σε ενέργεια για την διατήρηση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών των προηγμένων χωρών υπερβαίνουν κατά πολύ την ικανότητα της γης να απορροφήσει τους εκπεμπόμενους ρύπους (Do Nascimento et al. 2018). Γι αυτό και η εκπαίδευση πάνω στο συγκεκριμένο θέμα θα πρέπει να κινηθεί προς την κατεύθυνση της διαμόρφωσης ατομικών στάσεων και συμπεριφορών για εξοικονόμηση ενέργειας. Η εκπαίδευση έχει αποκτήσει κεντρικό ρόλο στη μετάβαση σε έναν βιώσιμο κόσμο μετά τη Διάσκεψη της Στοκχόλμης το 1972, στην οποία αναγνωρίστηκε η σημασία της εκπαίδευσης στην υιοθέτηση περιβαλλοντικής προστασίας και διατήρησης (Collins et al 2017). Στην ατζέντα της Unesco για τη βιώσιμη ανάπτυξη (Unesco 2015), η παγκόσμια κοινότητα αναγνωρίζει την εκπαίδευση ως βασικό παράγοντα για την επίτευξη των στόχων που θέτει «να εξασφαλίσει ανοιχτή σε όλους και δίκαιη ποιοτική εκπαίδευση και να προωθήσει δια βίου ευκαιρίες μάθησης για όλους» ([Sustainable Development Goal 4](#)). Ωστόσο στην διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει μία καταγεγραμμένη έρευνα σχετικά με τη διδασκαλία του ενεργειακού αποτυπώματος σε μαθητές γυμνασίου (Lin 2016). Επιπλέον, υπάρχουν ελάχιστες σχετικά με τη διδασκαλία του οικολογικού αποτυπώματος, χωρίς όμως κάποια από αυτές να αφορά μαθητές δημοτικού (Collins, Galli, Patrizi, & Pulselli 2018, Conway, Dalton, Loo, & Benakoun 2008, Gottlieb, Kissinger, Vigoda-Gadot, & Haim 2012, McNichol, Davis, & O'Brien 2011, O'Gorman, & Davis 2013, Ryu & Brody 2006). Για την Ελλάδα, υπάρχει η έρευνα του Μουρατίδη (2017) σχετικά με τα αποτελέσματα της διδασκαλίας του αποτυπώματος άνθρακα σε μαθητές Λυκείου. Με βάση τα παραπάνω, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας ΔΜΑ για τον εγγραμματισμό μαθητών δημοτικού σε έννοιες που συνδέονται άμεσα με το ενεργειακό αποτύπωμα καθώς και η ευαισθητοποίηση και ενεργοποίησή τους για τη μείωσή του.

2. Μεθοδολογία

Η μέθοδος έρευνας της συγκεκριμένης ΔΜΑ είναι ημι-πειραματική (αξιολόγηση πριν/μετά), χωρίς ομάδα ελέγχου και περιλαμβάνει διδακτική παρέμβαση. Επίσης, έχει στοιχεία συμμετοχικής έρευνας αφού η ερευνήτρια είναι και η διδάσκουσα.

2.1. Οι συμμετέχοντες

Η ΔΜΑ εφαρμόστηκε σε 16 μαθητές (9 κορίτσια και 7 αγόρια) ηλικίας 9-10 ετών της Ε΄ τάξης δημοτικού σχολείου αστικής περιοχής, στα πλαίσια περιβαλλοντικού προγράμματος.



2.2. Τα εργαλεία συλλογής των δεδομένων

Για την διερεύνηση της κατανόησης των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση επιδόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελούνταν από ερωτήσεις κλειστού τύπου και στόχευε στην ανίχνευση γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών σχετικών με την ενέργεια και την κατανάλωσή της. Η επιλογή των ερωτήσεων έγινε μέσα από την κλίμακα των DeWaters, Qaqish et al. (2012). Για την αξιολόγηση του επιπέδου επίτευξης των στόχων της διδακτικής παρέμβασης δόθηκε το ερωτηματολόγιο συλλογής δεδομένων τόσο πριν όσο και μετά την ολοκλήρωσή της.

2.3. Η ανάλυση των δεδομένων

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της ΔΜΑ, στο ερωτηματολόγιο οι γνωστικές ερωτήσεις βαθμολογήθηκαν με 1 μονάδα οι σωστές απαντήσεις των μαθητών και με 0 οι λανθασμένες και στη συνέχεια υπολογίστηκαν συνολικά σκορ. Στις ερωτήσεις για την ανίχνευση στάσεων και συμπεριφορών οι απαντήσεις ήταν σε κλίμακα Likert και με μία (1) μονάδα βαθμολογήθηκαν οι μη επιθυμητές απαντήσεις και κλιμακώθηκε η βαθμολογία μέχρι τις πέντε (5) μονάδες για την επιθυμητή απάντηση. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι επίδοσης του συνόλου των μαθητών στην κλίμακα στάσεων. Η συγκεκριμένη διαδικασία έλαβε χώρα τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση (pre – post ερωτηματολόγιο).

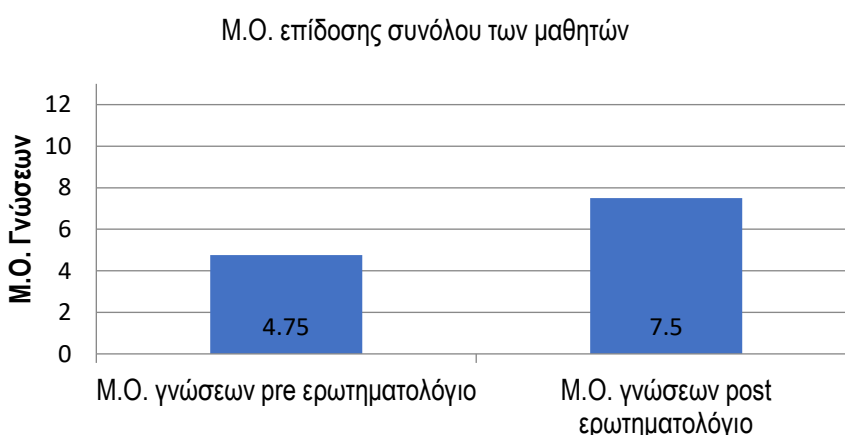
3. Αποτελέσματα

Η συγκριτική ανάλυση των αρχικών με τα τελικά ερωτηματολόγια εστιάστηκε πάνω σε τρεις μεταβλητές: γνώσεις, στάσεις και συμπεριφορές.

3.1. Γνώσεις

Από τη σύγκριση των αρχικών με τα τελικά ερωτηματολόγια παρουσιάζεται βελτιωμένη η εικόνα στο γνωστικό επίπεδο σε θέματα που αφορούν την ενέργεια, ενώ σε θέματα πρακτικά και κρίσης για εξοικονόμηση ενέργειας δεν υπήρξε σημαντική διαφορά. Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων του συνόλου των μαθητών βελτιώθηκε από 4,75 στο αρχικό ερωτηματολόγιο σε 7,5 στο τελικό (θεωρητικό μέγιστο 13, Γράφημα 1).

Γράφημα 1: Μέσος όρος συνολικής επίδοσης των μαθητών στη μεταβλητή Γνώσεις



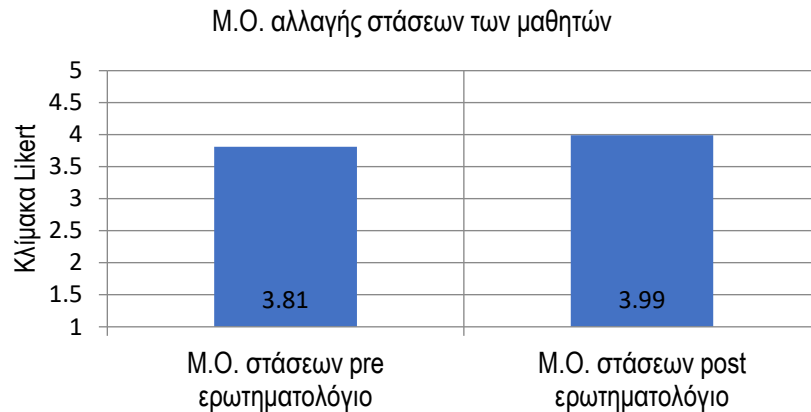
3.2. Στάσεις

Στις προτάσεις-ερωτήσεις που ανιχνεύουν τη στάση των μαθητών απέναντι σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας, η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών έδειξε μικρή βελτίωση στην



αλλαγή των στάσεων τους. Πιο συγκεκριμένα, ο συνολικός Μ.Ο στο αρχικό ερωτηματολόγιο ήταν 3,81 και ανέβηκε στο 3,99 στο μετά ερωτηματολόγιο (θεωρητικό μέγιστο 5, Γράφημα 2).

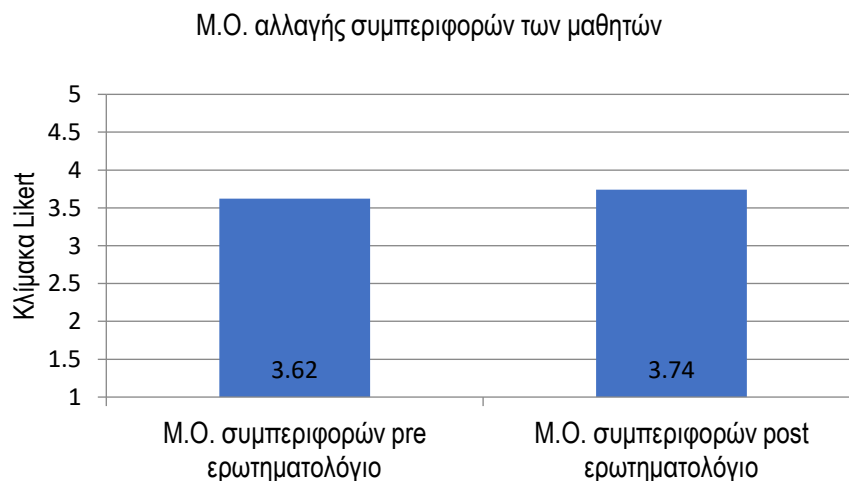
Γράφημα 2: Μέσος όρος στάσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση



3.3. Συμπεριφορές

Η γενική εικόνα που σχηματίζεται μετά την ανάλυση των ερωτήσεων που εξέτασαν τις εκφραζόμενες συμπεριφορές των μαθητών είναι ότι παρατηρήθηκαν ελάχιστες αποκλίσεις πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Στην κλίμακα αξιολόγησης των συμπεριφορών στο αρχικό ερωτηματολόγιο ο μέσος όρος ήταν 3,62 και αυξήθηκε ελάχιστα στο τελικό ερωτηματολόγιο για να γίνει 3,74 (θεωρητικό μέγιστο 5, Γράφημα 3).

Γράφημα 3: Μέσος όρος εκπεφρασμένης συμπεριφοράς των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση



4. Συμπεράσματα

Η συγκριτική μελέτη των αρχικών-τελικών ερωτηματολογίων έδειξε ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας είναι ώριμα για να κατανοήσουν έννοιες που σχετίζονται με τα ενεργειακά ζητήματα, ωστόσο υπήρξε μικρή βελτίωση στις στάσεις και τις εκπεφρασμένες συμπεριφορές τους. Προτείνεται λοιπόν σε μια μελλοντική εφαρμογή της ΔΜΑ, να δοθεί μεγαλύτερο βάρος στην προσπάθεια αλλαγής



στάσεων και συμπεριφορών, συνδέοντας τη γνώση με την εφαρμογή της και τις συμπεριφορές με το αποτέλεσμα τους.

5. Βιβλιογραφία

Μουρατίδης, Σ. (2017). Η ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη διδασκαλία του αποτυπώματος άνθρακα σε μαθητές Λυκείου. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Belcakova, I., Diviakova, A., & Belanova, E. (2017). Ecological Footprint in relation to Climate Change Strategy in Cities. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 245 (2017) 062021. doi:10.1088/1757-899X/245/6/062021

Collins, A., Galli, A., Patrizi, N., & Pulselli, F. M. (2018). Learning and teaching sustainability: The contribution of Ecological Footprint calculators. Journal of Cleaner Production, 174, 1000–1010. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.024>

Conway, T. M., Dalton, C., Loo, J., & Benakoun, L. (2008). Developing ecological footprint scenarios on university campuses: A case study of the University of Toronto at Mississauga. International Journal of Sustainability in Higher Education, 9(1), 4–20. <https://doi.org/10.1108/14676370810842157>

De Waters, J., & Powers, S. (2012). Establishing Measurement Criteria for an Energy Literacy Questionnaire. The Journal of Environmental Education. 44:1, 38-55. <http://dx.doi.org/10.1080/00958964.2012.711378>

DeWaters, J., Qaqish, B., Graham, M. & Powers, S. (2012). Designing an Energy Literacy Questionnaire for Middle and High School Youth. The Journal of Environmental Education. 44:1, 56-78. <http://dx.doi.org/10.1080/00958964.2012.682615>

Do Nascimento Nadruz, V., Gallardo, A.L.C.F., Montano, M., Ramos, H.R., Ruiz, M.S. (2018). Identifying the missing link between climate change policies and sectoral/regional planning supported by Strategic Environmental Assessment in emergent economies: Lessons from Brazil. [Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 88](https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.006), May 2018, Pages 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.006>

Gottlieb, D., Kissinger, M., Vigoda-Gadot, E., & Haim, A. (2012). Analyzing the ecological footprint at the institutional scale – The case of an Israeli high-school. Ecological Indicators, 18, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.10.010>

Kijewska, A. (2017). Footprints as measures of sustainable development of enterprises. Environmental economics. DOI: 10.5593/SGEM2017/53/S21.052

Lin, S. (2016). Reducing students' carbon footprints using personal carbon footprint management system based on environmental behavioural theory and persuasive technology. Environmental Education Research, 22(5), 658–682. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1018142>

McNichol, H., Davis, J. M., & O'Brien, K. R. (2011). An ecological footprint for an early learning centre: identifying opportunities for early childhood sustainability education through interdisciplinary research. Environmental Education Research, 17(5), 689–704. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.572161>

O'Gorman, L., & Davis, J. (2013). Ecological footprinting: its potential as a tool for change in preservice teacher education. Environmental Education Research, 19(6), 779–791. <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.749979>

Rees, W. & Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability. Environmental impact assessment review, 16 (4-6), 223-248. <https://en.unesco.org/education2030-sdg4>



Ryu, H., & Brody, S. D. (2006). Examining the impacts of a graduate course on sustainable development using ecological footprint analysis. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7(2), 158–175.
<https://doi.org/10.1108/14676370610655931>



**Κοινωνία που οραματιζόμαστε και η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη:
Διερεύνηση της εξέλιξης των απόψεων προπτυχιακών και μεταπτυχιακών
φοιτητών και φοιτητριών μετά από τη συμμετοχή τους σε αντίστοιχα
βιωματικά εργαστήρια.**

Αθανάσιος Μακρής, Γεώργιος Μαλανδράκης

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η συμμετοχική έρευνα με βιωματικά εργαστήρια διερευνά τις απόψεις προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητριών/ων εκπαίδευσης του ΑΠΘ για την Κοινωνία που Οραματίζονται και την Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Η έρευνα διερευνά και πώς αυτές διαμορφώνονται και αλλάζουν μέσα σε συλλογικές διαδικασίες σε βιωματικό εργαστήριο. Η Φύση, από δημοφιλέστερη αρχικά έννοια, σχεδόν εξαφανίζεται τελικά. Αντίθετα, ενισχύεται η Αλληλεγγύη, η Ειρήνη, η Δημοκρατία. Το εργαστήριο φαίνεται να βοηθάει στην κατανόηση της ΕΑΑ και της κοινωνικής, οικονομικής και πολιτικής διάστασης της Αειφόρου Ανάπτυξης. Αναδείχθηκε, επίσης, ο κίνδυνος να περιθωριοποιηθεί η περιβαλλοντική διάσταση από τον ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα της ΕΑΑ, παρότι αποτελεί βασικό πυλώνα της.

Λέξεις-κλειδιά: Οραματιζόμαστε, Εκπαίδευση, Αειφόρος Ανάπτυξη, Βιωματική μάθηση

**The Society we envision and Education for Sustainable Development:
Investigation of the evolution of views of undergraduate and postgraduate
students after their participation in respective experiential workshops.**

Athanasios Makris, George Malandrakis

Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

The participatory research with experiential workshops explores the views of undergraduate and postgraduate students of the Aristotle University for the Society they Envision and Education for Sustainable Development. The research also explores how they shape and change in collective processes in an experiential workshop. Nature, the most popular sense, almost finally disappears after the workshops. On the contrary, Solidarity, Peace, Democracy are reinforced. The workshop seems to help in understanding ESD and the social, economic and political dimension of Sustainable Development. It pointed out the risk of marginalizing the environmental dimension from the anthropocentric nature of ESD, although it is one of its main pillars.

Keywords: We envision, Education, Sustainable Development, Experiential learning



1. Εισαγωγή

Η αειφόρος ανάπτυξη προσδιορίζεται από την κοινωνία που οραματιζόμαστε, καθώς ποικίλει στον τόπο, τον χρόνο και το κοινωνικό πολιτικό πλαίσιο που ορίζουμε την ευημερία μας (Φλογαΐτη 2011, UNECE 2005), καθώς και από τις προκλήσεις και τα προβλήματα που την απειλούν (Γεωργόπουλος κ.ά. 2013) (Τοκαρ 2013). Από την άλλη, διαμορφώνεται από την διασφάλιση και για τις μελλοντικές γενιές της δυνατότητας μέσα από την φυσική, κοινωνική και πολιτική κληρονομιά, που παραλαμβάνουν, να ζήσουν σε ευημερία, τουλάχιστον στο δικό μας το επίπεδο αν όχι βελτιωμένο (Φλογαΐτη 2011). Η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη ως πολιτική αγωγή για την κοινωνική αλλαγή (Λιαράκου & Φλογαΐτη 2007, Mogensen & Mayer 2009, Freire 1977) αποτελεί το κύριο εργαλείο για να κινηθούμε προς την κοινωνία που οραματιζόμαστε.

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα έγινε σε 12 προπτυχιακές/ους φοιτήτριες/ές του Τμήματος Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης του ΑΠΘ το εαρινό εξάμηνο του 2017 που παρακολουθούσαν το μάθημα της Ανθρώπινης Οικολογίας και σε 11 μεταπτυχιακές/ούς φοιτήτριες/ές «Ειδίκευσης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση». Έγινε συμμετοχική έρευνα, με στοιχεία έρευνας δράσης. Χρησιμοποιήθηκε ημι-πειραματική μέθοδος, χωρίς ομάδα ελέγχου. Τα δεδομένα για τις αρχικές και τελικές απόψεις φοιτητριών/ών, πριν και μετά τη συμμετοχή τους σε βιωματικά εργαστήρια, συλλέχθηκαν με ανοικτού τύπου ερωτηματολόγια. Παρακολουθήσαμε τη δυναμική των ομάδων με φύλλα εργασίας που οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν. Η κύρια ανάλυση ήταν θεματική περιεχομένου, με εξαγωγή κατηγοριών από τη βάση (bottom up). Στα ίδια δεδομένα έγινε και ανάλυση **top down** με βάση τα εξής σχήματα αναφοράς:

- Άνθρωπος, Κοινωνία, Φύση
- Οικονομία, Κοινωνία, Περιβάλλον, Πολιτική
- Τους 17 στόχους του ΟΗΕ για Αειφόρο Ανάπτυξη

3. Αποτελέσματα

Οι δημοφιλέστερες έννοιες για την **Κοινωνία που Οραματίζονται** ΠΡΙΝ από τα εργαστήρια, ήταν η εξής (με αυτή τη σειρά):

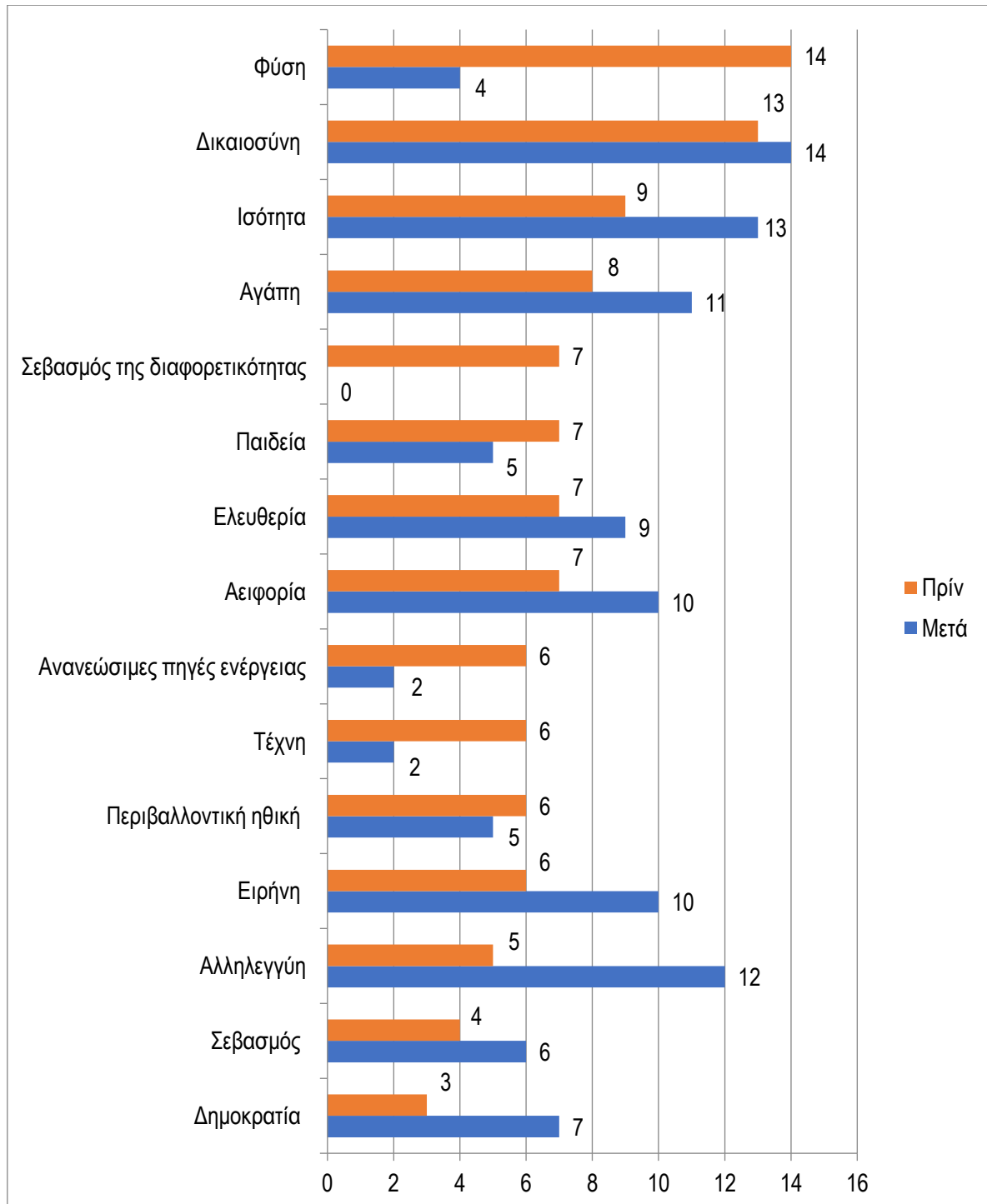
1. Φύση
2. Δικαιοσύνη
3. Ισότητα
4. Αγάπη
5. Αειφορία, Ελευθερία, Παιδεία, Σεβασμός της διαφορετικότητας
6. Ειρήνη, Περιβαλλοντική ηθική, Τέχνη, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι δημοφιλέστερες έννοιες για την **Κοινωνία που Οραματίζονται** **META** το εργαστήριο αναδεικνύονται:

1. Δικαιοσύνη
2. Ισότητα
3. Αλληλεγγύη
4. Αγάπη
5. Αειφορία, Ειρήνη
6. Ελευθερία
7. Δημοκρατία
8. Σεβασμός.



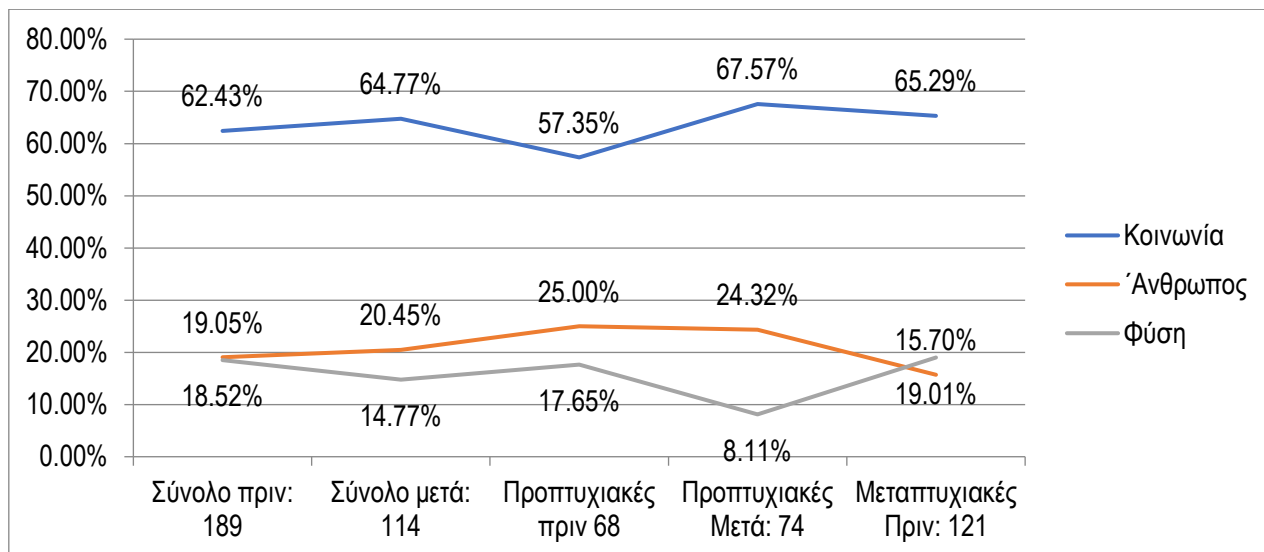
Διάγραμμα 1: Κοινωνία που οραματιζόμαστε: Αναφορές εννοιών



Η Φύση από πρώτη αρχικά, πέφτει δέκατη τελικά. Η Αλληλεγγύη από έβδομη ανεβαίνει τρίτη. Η Αγάπη, η Αειφορία, μένουν ουσιαστικά στην ίδια σειρά, ενώ η Ελευθερία και η Ειρήνη εναλλάσσουν την 5η και 6η θέση αντίστοιχα. Η Δημοκρατία από το αρχικό στο τελικό υπερδιπλασιάζει τις αναφορές. Από τα δεδομένα των εργαστηρίων φαίνονται να ενισχύθηκαν η Δημοκρατία και η Ειρήνη σε σημεία διαλόγου και συλλογικής ιεράρχησης.

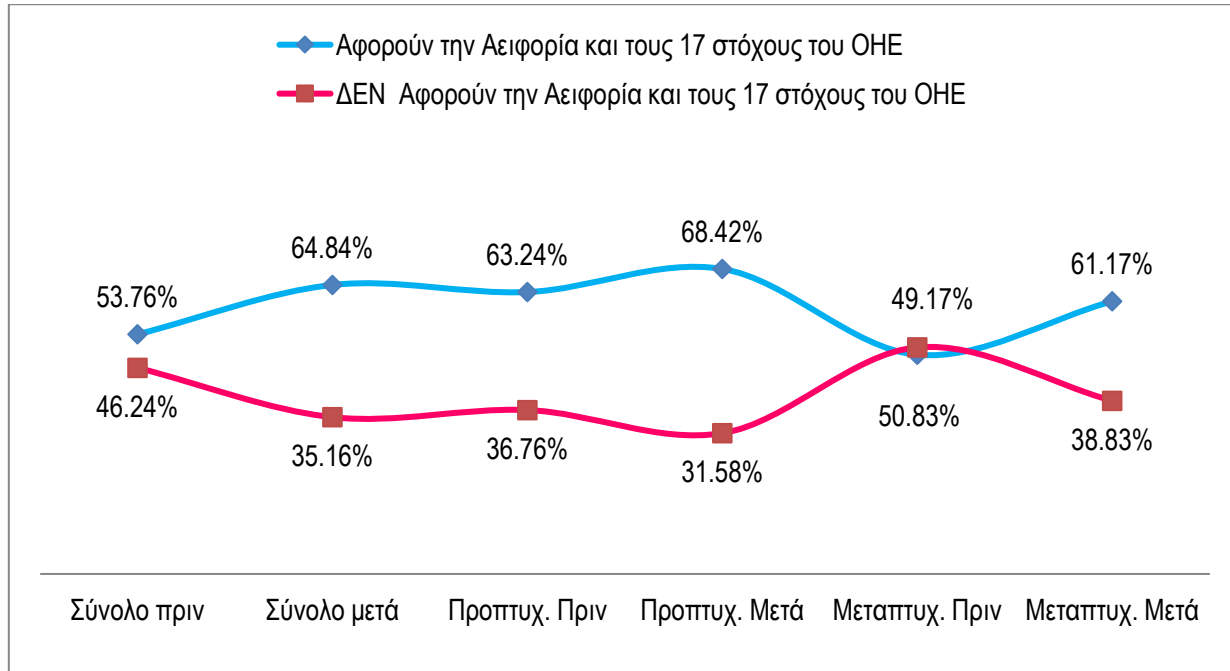


Διάγραμμα 2. Κατανομή αναφορών με βάση το σχήμα Άνθρωπος, Κοινωνία, Φύση



Τόσο αρχικά, όσο και τελικά, η μεγάλη πλειοψηφία των εννοιών είναι κοινωνικές (αρχικά 62,43%, τελικά 64,77%), ενώ μικρότερο ποσοστό είναι ατομικές αξίες ή αξίες/έννοιες που αναφέρονται στον άνθρωπο (19,05%, 20,45%) και οικολογικές αξίες ή έννοιες που αναφέρονται στην φύση και το περιβάλλον (18,52%, 14,77%).

Διάγραμμα 3: Ένταξη ή όχι στους 17 στόχους του ΟΗΕ για την αειφόρο ανάπτυξη

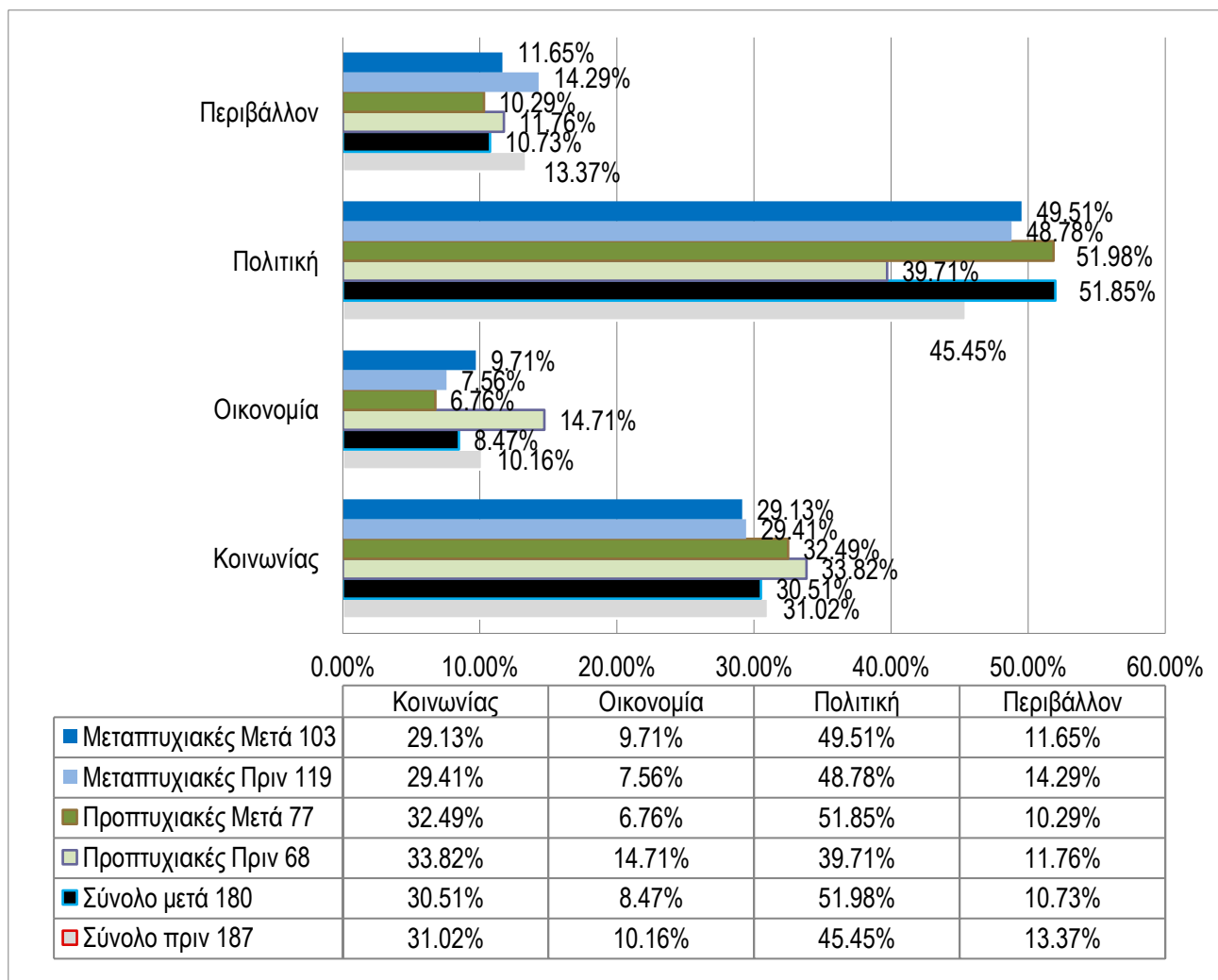


Παραπάνω από τις μισές αρχικές αναφορές, για την Κοινωνία που Οραματίζονται οι φοιτητές έχουν σχέση με τους 17 στόχους για την Αειφόρο Ανάπτυξη του ΟΗΕ (53,76%, 64,84%). Ένα μεγάλο μέρος αυτών των αναφορών αφορούσαν τον στόχο 16 σχετικά με τους Δημοκρατικούς θεσμούς, την Ειρήνη και τη Δικαιοσύνη (28,3%, 34,5%).



Στο σχήμα Κοινωνία, Περιβάλλον, Οικονομία, Πολιτική (Θεσμοί) βλέπουμε η Κοινωνία που Οραματιζόμαστε να ορίζεται περισσότερο από πολιτικές (45,45%, 51,98%) και κοινωνικές έννοιες (31,02%, 30,51%), παρά από περιβαλλοντικές (13,37%, 10,73%) και οικονομικές έννοιες (10,16%, 8,47%). Το εργαστήριο μάλλον ενίσχυσε των πολιτικό πυλώνα σε σχέση με την Κοινωνία που Οραματιζόμαστε, ιδιαίτερα στις προπτυχιακές φοιτήτριες. Στις μεταπτυχιακές φοιτήτριες μάλλον ενίσχυσε τον πυλώνα τις οικονομίας που είναι στην τελευταία θέση. Ο πολιτικός πυλώνας είναι καθαρά κυρίαρχος, με δεύτερο τον πυλώνα της κοινωνίας. Ο πυλώνας του περιβάλλοντος προηγείται ελαφρά από αυτό της οικονομίας.

Διάγραμμα 4.: Κατανομή αναφορών με βάση το σχήμα Κοινωνία, Οικονομία, Περιβάλλον, Πολιτική



Ο στόχος 6 (πρόσβαση σε ύδρευση & αποχέτευση) δεν έχει καμιά αναφορά ούτε στο αρχικό ούτε στο τελικό ερωτηματολόγιο. Επίσης, οι στόχοι 1 (εξάλειψη της φτώχειας) και 5 (Ισότητα των φύλων και χειραφέτηση των γυναικών) δεν έχουν καμιά αναφορά στο αρχικό ερωτηματολόγιο, ενώ οι στόχοι 13 (κλιματική αλλαγή) και 14 (προστασία θαλασσών) δεν έχουν καμιά αναφορά στο τελικό ερωτηματολόγιο.

Πριν το εργαστήριο, σχεδόν οι μισοί, μοιάζει να έχουν συγκεχυμένη εικόνα για την Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, ενώ οι υπόλοιποι τη συνδέουν περισσότερο με το περιβάλλον. Κάποιες/οι προπτυχιακές/οί αναδεικνύουν περισσότερο την οικονομική διάσταση ενώ οι μεταπτυχιακές/οί την πολιτική και κοινωνική διάσταση. Οι μισοί αρχικά και σχεδόν όλοι τελικά που απάντησαν συνδέουν



την Αειφόρο Ανάπτυξης με τις μελλοντικές γενιές αλλά και την ευημερία της παρούσης γενιάς (Brundtland & WCED 1987).

4. Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι βασικές έννοιες και αξίες που ξεχωρίζουν για την κοινωνία που οραματίζονται προπτυχιακές/οί και μεταπτυχιακές/οί φοιτήτριες/τές εκπαιδευτικοί με ενδιαφέρον για την Περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι η Φύση, η Δικαιοσύνη, η Ισότητα, η Αγάπη, η Αειφορία, η Ελευθερία, η Παιδεία, ο Σεβασμός της διαφορετικότητας, η Ειρήνη, η Περιβαλλοντική Ηθική, η Τέχνη και οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Σημεία διαφοράς του οράματος των φοιτητών από το παγκόσμιο όραμα, είναι ότι οι αποφάσεις του ΟΗΕ δεν αναφέρονται στην Αγάπη, την Τέχνη και την Περιβαλλοντική Ηθική, ενώ οι φοιτήτριες/ές δεν αναφέρονται στην Ισότητα των Φύλων, τη Χειραφέτηση των Γυναικών και την Καταπολέμηση της Φτώχειας που είναι κεντρικά ζητήματα για τον ΟΗΕ.

Φαίνεται ότι το εργαστήριο επηρέασε την τελική εκφρασμένη προσωπική άποψη, ακόμα και αρκετούς μήνες μετά, στους συμμετέχοντες, καθώς ενισχύονται στο τελικό όραμα κοινωνικές και πολιτικές έννοιες και αξίες όπως η Αλληλεγγύη, η Δημοκρατία, η Ειρήνη. Η ενίσχυση στο συνολικό δείγμα, μετά το εργαστήριο, 2 κεντρικών αξιών της Αειφορίας, αυτών της Αλληλεγγύης (Φλογαίτη 2006) και της Δημοκρατίας (Φλογαίτη 2011), μας επιτρέπει να ισχυριστούμε, ότι η συμμετοχή τους σε αυτό επηρέασε τις φοιτήτριες προς την κατανόηση και υιοθέτηση των αξιών της Αειφορίας. Τόσο μέσα από τη διαδικασία του εργαστηρίου, όσο και ως ουσία, το εργαστήριο ήταν εστιασμένο στην εφαρμογή της δημοκρατίας και της αλληλεγγύης με αξίες και πράξη. Ειδικά για την Ειρήνη εντοπίζεται να ενισχύθηκε μετά τη δραστηριότητα της διαβούλευσης των ομάδων για την ιεράρχηση των αξιών, καθώς την επιλέξαν όλες, πλην μιας ομάδας, ως κορυφαία αξία. Η δυναμική των ομάδων φαίνεται να διατηρήθηκε και στις προσωπικές αξιολογήσεις που καταγράφηκαν μερικές εβδομάδες μετά. Η περίπτωση της Ειρήνης θα μπορούσε να μας επισημάνει ότι όταν μια αποδεκτή αξία προκριθεί και καθιερωθεί σε συλλογική διαδικασία, ενισχύεται πλέον και ως αξία και στο προσωπικό επίπεδο.

Άλλες έννοιες, όμως που αφορούν τη φύση και την παιδεία αποδυναμώνονται. Βλέπουμε να μην έχουμε ιδιαίτερες αναφορές μέσα στο εργαστήριο στη Φύση. Ακόμα και όταν μπήκε στην κλειστού τύπου άσκηση η Προστασία της Φύσης ως αξία, κατέληξε σε όλες τις ομάδες στην τελευταία ή προτελευταία θέση του διαμαντιού ανάμεσα σε 9 άλλες έννοιες. Η χαμηλή συλλογική αξιολόγηση φαίνεται να είχε αρνητική επίδραση και στο τελικό ερωτηματολόγιο των προσωπικών επιλογών όπου είχαμε ελάχιστες αναφορές στη συγκεκριμένη έννοια. Οι πολλές αναφορές της Φύσης στο αρχικό ερωτηματολόγιο, θα μπορούσαν να ερμηνευτούν από το πλαίσιο του μαθήματος (Ανθρώπινη Οικολογία) ή του μεταπτυχιακού (Ειδίκευση στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση) αντίστοιχα. Δηλαδή, θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα της προδιάθεσης που δημιουργεί το μάθημα ή να θεωρήθηκε από κάποιους-ους αναμενόμενο (ως σωστή απάντηση) να αναφερθούν στη φύση και το περιβάλλον. Από την άλλη, η απουσία ή πολύ μικρή αναφορά στο τελικό ερωτηματολόγιο αλλά και στη διάρκεια του εργαστηρίου δημιουργεί προβληματισμό. Μία ερμηνεία θα μπορούσε να είναι ότι οι αξίες της φύσης δεν έχουν ουσιαστική βαρύτητα για την Κοινωνία που Οραματίζονται. Αυτή η ερμηνεία αποδυναμώνεται από το γεγονός ότι οι συμμετέχοντες-ουσες παρακολουθούσαν το συγκεκριμένο μεταπτυχιακό και μάθημα αντίστοιχα. Μια άλλη ερμηνεία θα μπορούσε να είναι ότι στα πλαίσια της συζήτησης για την Αειφόρο Ανάπτυξη, το Περιβάλλον κινδυνεύει να περιθωριοποιηθεί. Στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση το περιβάλλον είχε εξορισμού την κυρίαρχη θέση, ενώ τώρα καλείται να μοιραστεί την κυρίαρχη θέση στα πλαίσια της Αειφόρου Ανάπτυξης με την Κοινωνία, την Οικονομία και τους Θεσμούς (πολιτική), δηλαδή τους άλλους 3 πυλώνες της Αειφόρου Ανάπτυξης.



Αυτό δείχνει τον κίνδυνο της υποβάθμισης της σημασίας του περιβάλλοντος από την ανθρωποκεντρική Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, παρότι λαμβάνεται ως βασική διάσταση της. Τελικά, οι συμμετέχοντες εξέφρασαν την άποψη ότι το εργαστήριο τους βοήθησε στη δημοκρατική τους αγωγή και ότι κατανοούν την ΕΑΑ ως πολιτική αγωγή για την κοινωνική αλλαγή.

5. Βιβλιογραφία

Γεωργόπουλος, Α., Νικολάου, Κ., Δημητρίου, Α., Γαβριλάκης, Κ., & Μπλιώνης, Γ. (2013). Γη ένας μικρός και εύθραστος πλανήτης. Θεσσαλονίκη: Gutenberg.

Λιαράκου, Γ., & Φλογαΐτη, Ε. (2007). Από την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη. Αθήνα: Νήσος.

Φλογαΐτη, Ε. (2011). Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία. Αθήνα: Πεδίο

Φλογαΐτη, Ε. (2006). Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την Αειφορία. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Freire, P. (1977). Η αγωγή του καταπιεζόμενου. Αθήνα: Κέδρος- Ράππα.

Mogensen, F., & Mayer, M. (2009). Προοπτικές της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης - Μια κριτική προσέγγιση. Στο Ε. Φλογαΐτη, & Γ. Λιαράκου (Επιμ.), Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Από τη θεωρία στην πράξη (σσ. 21-44). Αρχάνες: ΚΠΕ Αρχάνων.

Brundtland, & WCED. (1987). Our Common Future. New York: Oxford University Press.

Rogers, C. R. (2018, 5 21). My Way of Facilitating a Group. Ανάκτηση από SCRIBD: <https://www.scribd.com/document/267035543/My-Way-of-Facilitating-a-Group>

UNECE. (2005). Learning from one another. The UNECE Strategy for Education for Sustainable. Genève: United Nations Economic Commission for Europe.



Η έννοια του Περιβαλλοντικού Παραμυθιού: βιώματα και προσεγγίσεις παραμυθάδων-εμψυχωτών

Καλλιόπη Ξανθοπούλου, Πολυξένη Ράγκου
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη:

Πως αντιλαμβάνονται την έννοια και τα χαρακτηριστικά του περιβαλλοντικού παραμυθιού “εμψυχωτές” εντός και εκτός τυπικής εκπαίδευσης (εκπαιδευτικοί, αφηγητές παραμυθιών, εμψυχωτές περιβαλλοντικών ΜΚΟ και θεατρικού παιχνιδιού), που χρησιμοποιούν το παραμύθι; Για το σκοπό αυτό καταγράφηκαν, μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων, οι αντιλήψεις 23 εμψυχωτών για το περιβαλλοντικό παραμύθι. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι διαμορφώνονται τέσσερις τάσεις για τον τρόπο που οι εμψυχωτές αντιλαμβάνονται την έννοια του περιβαλλοντικού παραμυθιού. Επίσης, στην πλειονότητα τους οι εμψυχωτές αποδίδουν χαρακτηριστικά στο περιβαλλοντικό παραμύθι που παραπέμπουν σε αρχές μιας Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Ε.Π.Α.), ακόμη και αν αγνοούν την έννοια της.

Λέξεις-κλειδιά: Εκπαίδευση, Αειφορία, Περιβαλλοντικά Παραμύθια, Αφήγηση

The concept of environmental fairy tale: storytellers'- animators' experiences and approaches

Kalliopi Xanthopoulou, Polyxeni Ragkou
Aristotle University of Thessaloniki

Abstract:

How do "animators" (teachers, storytellers, drama animators and environmental NGOs animators, both formal and non-formal) who use fairy tales in their work, understand the meaning and the characteristics of environmental fairy tales? For this purpose, the experiences and opinions of 23 "animators" were recorded using semi-structured interviews. The results of the research have shown that four trends are shaped about how animators perceive the concept of environmental fairy tales. In the majority of them, animators attribute characteristics to the environmental fairy tales that refer to the principles of Environmental Education and Sustainability, even if the animators ignore its notion.

Keywords: Education, Sustainability, Environmental Fairy tales, Storytelling



1. Εισαγωγή

Το παραμύθι, από μια λαϊκή ιστορία, συχνά παρμένη από τον κόσμο του μαγικού, που την ακούνε μεγάλοι και μικροί, έστω και αν δεν την θεωρούν πιστευτή (Αυδίκος, 1994, Μέγας, 1976, Μπετελχάϊμ, 1995), διαπιστώνουμε σταδιακά να αλλάζει μορφή και σκοπό. Από μια ευχάριστη προφορική λογοτεχνία, το σύγχρονο παραμύθι, έργο επώνυμων συγγραφέων, παύει πλέον να αποτελεί προφορική παράδοση και ιστορία ενός λαού. Το σύγχρονο επώνυμο παραμύθι, προσωπικό βίωμα και φαντασία του συγγραφέα και όχι συλλογικό παράγωγο, αποκτά νεωτερικά στοιχεία και χαρακτηριστικά (Γρηγοροπούλου κ.ά 2016, Ζαν 1996). Καθώς, θεματικά, στρέφεται και καλλιεργεί τον προβληματισμό και την κριτική επάνω σε σύγχρονα προβλήματα της καθημερινότητας, τα αφηγήματα με οικολογικό περιεχόμενο αυξάνονται στο χώρο της παιδικής λογοτεχνίας, ως απόρροια των αυξημένων περιβαλλοντικών προβλημάτων, που κέντρισαν το ενδιαφέρον πολλών συγγραφέων (Αναγνωστόπουλος 1988). Έτσι γεννιέται το σύγχρονο περιβαλλοντικό παραμύθι. Τα λαϊκά παραμύθια, παρακαταθήκη από το παρελθόν για το μέλλον, δεν ενσωματώνουν στο περιεχόμενό τους τη σύγχρονη περιβαλλοντική προβληματική. Ωστόσο, μέσα από μεταφορικές αλήθειες και συμβολισμούς, δίνουν τη δυνατότητα να επαναπροσδιορίσουμε, νοηματοδοτώντας απ' την αρχή, τη σχέση μας με τον φυσικό περιβάλλοντα κόσμο, φωτίζοντας άγνωστες πλευρές από τη σημασία του στη ζωή μας και μπορούν να συμβάλλουν στην καλλιέργεια θετικών στάσεων ζωής, ιδιαίτερα στις μικρές ηλικίες (Προύσαλης 2009). Έτσι, λαϊκά παραμύθια που αναφέρονται στις σχέσεις ανθρώπου-φύσης και παρουσιάζουν μια εικόνα του κόσμου, όπου ζωντανό οργανισμοί και άνθρωποι συνυπάρχουν και ζουν αρμονικά, αλλά και σύγχρονα λόγια παραμύθια, μπορεί να αποτελέσουν πηγή έμπνευσης και ανάπτυξης οικολογικού προβληματισμού (Αγγελίδου & Τσιλιμένη 2009, Δερμιτζάκης 2002, Gersie 1992, Nanson 2011, Χοντολίδου 2000). Αναπόσπαστο κομμάτι του λαϊκού παραμυθιού, που αποτελεί προϊόν της προφορικότητας των λαών, αποτελεί η ανάπτυξη και εξάπλωση του κινήματος της αφήγησης μετά το '60, που έχει στενή σχέση με ποικίλα εναλλακτικά ρεύματα, μεταξύ των οποίων και το οικολογικό κίνημα. Οι απόψεις ότι τα παραμύθια και οι ιστορίες εκφράζουν την ιστορία του φυσικού, κοινωνικού και κατ' επέκταση πολιτιστικού περιβάλλοντος εξαπλώνονται. Η αφήγηση επανέρχεται με νέες μορφές, που ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τη ζωή του σύγχρονου ανθρώπου και κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος (Αγγελίδου & Τσιλιμένη 2009).

Τα μηνύματα που εκπέμπουν τα περιβαλλοντικά παραμύθια, παραδοσιακά ή σύγχρονα, υποστηρίζεται ότι δεν πρέπει να οδηγούν μόνο στην απλή συνειδητοποίηση της κρίσης του περιβάλλοντος, αλλά να αποτελούν αφετηρία για βαθύτερο μετασχηματισμό της σκέψης και της πράξης (Iozzi 1989). Έχουν μελετηθεί σύγχρονα παραμύθια, με οικολογικό προβληματισμό, ως προς το περιεχόμενο, τις λύσεις που προτείνουν, ως προς το είδος της αειφορίας (ήπιας ή ισχυρής) που προβάλλουν, τα χαρακτηριστικά και τις οικολογικές τους προεκτάσεις, τις αειφορικές αξίες τους και τα πρότυπα ζωής που προβάλλουν, τον τρόπο με τον οποίο προωθούνται (Ahi et al. 2014, Αδαμοπούλου 2010, Παπαδάτος 2003, Σινάκου 2011). Τα παραμύθια περιβαλλοντικού περιεχομένου, από διαφορετικούς πολιτισμούς, που ερευνούν οι Ahi et al. (2014), βλέπουμε να κινούνται στους άξονες: αλληλεπίδραση φυσικού-ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, αρνητικές στάσεις απέναντι στο περιβάλλον, ρύπανση, ζωή στη φύση, περιγραφή φύσης, ζώντες οργανισμοί. Η πλειονότητα των εξεταζόμενων παραμυθιών της έρευνας τους (10/15), άπτεται της αλληλεπίδρασης φυσικού-ανθρωπογενούς περιβάλλοντος και των αρνητικών στάσεων απέναντι στο περιβάλλον. Η Σινάκου (2011) διαπιστώνει ότι προβάλλονται στα παραμύθια κυρίως οι περιβαλλοντικές αειφορικές αξίες, παρά οι κοινωνικές αειφορικές αξίες. Τόσο ο Παπαδάτος (2003), όσο και η Σινάκου (2011) διαπιστώνουν, στα περισσότερα βιβλία των χρονικών περιόδων που εξέτασαν, ότι η προσέγγιση των θεμάτων, των προβλημάτων και των σχέσεων ανθρώπου-φύσης ή ανθρώπων με τους θεσμούς, είναι πιο τεχνοκρατική χωρίς να λείπουν οι οικοκεντρικές προσεγγίσεις. Ο Παπαδάτος θεωρεί πως ο λογοτέχνης, για να μπορεί να ερμηνεύσει λογοτεχνικά



την πολυπλοκότητα του κόσμου στην ολότητά του, χρειάζεται να είναι ενημερωμένος με τα σύγχρονα προβλήματα και ταυτόχρονα «παιδαγωγός», ενώ προτείνει διαθεματικές προσεγγίσεις. Πώς αντιλαμβάνονται την έννοια και τα χαρακτηριστικά του περιβαλλοντικού παραμυθιού εμπυχωτές που το χρησιμοποιούν στα πλαίσια της εργασίας τους (εκπαιδευτικοί, αφηγητές παραμυθιών, εμπυχωτές περιβαλλοντικών ΜΚΟ και θεατρικού παιχνιδιού, τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης); Σε αυτό το ερώτημα επιχειρεί να απαντήσει η παρούσα έρευνα.

2. Μεθοδολογία

23 εμπυχωτές που χρησιμοποιούν το παραμύθι στο πλαίσιο της εργασίας τους, συμμετείχαν στην ποιοτική έρευνα μέσω προφορικών συνεντεύξεων (Τσιώλης 2014). Οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τα παραμύθια στη διδακτική πράξη, στο πλαίσιο διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, αλλά και κατά την εκπόνηση καινοτόμων προγραμμάτων (Πολιτιστικών, Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αγωγής Υγείας, κ.λ.π.), σε σεμινάρια επιμόρφωσης άλλων εκπαιδευτικών, σε παρουσιάσεις των βιβλίων τους (εάν πρόκειται και για συγγραφείς), σε δραστηριότητες στις παιδικές βιβλιοθήκες και σε πολιτιστικές εκδηλώσεις εντός και εκτός σχολείου. Οι παραμυθάδες (αφηγητές παραμυθιού στο πλαίσιο άτυπης ή μη τυπικής εκπαίδευσης) χρησιμοποιούν το παραμύθι σε πολιτιστικές εκδηλώσεις (θεατρικές παραστάσεις και θεατρικά παιχνίδια), σε σχολικό πλαίσιο, όταν προσκαλούνται από σχολικές μονάδες και εκτός σχολείου, προσκαλούμενοι από διάφορους φορείς και τέλος σε σεμινάρια επιμόρφωσης. Επίσης κάποιοι συμμετέχουν και σε κριτικές παραμυθιών. Για την ανάλυση των απαντήσεων αξιοποιήθηκε η θεματική ανάλυση. Οι συνεντεύξεις ηχογραφήθηκαν, απομαγνητοφωνήθηκαν, αναλύθηκαν, κωδικοποιήθηκαν και οργανώθηκαν σε θέματα με βάση τον σκοπό της έρευνας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2017.

3. Αποτελέσματα

Από τις απαντήσεις των εμπυχωτών (Ξανθοπούλου 2019) διαπιστώνονται τέσσερις τάσεις ως προς την έννοια του περιβαλλοντικού παραμυθιού και τα χαρακτηριστικά που του αποδίδουν (Πίνακας 1):

Πίνακας 1: Η έννοια του περιβαλλοντικού παραμυθιού σύμφωνα με τους εμπυχωτές

Έννοια του περιβαλλοντικού παραμυθιού	Χαρακτηριστικά που αποδίδουν στο περιβαλλοντικό παραμύθι οι εμπυχωτές
Όλα τα παραμύθια, γιατί με τον ένα ή τον άλλο τρόπο μιλούν για τη φύση και τα στοιχεία της και μάλιστα σε σύνδεση με τον άνθρωπο, «αλλιώς δεν είναι παραμύθια»	<i>«Ένα παραμύθι που σου μιλάει για τη φύση, για τα ζώα κτλ είναι περιβαλλοντικό. Ένα παραμύθι που σου λέει πως να γίνεις καλύτερος άνθρωπος, που σου μιλάει για τη δικαιοσύνη, για την αλληλεγγύη, επίσης είναι περιβαλλοντικό...»</i> Όλα τα παραμύθια με τον ένα ή άλλο τρόπο μιλούν για τη φύση και τα στοιχεία της (χλωρίδα, πανίδα, νερό, αέρας κ.λ.π.). Ιδιαίτερα στα λαϊκά-παραδοσιακά παραμύθια δεν διαχωρίζεται ο άνθρωπος από το περιβάλλον. Λειτουργεί μέσα σε μια διαρκή σχέση και συνάφεια μ' ό,τι τον περιβάλλει. Τα λαϊκά παραμύθια δημιουργούν κοινή αναφορά, που μας συγκροτεί και να μας συνδέει σαν κοινότητα και έχουν τα στοιχεία να δημιουργήσουν περιβαλλοντική συνείδηση. Τα περιβαλλοντικά μηνύματα της ευαισθητοποίησης των παιδιών περνούν ερήμην των δημιουργών τέτοιων παραμυθιών.



Τα σύγχρονα οικολογικά παραμύθια	Είναι τα σύγχρονα παραμύθια που θα προσπαθήσουν να μεταφέρουν στο παιδί γνώσεις πάνω στην οικολογία και σε περιβαλλοντικά προβλήματα. Είναι με αυτόν τον σκοπό, εκ των προτέρων, γραμμένα. Επιδιώκουν να προβληματίσουν και να ευαισθητοποιήσουν τα παιδιά σε αυτά τα θέματα. Αγγίζουν θέματα περιβαλλοντικών αξιών, καθώς και ενεργού δράσης για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος. Κάποια έχουν έντονο διδακτισμό και μοιάζει να κάνουν «κατήχηση» «...Προσπαθώντας να είναι ηθικοδιδακτικά, προτρεπτικά, χάνεται η μαγεία του παραμυθιού. Είναι πιο πολύ γνωστικοαξιακά, και κατευθυνόμενα...»
Κάθε παραμύθι, ακόμη και αν δεν αναφέρεται στη φύση και τα στοιχεία της	Οποιοδήποτε παραμύθι, ακόμη και αν δεν αναφέρεται στη φύση, αν το προσεγγίσεις κατάλληλα, αν το προσεγγίσεις ως τέτοιο, μπορεί να θεωρηθεί περιβαλλοντικό, ακόμη και αν το παραμύθι δεν είχε αυτή την πρόθεση. Κάθε παραμύθι μπορεί να σου δώσει κάτι ως αφορμή για να εισάγεις θέματα περιβαλλοντικά.
Μη δυνατότητα ορισμού	«Δεν έχω ιδέα. Περιβαλλοντικό παραμύθι; Δεν ξέρω»

4. Συμπεράσματα

Για τους εμψυχωτές το περιβαλλοντικό παραμύθι σχετίζεται πρωτίστως με το φυσικό στοιχείο (χλωρίδα, πανίδα, κ.λ.π.). Η ταύτιση της φύσης με το περιβάλλον αποτελεί κοινό εύρημα σε πλήθος ερευνών που αναφέρονται στην έννοια του περιβάλλοντος (Karameris et al. 2006, Karameris et al. 2007, Καστάνη et al. 2008). Η αντίληψη αυτή φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με τις σύγχρονες απόψεις της Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Ε.Π.Α.), όπου διευρύνεται η έννοια του περιβάλλοντος, ενσωματώνοντας την οικονομική και κοινωνική διάσταση του περιβάλλοντος (Unesco 2009, Φλογαίτη & Λιαράκου 2009). Ωστόσο, οι εμψυχωτές, σε ένα δεύτερο επίπεδο, ακόμη και αν αγνοούν την έννοια της Ε.Π.Α, αποδίδουν στο παραμύθι που θεωρούν περιβαλλοντικό, χαρακτηριστικά που παραπέμπουν σε αρχές μιας Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Ε.Π.Α.), όπως η ενότητα ανθρώπου-περιβάλλοντος, η αλληλεξάρτηση ανάμεσα στη φύση και στον άνθρωπο και η λειτουργία του ανθρώπου σε μια διαρκή σχέση και συνάφεια με ό,τι τον περιβάλλει, σημαντικά στοιχεία της Ε.Π.Α. σύμφωνα με την Unesco (Unesco 2009), ενσωματώνοντας, έμμεσα, όχι μόνον το φυσικό αλλά και το ανθρωπογενές στοιχείο στην έννοια του περιβαλλοντικού παραμυθιού. Στα παραμύθια, σύμφωνα με τους εμψυχωτές, το φυσικό περιβάλλον γίνεται το εργαλείο για να αναδειχθούν οι ανθρώπινες σχέσεις και οι συγκρούσεις σχετικά με το περιβάλλον, πολύ σημαντική διάσταση στην Ε.Π.Α. που θεωρεί το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον άρρηκτα συνδεδεμένα με οικολογικές, κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παραμέτρους (Γεωργόπουλος 2014, Δημητρίου 2009, Ράγκου 2004, Φλογαίτη κ.ά 2009). Επίσης οι εμψυχωτές θεωρούν ως χαρακτηριστικά του περιβαλλοντικού παραμυθιού αξίες που περνούν, ιδιαίτερα τα λαϊκά-παραδοσιακά παραμύθια, όπως ο σεβασμός που είχε ο «προμοντέρνος» άνθρωπος για τη φύση, η δικαιοσύνη, η αλληλεγγύη. Διαπιστώνουμε ότι οι εμψυχωτές, ακόμη και αν δεν έχουν ασχοληθεί με προγράμματα Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία, αναφέρονται σε αξίες που προβάλλονται από αυτή (Unesco 2009).

Η δεύτερη σημαντική διάσταση που ανέδειξε η έρευνα είναι οι δυνατότητες περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης των μαθητών, σύμφωνα με τους εμψυχωτές, ακόμη και από παραμύθια που δεν μιλούν για τη φύση ή το περιβάλλον γενικότερα, με την προϋπόθεση ο αφηγητής να είναι περιβαλλοντικά ενημερωμένος και ευαισθητοποιημένος. Εδώ διαφαίνεται ο ρόλος του «ευαισθητοποιημένου» εμψυχωτή, που θα αδράξει την ευκαιρία για να κάνει συνδέσεις και αναφορές ώστε οποιοδήποτε παραμύθι να μπορεί να αξιοποιηθεί και να λειτουργήσει ως περιβαλλοντικό, ακόμη κι αν δεν είχε αυτή την πρόθεση. Το εύρημα αυτό θα μπορούσε να ληφθεί υπόψη στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, ώστε να λαμβάνουν μέρος, μεταξύ άλλων και σε επιμορφωτικά προγράμματα για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.



Η επιφυλακτικότητα των εμπυχωτών απέναντι στον κίνδυνο έντονου διδακτισμού, που διακρίνει τα σύγχρονα οικολογικά παραμύθια, με εμφανείς, εξ αρχής, τους περιβαλλοντικούς στόχους, είναι κατανοητή και αναμενόμενη για παιδαγωγούς, διότι υπάρχει ο κίνδυνος να λειτουργήσει ανασταλτικά στην καλλιέργεια κριτικής ικανότητας των μαθητών και ενδεχομένως απωθητικά λόγω του κατευθυνόμενου ηθικοδιδακτικού χαρακτήρα.

Τέλος, πέρα από τις τέσσερις τάσεις που διαμορφώθηκαν για την οριοθέτηση της έννοιας του περιβαλλοντικού παραμυθίου από τους εμπυχωτές, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι ο τρόπος που προσεγγίζουν την έννοια του περιβαλλοντικού παραμυθίου και τα χαρακτηριστικά που αποδίδουν στο παραμύθι, λαϊκό-παραδοσιακό ή σύγχρονο οικολογικό, μπορεί να το καταστήσει κατάλληλο εργαλείο για μια Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία, ακόμη και ερήμην των προθέσεων των εμπυχωτών.

5. Βιβλιογραφία

Αγγελίδου, Ε., & Τσιλιμένη, Τ. (2009). *Η αφήγηση ως εργαλείο μάθησης στην Περιβαλλοντική εκπαίδευση*. Αθήνα: Καστανιώτη Α.Ε.

Αδαμοπούλου, Π. (2010). *Μυθοποιία και οικολογική συνείδηση σε σύγχρονα παιδικά λογοτεχνικά βιβλία*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη.

Αναγνωστόπουλος, Β. (1988). *Τάσεις και εξελίξεις της παιδικής λογοτεχνίας στη δεκαετία 1970-1980*. Αθήνα: Οι εκδόσεις των φίλων.

Αυδίκος, Ε. (1994). *Το λαϊκό παραμύθι. Θεωρητικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Οδυσσέας.

Γεωργόπουλος, Α. (2014). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ζητήματα ταυτότητας*. Αθήνα: Gutenberg.

Γρηγοροπούλου, Μ., Λούτσα, Π., Κλιάφα, Α., Μπαλκούρη, Α., & Χαραλαμπίδου, Φ. (2016). *Η παιδαγωγική αξιοποίηση του παραμυθίου για παιδιά προσχολικής ηλικίας*. Πτυχιακή Διατριβή. Ιωάννινα: Σχολή Επαγγελματιών Υγείας, ΤΕΙ Ηπείρου.

Δερμιτζάκης, Μ. (2002). *Οικολογία και Παιδική λογοτεχνία. Μια περίπτωση πρόσληψης στο Ψυχοπαιδαγωγική της Προσχολικής ηλικίας, Πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου, Τόμος Β, Έκδοση Παιδαγωγικού Τμήματος Προσχολικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο, 2002, σελ. 597-602*.

Δημητρίου, Α. (2009). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: περιβάλλον, αειφορία. Θεωρητικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Επίκεντρο.

Ζαν, Ζ. (1996). *Η δύναμη των παραμυθιών*. Αθήνα: Καστανιώτη.

Καστάνη, Λ., Ράγκου, Π. & Καραμέρης, Α. (2008). Διερεύνηση της ολιστικής αντίληψης των φοιτητών Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ. σχετικά με την πολυπλοκότητα των περιβαλλοντικών ζητημάτων και την έννοια "αειφόρος ανάπτυξη". Πρακτικά Επιστημονικής Διημερίδας, με θέμα «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για μια Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, (σσ. 51-66). Αθήνα.

Μέγας, Γ. (1976). *Εισαγωγή εις την Λαογραφίαν*. Αθήνα.

Μπετελχάϊμ, Μ. (1995). *Η γοητεία των παραμυθιών*. Αθήνα: Γλάρος.

Ξανθοπούλου, Κ. (2019). *Περιβαλλοντικό παραμύθι και Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία: βιώματα και προσεγγίσεις εμπυχωτών*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Παπαδάτος, Ι. (2003). *Τα περιβαλλοντικά προβλήματα στην ελληνική παιδική πεζογραφία (1975-1990)- Κοινωνιοπαιδαγωγική-Λογοτεχνική προσέγγιση*. Διδακτορική Διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.



Προύσαλης, Δ. (2009). Λαϊκό παραμύθι και περιβάλλον: Όταν η τέχνη της Αφήγησης μπολιάζει την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Διεπιστημονικού Συνεδρίου Τέχνης & Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με θέμα : *Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Παιδαγωγικές/εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δένδρο & την Ανακύκλωση*. (σσ. 359-369). Αθήνα.

Ράγκου, Π. (2004). *Διδακτική της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Σινάκου, Ε. (2011). *Τα περιβαλλοντικά μηνύματα των παραμυθιών οικολογικού περιεχομένου της τελευταίας τριετίας (2008-2010) Ελλήνων συγγραφέων για παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα ΤΕΠΑΕ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Αθήνα: Κριτική.

Φλογαίτη, Ε. & Λιαράκου, Γ. (Επιμ.) (2009). *Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη: Από τη Θεωρία στην Πράξη*. ΚΠΕ Αρχάνων: Αρχάνες.

Χοντολίδου, Ε. (2000). Περιβάλλον: φυσικό και ανθρωπογενές, πολιτισμικό και κοινωνικό. Στο Β. Αποστολίδου, Β. Καπλάνη, & Ε. Χοντολίδου. *Διαβάζοντας λογοτεχνία στο σχολείο... : μια νέα πρόταση διδασκαλίας*. σελ.89-96 Αθήνα: Τυπωθήτω

Ahi, B., Yaya, D., & Ozsuo, S. (2014). The Concept of Environment in Folktales from Different Cultures: Analysis of Content and Visuals. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 4(1), 1 - 17.

Gersie, A. (1992). *Earthtales: Storytelling in Times of Change*. London: Green Print.

Iozzi, L. (1989). What Research Says to the Educator: Part One: Environmental Education and the Affective Domain. *The Journal of Environmental Education*, 20(3), σσ. 6-13.

Karameris, A., Ragkou, P., & Kastani, L. (2006). *Exploring the Environmental Knowledge and Attitudes of the Students in the School of Forestry and Natural Environment at the Aristotle University of Thessaloniki*. International Conference "Sustainable Management and Development of Mountainous and Island Areas", 29-1 Oct. 2006: Proceedings (2, p. 247-256). Naxos.

Karameris, A., Ragkou, P. & Papanikolaou, T. (2007). *Study of Primary and Secondary School Environmental Educators' Understandings of Environmental Education*. International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics, 24-28 June 2007: Proceedings (4, p. 2887-2892). Skiathos.

Nanson, A. (2011). *Words of Re-enchantment*. Stroud: Awen Publications.

UNESCO. (2009). *Education for sustainable development in the 21st century, Declaration*. Bonn: UNESCO.



Αντιλήψεις μαθητών/τριών Δημοτικού σχετικά με τη σημασία της κατανάλωσης τροφών που βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας

Αθανασία Σ. Παπαδοπούλου, Αλέξανδρος Γεωργόπουλος, Γεώργιος Μαλανδράκης

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα μελετά τις αντιλήψεις μαθητών/τριών δημοτικού σχετικά με τη σπουδαιότητα κατανάλωσης των δύο τροφικών ομάδων που βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας, δηλαδή τα δημητριακά και τα λαχανικά και φρούτα. Συμμετείχαν 216 μαθητές/τριες Γ' τάξης από το ευρύτερο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης και η συλλογή των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια ερωτηματολογίου κλειστού τύπου. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες εκλαμβάνουν τη σπουδαιότητα κατανάλωσης των δημητριακών ως μέτρια ($M.O.=1.32$, θεωρητικό μέγιστο=2) και των λαχανικών και φρούτων ως υψηλή ($M.O.=2.40$, θεωρητικό μέγιστο=3). Επίσης, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην αποδιδόμενη από τους μαθητές/τριες σπουδαιότητα μεταξύ αυτών των δύο τροφικών ομάδων.

Λέξεις-κλειδιά: Λαχανικά, φρούτα, δημητριακά, υγιεινή διατροφή, πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Primary students' perceptions regarding the importance of food consumption from the bottom of the nutritional pyramid

Athanasia S. Papadopoulou, Alexandros Georgopoulos, Georgios Malandrakis

Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

Present study explores primary students' perceptions towards the importance of consumption of food groups from the base of the food pyramid, namely cereals, and vegetables and fruits. Participants were 216 third grade students from the greater metropolitan area of Thessaloniki and data collected through the use of a closed-form questionnaire. Analysis was performed using a quantitative approach. Results indicate that the perceived importance of cereals was medium ($Mean=1.32$, *theoretical maximum*=2), whereas that of vegetables and fruits was high ($Mean=2.40$, *theoretical maximum*=3). In addition, the attributed importance to these two food groups was differ in a statistically significant degree.

Keywords: Vegetables, fruits, cereals, health nutrition, primary education.



1. Εισαγωγή

Τα φρούτα, τα λαχανικά και τα δημητριακά, βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας και πρέπει να καταναλώνονται σε μεγαλύτερες ποσότητες σε σύγκριση με άλλες ομάδες τροφίμων αφού αποτελούν πλούσιες πηγές βιταμινών, μετάλλων και φυτικών ινών (Blanchette & Brug 2005). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) υπερτονίζει τη σπουδαιότητα της καθημερινής τους κατανάλωσης από όλες τις ηλικιακές ομάδες, ενώ ειδικά για παιδιά ηλικίας 9 με 13 ετών συστήνει την ημερήσια κατανάλωση περίπου 5 μερίδων λαχανικών και φρούτων (W.H.O. 2002). Επιπρόσθετα, πρέπει να αναφέρουμε ότι η κατανάλωση ποικιλίας φρούτων και λαχανικών παρέχει περισσότερα οφέλη για την υγεία μας, συγκριτικά με την καθημερινή κατανάλωση ενός μόνο φρούτου ή λαχανικού (Ramsay et al. 2014).

Παρόλο που τα οφέλη από την κατανάλωση των παραπάνω τροφών είναι πάρα πολλά, πολλές έρευνες δείχνουν ότι η ημερήσια πρόσληψή τους είναι πολύ χαμηλή (Agostoni et al. 2011, Yannakoulia et al. 2010, Lynch 2014), με σημαντικό ποσοστό παιδιών να μην καταναλώνει τις αναγκαίες ποσότητες φρούτων και λαχανικών. Μια ακόμη έρευνα (Rechy et al. 2016) η οποία πραγματοποιήθηκε σε δείγμα χιλίων ενηλίκων στην Αυστραλία, έδειξε ότι οι συμμετέχοντες σε αυτή, ενώ αποδίδουν σημαντική σημασία στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, οι ποσότητες που καταναλώνουν δεν είναι επαρκείς. Ανεπαρκής είναι και η πρόσληψη φυτικών ινών σε σχέση με τις συνιστώμενες ημερήσιες ποσότητες σε ενήλικες στην Ευρώπη, την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία και τις Η.Π.Α. (Stephen et al. 2017). Επίσης, πολλές μελέτες έχουν συνδέσει τη χαμηλή κατανάλωση λαχανικών, φρούτων και δημητριακών με μια πληθώρα προβλημάτων υγείας, όπως μερικές μορφές καρκίνου, εμφάνιση διαβήτη, παχυσαρκίας, κλπ. (Bradbury et al. 2014, Slavin & Lloyd 2012).

Πολλή σημαντική για την υγεία μας είναι και η κατανάλωση δημητριακών, ειδικότερα όσων είναι ολικής αλέσεως (Borneo & León 2012). Μελέτες υποστηρίζουν ότι τα δημητριακά βοηθούν στη μείωση αρκετών χρόνιων ασθενειών όπως ο καρκίνος, οι καρδιαγγειακές παθήσεις και ο διαβήτης τύπου II (Fardet 2014). Επίσης, η κατανάλωση δημητριακών έχει συνδεθεί και με την πρόληψη της παιδικής παχυσαρκίας (Lobstein et al. 2015). Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία της Πρωτοβουλίας Επιτήρησης της Παιδικής Παχυσαρκίας του Π.Ο.Υ, για το χρονικό διάστημα 2015-2017, το 42% των αγοριών και το 38% των κοριτσιών στην Ελλάδα είναι υπέρβαρα, ενώ το 20% των αγοριών και το 14% των κοριτσιών είναι παχύσαρκα (WHO 2018). Επειδή το πρόβλημα της παχυσαρκίας στη χώρα μας έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις και φαίνεται να σχετίζεται με τη χαμηλή κατανάλωση λαχανικών, φρούτων και δημητριακών, προσπαθήσαμε να κάνουμε μια πρώτη χαρτογράφηση των αντιλήψεων που έχουν οι μικροί μαθητές/τριες απέναντι στην κατανάλωση των εν λόγω τροφικών ομάδων. Οι διατροφικές συνήθειες διαμορφώνονται από την παιδική ακόμα ηλικία και μας συντροφεύουν στην υπόλοιπη ζωή μας (McAleese & Rankin 2007). Επομένως, η σωστή διατροφή μπορεί να μειώσει το υπερβολικό σωματικό βάρος-παχυσαρκία, μειώνοντας έτσι τις πιθανότητες προσβολής από διαιτητικά εξαρτώμενες χρόνιες ασθένειες (McAleese & Rankin 2007).

Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί ο σημαντικός ρόλος προς την προώθηση υγιεινών διατροφικών στάσεων, συμπεριφορών και συνηθειών που καλείται να διαδραματίσει το ίδιο το σχολείο. Η ένταξη της Αγωγής Υγείας και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην εκπαίδευση μπορεί να συμβάλει καθοριστικά προς την κατεύθυνση αυτή (Καλογήρος & Κολοβελώνης 2007). Ακόμη, τα σχολικά προγράμματα που περιλαμβάνουν τη δημιουργία σχολικών κήπων προωθούν την αλλαγή της διατροφικής συμπεριφοράς, ενώ παράλληλα φαίνεται να συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση της κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών (Parmer et al. 2009). Η αύξηση της κατανάλωσης φρούτων, λαχανικών και δημητριακών στα παιδιά είναι βασική προκειμένου να υιοθετήσουν σωστές διατροφικές συνήθειες.



2. Μεθοδολογία

2.1 Το πλαίσιο της έρευνας

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μέρος διδακτορικής διατριβής, η οποία αποσκοπεί στη μελέτη των γνώσεων και αντιλήψεων των μαθητών/τριών δημοτικού για την υγιεινή διατροφή, στη διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης και των προτιμήσεων που εμφανίζουν απέναντι στα διάφορα λαχανικά, καθώς και στη διερεύνηση των στάσεων τους απέναντι στην κηπουρική και τις κηπουρικές δραστηριότητες. Επίσης, αποσκοπεί στην αλλαγή των διατροφικών επιλογών των μαθητών/τριών μέσω της εμπλοκής τους στη δημιουργία βιολογικού σχολικού κήπου. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ένα τμήμα από το πρώτο στάδιο της έρευνάς μας, το οποίο αφορά στη χαρτογράφηση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών/τριών σχετικά με τη σπουδαιότητα κατανάλωσης των τροφικών ομάδων που βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας, δηλαδή των δημητριακών, των λαχανικών και των φρούτων. Μετά τη χαρτογράφηση, ακολούθησε κατάλληλη διδακτική παρέμβαση και δημιουργία βιολογικού σχολικού κήπου.

2.2 Οι συμμετέχοντες στην έρευνα

Στην έρευνα συμμετείχαν 216 μαθητές/τριες δώδεκα τμημάτων τρίτης τάξης δημόσιων δημοτικών σχολείων της Θεσσαλονίκης, εκ των οποίων τα 110 ήταν αγόρια και τα 106 κορίτσια. Οι μαθητές/τριες αυτοί προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης (ανατολικά και δυτικά) και από διαφορετικά κοινωνικά και οικονομικά στρώματα.

2.3 Εργαλείο συλλογής δεδομένων

Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου το οποίο συμπληρώθηκε μία φορά από τους μαθητές/τριες. Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο περιείχε 14 ερωτήσεις και αποτελεί μετάφραση και προσαρμογή στα ελληνικά αντίστοιχου εργαλείου που έχει χρησιμοποιηθεί στις ΗΠΑ για τον ίδιο σκοπό (Barnick 2014). Για την προσαρμογή στα ελληνικά έγινε αντίστροφη μετάφραση και πιλοτική εφαρμογή του σε μικρό δείγμα μαθητών/τριών αντίστοιχης ηλικιακής ομάδας με αυτή της δικής μας έρευνας (N=20). Μετά τις απαραίτητες διορθώσεις έγινε η κανονική επίδοσή του και βρέθηκε ότι ο δείκτης εσωτερικής συνέπειας, αν και είναι σχετικά χαμηλός, ωστόσο κρίνεται επαρκής για την χρησιμοποίησή του εργαλείου (Chronbach $\alpha=0,69$). Η διάρκεια συμπλήρωσής του ήταν 20' - 25'. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι εξής δύο μεταβλητές:

- 1) **σπουδαιότητα κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών**, η οποία απαρτιζόταν από τρία επιμέρους ερωτήματα (*i. η σημασία των λαχανικών και των φρούτων ως μέρος της υγιεινής διατροφής, ii. η σημασία της καθημερινής κατανάλωσης ποικιλίας λαχανικών, iii. η σημασία της καθημερινής κατανάλωσης ποικιλίας φρούτων*) και
- 2) **σπουδαιότητα κατανάλωσης δημητριακών για την υγεία μας**, η οποία απαρτιζόταν από δύο επιμέρους ερωτήματα (*i. η σημασία κατανάλωσης δημητριακών με πολλές φυτικές ίνες, ii. η σημασία κατανάλωσης ψωμιού ολικής αλέσεως*).

2.4. Η ανάλυση των δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS v.24. Για το λόγο ότι οι κατανομές στις υπό μελέτη μεταβλητές δεν ήταν κανονικές και η χρησιμοποιούμενη κλίμακα μέτρησης ήταν σειροθετική (ordinal), στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων



χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο Sign Test. Επιπλέον, για το λόγο ότι οι δυο μεταβλητές είχαν διαφορετικό θεωρητικό μέγιστο η κάθε μία (3 και 2 αντίστοιχα) και προκειμένου να γίνει σύγκριση της αποδιδόμενης από τους μαθητές/τριες σπουδαιότητας κατανάλωσης στις δύο υπό μελέτη τροφικές ομάδες, έγινε αναγωγή των απόλυτων τιμών των κλιμάκων σε ποσοστά %.

3. Αποτελέσματα

Με βάση τον Πίνακα 1, οι μαθητές/τριες φαίνεται να κατανοούν σε πολύ μεγάλο βαθμό τη σπουδαιότητα κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών ως μέρος της καθημερινής τους διατροφής (Μ.Ο. 2,40/3 ή 80%).

Πίνακας 1. Κατανομή ανά φύλο της σπουδαιότητας κατανάλωσης τροφικών ομάδων που βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας

	N	Σπουδαιότητα κατανάλωσης λαχανικών-φρούτων (εύρος: 0-3)				Σπουδαιότητα κατανάλωσης δημητριακών (εύρος: 0-2)			
		Απόλυτες τιμές		Αναγωγή %		Απόλυτες τιμές		Αναγωγή %	
		M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.
Σύνολο	216	2,40	0,84	80,0***	27,8	1,32	0,74	66,0	36,9
Αγόρια	110	2,38	0,87	79,3***	28,9	1,26	0,73	63,0	36,2
Κορίτσια	106	2,42	0,80	80,7***	26,8	1,38	0,75	69,0	37,5

Με βάση το Sign Test, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Αντίθετα οι μαθητές/τριες φαίνεται να αποδίδουν λιγότερη σπουδαιότητα στην κατανάλωση δημητριακών (Μ.Ο. 1,32/2 ή 66%). Επίσης, στο σύνολο του πληθυσμού εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στη αποδιδόμενη σπουδαιότητα κατανάλωσης λαχανικών-φρούτων με αυτή της κατανάλωσης δημητριακών (Μ.Ο._{φ&λ} = 80, Μ.Ο._Δ = 66, $p = 0,000$). Η παραπάνω διαφορά είναι στατιστικά σημαντική τόσο για τα αγόρια (Μ.Ο._{φ&λ} = 79,3, Μ.Ο._Δ = 63, $p = 0,000$) όσο και για τα κορίτσια (Μ.Ο._{φ&λ} = 80,7, Μ.Ο._Δ = 69, $p = 0,000$). Επιπρόσθετα, τα κορίτσια φαίνεται να αποδίδουν ελαφρά μεγαλύτερη σημασία από τα αγόρια τόσο στη σπουδαιότητα κατανάλωσης λαχανικών-φρούτων (80,7 και 79,3 αντίστοιχα) όσο και στη σπουδαιότητα κατανάλωσης δημητριακών (69 και 63 αντίστοιχα). Ωστόσο, οι διαφορές αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Με βάση τον πίνακα 2, εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στη αποδιδόμενη σπουδαιότητα κατανάλωσης λαχανικών-φρούτων με αυτή της κατανάλωσης δημητριακών, τόσο στα σχολεία Ανατολικής Θεσσαλονίκης (Μ.Ο._{φ&λ} = 85,0, Μ.Ο._Δ = 69, $p = 0,000$) όσο και στα σχολεία Δυτικής Θεσσαλονίκης (Μ.Ο._{φ&λ} = 74,7, Μ.Ο._Δ = 63, $p = 0,000$). Επίσης, τα σχολεία της Ανατολικής Θεσσαλονίκης φαίνεται να αποδίδουν μεγαλύτερη σημασία από τα σχολεία της Δυτικής Θεσσαλονίκης, τόσο στη σπουδαιότητα κατανάλωσης λαχανικών-φρούτων (85,0 και 74,7 αντίστοιχα) όσο και στη σπουδαιότητα κατανάλωσης δημητριακών (69 και 63 αντίστοιχα). όμως, οι παραπάνω διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



Πίνακας 2. Κατανομή ανά περιοχή της σπουδαιότητα κατανάλωσης τροφικών ομάδων που βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας.

	N	Σπουδαιότητα κατανάλωσης λαχανικών-φρούτων (εύρος: 0-3)				Σπουδαιότητα κατανάλωσης δημητριακών (εύρος: 0-2)			
		Απόλυτες τιμές		Αναγωγή %		Απόλυτες τιμές		Αναγωγή %	
		M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.
Σύνολο	216	2,40	0,84	80,0***	27,8	1,32	0,74	66,0	36,9
Αν.Θεσ/κη	109	2,55	0,73	85,0***	24,2	1,38	0,72	69,0	35,9
Δυτ.Θεσ/κη	107	2,24	0,91	74,7***	30,3	1,26	0,76	63,0	37,8

Με βάση το Sign Test, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

4. Συμπεράσματα

Σε αυτή την πρώτη φάση της διδακτορικής διατριβής, η χαρτογράφηση του μεγάλου μέρους του μαθητικού πληθυσμού μας έδειξε ότι οι μαθητές/τριες εκλαμβάνουν τη σπουδαιότητα κατανάλωσης λαχανικών και φρούτων ως υψηλή, ενώ τη σπουδαιότητα κατανάλωσης δημητριακών ως μέτρια και η μεταξύ τους διαφορά είναι στατιστικά σημαντική. Επίσης, η διαφορά αυτή υπάρχει τόσο στα αγόρια όσο και στα κορίτσια. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με πορίσματα παρόμοιων ερευνών.

Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αυστραλία σε άτομα ηλικίας άνω των 18 ετών, βρέθηκε ότι οι συμμετέχοντες κατανοούσαν πολύ καλά τη σπουδαιότητα κατανάλωσης φρούτων, λαχανικών και φυτικών ινών (Hendrie et al. 2008). Επίσης, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο σε μαθητές/τριες ηλικίας 9-12 ετών, βρέθηκε ότι αυτοί αντιλαμβάνονταν πολύ καλά τη σημαντικότητα κατανάλωσης υγιεινών τροφών όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, τα δημητριακά, κλπ. (Lakshman et al. 2010). Πολλές φορές, όμως, υπάρχει διαφορά ανάμεσα στη διατροφική γνώση και στη διατροφική συμπεριφορά (Pirouznia 2001b). Ακριβώς για το λόγο αυτό, ακολούθησε διδακτική παρέμβαση με τη μορφή project με παράλληλη δημιουργία βιολογικού σχολικού κήπου σε τέσσερις σχολικές τάξεις, η οποία διήρκεσε μια σχολική χρονιά. Επειδή οι υγιεινές διατροφικές συνήθειες και συμπεριφορές χτίζονται από την παιδική μας ηλικία, θεωρούμε ότι παρεμβάσεις που σχετίζονται με τη διατροφή και τους σχολικούς κήπους μέσα από τους οποίους οι μαθητές/τριες έχουν τη δυνατότητα παραγωγής της δικής τους τροφής, είναι πάρα πολύ σημαντικές. Μέσα από την καλλιέργεια διαφόρων λαχανικών και φρούτων, θεωρούμε ότι θα βελτιωθεί και η αξία που αποδίδουν οι μαθητές/τριες σε αυτές τις τροφές (Morgan et al. 2010). Δεδομένου του γεγονότος ότι η παιδική παχυσαρκία στον ελλαδικό χώρο τείνει να πάρει ανησυχητικές διαστάσεις στις μέρες μας, η πραγματοποίηση διατροφικών προγραμμάτων σε συνδυασμό με τη δημιουργία βιολογικών σχολικών κήπων μπορούν να βοηθήσουν προς τη βελτίωση της συγκεκριμένης αρνητικής κατάστασης.

Ευχαριστίες



Η παρούσα ερευνητική εργασία υποστηρίζεται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ) και από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ), στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛΙΔΕΚ Υποψηφίων Διδακτόρων» (αρ. Σύμβασης 129).



5. Βιβλιογραφία

Καλόγηρος, Σ. & Κολοβελώνης, Α. (2007). Η επίδραση ενός προγράμματος αγωγής υγείας στις διατροφικές στάσεις και αντιλήψεις μαθητών δημοτικού σχολείου. *Επιστημονικό Βήμα*, 8, 116-124.

Agostoni, C., Braegger, C., Decsi, T., Kolacek, S., Koletzko, B., [Mihatsch, W.](#), [Moreno, L.A.](#), [Puntis, J.](#), [Shamir, R.](#), [Szajewska, H.](#), [Turck, D.](#), & [Van Goudoever, J.](#) (2011). Role of dietary factors and food habits in the development of childhood obesity: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 52(6), 662-9.

Barnick, A. (2014). *The impact of a school gardening program on nutrition attitudes, behaviors and interest*, (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://engagedscholarship.csuohio.edu/etdarchive/27>

[Blanchette](#), L., & Brug, J. (2005). Determinants of fruit and vegetable consumption among 6–12-year-old children and effective interventions to increase consumption. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18(6), 431-443.

Bonsmann, S., & Wills, J. (2012). Nutrition Labeling to Prevent Obesity: Reviewing The Evidence from Europe. *Current Obesity Reports*, 1(3), 134-140.

Borneo, R., & León A. (2012). Whole grain cereals: functional components and health benefits. *Food and Function*, 3(2), 110-119.

Bradbury, K., Appleby, P., & Key, T. (2014). Fruit, vegetable, and fiber intake in relation to cancer risk: findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100, 394S–398S.

Fardet, A. (2014). New Approaches to Studying The Potential Health Benefits of Cereals: From Reductionism to Holism. *Cereal Foods World*, 59(5), 224-229.

Hendrie, G.A., Coveney, J., & Cox, D. (2008), Exploring nutrition knowledge and the demographic variation in knowledge levels in an Australian community sample. *Public Health Nutrition*, 11(12), 1365-1371.

Lakshman, R., Sharp, J., Ong, K., & Forouhi, N. (2010). A novel school-based intervention to improve nutrition Knowledge in children: cluster randomized controlled trial. *BioMed Central Public Health*, 10,123.

[Lynch, C.](#), [Kristjansdottir, A. G.](#), [Te Velde, S. J.](#), [Lien, N.](#), [Roos, E.](#), Thorsdottir, I., [Krawinkel, M.](#), [de Almeida, M. D.](#), [Papadaki, A.](#), [Hlastan Ribic, C.](#), [Petrova, S.](#), [Ehrenblad, B.](#), [Halldorsson, T. I.](#), [Poortvliet, E.](#), & [Yngve, A.](#) (2014). Fruit and vegetable consumption in a sample of 11-year-old children in ten European countries – the PRO GREENS cross-sectional survey. *Public Health Nutrition*, 17(11), 2436-44.

[McAleese](#), J., & Rankin, L.(2007), Garden-Based Nutrition Education Affects Fruit and Vegetable Consumption in Sixth-Grade Adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*, 107(4), 662–665.

Morgan, P., Warren, J., Lubans, D., Saunders, K., Quick, G., & Collins, C. (2010). The impact of nutrition education with and without a school garden on knowledge, vegetable intake and preferences and quality of school life among primary-school students. *Public Health Nutrition*, 13(11),1931-1940.

Parmer, S., Salisbury-Glennon, J., Shannon, D., & [Struempfer](#), B. (2009). School Gardens: An Experiential Learning Approach for a Nutrition Education Program to Increase Fruit and Vegetable Knowledge, Preference, and Consumption among Second-grade Students. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 4(3), 212–217.

Pirouznia, M. (2001a). The influence of nutrition knowledge on eating behavior-the role of grade level. *Nutrition & Food Science*, 31(2), 62-67.



- Ramsay, S. A., Eskelsen, A. K., Branen, L. J., Armstrong Shultz, J., & Plumb, J. (2014). Nutrient Intake and Consumption of Fruit and Vegetables in Young Children. *ICAN: Infant, Child, & Adolescent Nutrition*, 6(6), 332–344. <https://doi.org/10.1177/1941406414549622>
- Rekhy, R., Khan, A., Eason, J., Mactavish-West, H., Lister, C., & McConchie, R. (2016). Australian consumer awareness of health benefits associated with vegetable consumption. *Nutrition & Dietetics* [*the Journal of the Dietitians Association of Australia*](#), 74(2):175-184
- Sharma, S., Day, R., & Gernand, A. (2008). Nutrition Knowledge Predicts Eating Behavior of All Food Groups Except Fruits and Vegetables among Adults in the Paso del Norte Region: Qué Sabrosa Vida. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 40(6), 361-8
- Slavin, J., & Lloyd, B. (2012). Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*, 3(4), 506–516.
- Stephen, A.M., Champ, M.M., Cloran, S.J., Fleith, M., Van Lieshout, L., Mejbom, H., Burley, V.J., (2017). Dietary fibre in Europe: Current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition Research Reviews*, 30(2), 149-190.
- World Health Organization (W.H.O) (2002). The world health report 2002-Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Ανακτήθηκε 31/10/2018 από <http://www.who.int/whr/2002/en/>.
- World Health Organization (W.H.O) (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. *WHO Technical Report Series*, 916. Ανακτήθηκε 31/10/2018 από http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf?sequence=1
- World Health Organization (W.H.O.). European Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI) (2018). “Latest data shows southern European countries have highest rate of childhood obesity”. Ανακτήθηκε 31/10/2018 από <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/news/news/2018/5/latest-data-shows-southern-european-countries-have-highest-rate-of-childhood-obesity>.
- Yannakoulia, M., Ntalla, I., Papoutsakis, C., Farmaki, A.E., Dedoussis, G. V. (2010). Consumption of vegetables, cooked meals, and eating dinner is negatively associated with overweight status in children. *The Journal of Pediatrics*, 157, 815–8.



Διερεύνηση των Περιβαλλοντικών Αξιών και του Περιβαλλοντικού Ηθικού Συλλογισμού Προϋπηρεσιακών Εκπαιδευτικών, κατά την Αλληλεπίδρασή τους με ένα Ψηφιακό, Διαδραστικό Παραμύθι

Στέλλα Πέτρου, Κωνσταντίνος Κορφιάτης, Νικολέττα Λαπαθιώτη

Πανεπιστήμιο Κύπρου

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα μελετά τον ηθικό συλλογισμό και τις περιβαλλοντικές αξίες 35 προπτυχιακών φοιτητών δασκάλων (21-23 ετών), κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα διαδραστικό, ψηφιακό περιβαλλοντικό παραμύθι. Ένα δοκίμιο με περιβαλλοντικά ηθικά διλήμματα πολλαπλής επιλογής και ερωτήσεις ανοικτού τύπου χρησιμοποιήθηκε για να ανιχνεύσει μεταβολές στα αξιακά πρότυπα των συμμετεχόντων. Διαπιστώθηκε ότι οι συμμετέχοντες διακρίνονταν κυρίως από αλτρουιστικές-βιοκεντρικές αξίες και ότι οι βιοκεντρικές αξίες ενισχύθηκαν μετά το τέλος της διαδραστικής δραστηριότητας. Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας στηρίζουν την αντίληψη ότι μία παιδαγωγική προσέγγιση, η οποία αποφεύγει τον διδακτισμό και ευνοεί τον συλλογισμό και την αλληλεπίδραση των εκπαιδευομένων ενισχύει την ηθική τους ωρίμανση.

Λέξεις-κλειδιά: Περιβαλλοντικές αξίες, Ηθικά διλήμματα, Ηθικός Συλλογισμός, Ψηφιακό Παραμύθι, Διαδραστικά μαθησιακά περιβάλλοντα

Environmental Values and Environmental Moral Reasoning of Pre-service Teachers, During their Interaction with a Digital Narrative Story

Stella Petrou, Konstantinos Korfiatis, Nikoletta Lapathioti

University of Cyprus

Abstract

This paper studies the moral reasoning and the environmental values of 35 pre-service teachers (21-23 years). An essay containing environmental multiple-choice moral dilemmas, as well as open-ended questions, was used to depict changes in participants' values after their involvement in the digital interactive activity. It turned out that the specific sample was characterized by altruistic-biocentric values. Biocentric values was enforced after the end of the learning activity. Results of the present research support the idea that a non-dogmatic education which gives to students' opportunities for reasoning on realistic situations and collaboration enhance their moral maturity.

Keywords: Environmental Values, Moral Dilemmas, Moral Reasoning, Digital Narrative, Interactive learning environments



1. Εισαγωγή

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα αποτελούν κοινωνικά διλήμματα, τα οποία καλούμαστε να επιλύσουμε σύμφωνα με τις αξίες που έχουμε, τόσο ως άτομα, όσο και ως κοινωνίες. Κάθε φορά που ένας άνθρωπος θα αναγκαστεί να δράσει, φανερώνει ασυνείδητα τις ηθικές αξίες που ακολουθεί ή απορρίπτει (Γεωργόπουλος 2002). Κατά συνέπεια γίνεται κατανοητή, στα πλαίσια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, η σημασία της διερεύνησης του αξιακού πλαισίου και του ηθικού συλλογισμού των ανθρώπων. Στόχος της εκπαίδευσης δεν είναι η επιβολή συγκεκριμένων αξιακών προτύπων, αλλά η ηθική «ωρίμανση» των εκπαιδευομένων, με την έννοια της ανάπτυξης του προβληματισμού για τις αξίες που κυριαρχούν στον σύγχρονο κόσμο, της συνειδητοποίησης των αξιών που διέπουν τις δικές τους ενέργειες και την κριτική επεξεργασία διαφορετικών αξιακών πλαισίων. Σύμφωνα με τον Kohlberg, η ηθική ωρίμανση μπορεί να επιτευχθεί παιδαγωγικά μέσα από την ανάπτυξη του ηθικού συλλογισμού σε συνθήκες αντιμετώπισης ηθικών διλημάτων (Kohlberg 1981). Ηθικός συλλογισμός είναι η διαδικασία κατά την οποία κάποιος/α προσπαθεί να σκεφτεί τις πιθανές συνέπειες των ενεργειών του και να προσδιορίσει το «σωστό» και το «λάθος» σε μια συγκεκριμένη κατάσταση (Rest 1986). Οι εκπαιδευόμενοι όλων των ηλικιών έχουν την ευκαιρία να προβληματιστούν και να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις των αποφάσεών τους στους άλλους ανθρώπους και στον μη ανθρώπινο κόσμο σκεπτόμενοι μέσα από υποθετικές αλλά ρεαλιστικές υποθέσεις κοινωνικών διλημάτων (Cumming et al. 2010). Σύμφωνα με τους Braus και Wood (1993), η σωστή εκπαιδευτική διαδικασία πρέπει να χρησιμοποιεί ηθικά διλήμματα που απαιτούν ηθικό συλλογισμό ελαφρά ανώτερο από το ηθικό επίπεδο των εκπαιδευομένων. Πρέπει επίσης να αφορά δύο ή περισσότερες ηθικές επιλογές ισάξιας σημασίας. Τέλος, πρέπει να αφορά θέμα οικείο για τους συμμετέχοντες, το οποίο να επιδέχεται αρκετές εναλλακτικές λύσεις και να μην είναι προφανής η «ορθή» λύση. Ακόμη, η εκπαιδευτική διαδικασία πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να αλληλεπιδρούν ώστε να καλλιεργείται ο προβληματισμός αλλά και ο σεβασμός για τις διαφορετικές απόψεις (Κορρίνα 2014).

Η παρούσα έρευνα διερευνά τις περιβαλλοντικές αξίες προϋπηρεσιακών εκπαιδευτικών Δημοτικής Εκπαίδευσης του τμήματος Επιστημών της Αγωγής του Πανεπιστημίου Κύπρου, μέσα από τη χρήση ηθικών διλημάτων περιβαλλοντικού περιεχομένου. Ταυτόχρονα, διερευνά τη συμβολή ενός ψηφιακού, διαδραστικού, συνεργατικού μαθησιακού περιβάλλοντος στην ανάπτυξη του ηθικού συλλογισμού φοιτητών Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης.

2. Μεθοδολογία

2.1 Συμμετέχοντες:

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 35 προπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες (Ακροατήριο Α: 22 άτομα, Ακροατήριο Β: 13 άτομα, 21-23 ετών) του Τμήματος Επιστημών της Αγωγής του Πανεπιστημίου Κύπρου, που παρακολουθούσαν το μάθημα «ΕΠΑ488: Σύγχρονες Εκπαιδευτικές Τάσεις στη Διδακτική της Βιολογίας». Η συμμετοχή τους στην έρευνα ήταν εθελοντική και ανώνυμη.

2.2 Διδακτική Παρέμβαση:

Κύριο μέλημα της διδακτικής παρέμβασης ήταν να αποφύγει τον διδακτισμό, αλλά, αντίθετα, να δώσει τη δυνατότητα στους/στις συμμετέχοντες/ουσες να αναπτύξουν τον δικό τους συλλογισμό και να στοχαστούν πάνω στις συνέπειες των επιλογών τους. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε μια ψηφιακή εκδοχή του παραμυθιού «Το Δέντρο που Έδινε», στην οποία οι συμμετέχοντες/ουσες είχαν



τη δυνατότητα να παρέμβουν σε κομβικά σημεία της ιστορίας και να επηρεάσουν την εξέλιξή της, ανάλογα με τις αποφάσεις που έπαιρναν. Οι φοιτητές/τριες συζητούσαν σε ομάδες τις πιθανές επιλογές και κατέληγαν σε μία συναινετική απόφαση, την οποία κατέγραφαν. Αφού οι συμμετέχοντες/ουσες ολοκλήρωσαν τη διαδραστική δραστηριότητα, εργάστηκαν ομαδικά και ανέπτυξαν το δικό τους ψηφιακό, διαδραστικό παραμύθι, το οποίο παρουσίασαν στις υπόλοιπες ομάδες και αυτές με τη σειρά τους διαμόρφωσαν την πλοκή του βάσει των αποφάσεών τους. Ως εκ τούτου, και σε αυτή τη δραστηριότητα, οι συμμετέχοντες/ουσες είχαν την ευκαιρία να ανακαλύψουν τον ηθικό συλλογισμό τους και να αναστοχαστούν λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες των επιλογών τους κατά τη διαμόρφωση της πλοκής των ψηφιακών, διαδραστικών παραμυθιών. Η διαδικασία διήρκεσε τρεις εκπαιδευτικές συναντήσεις διάρκειας 75 λεπτών η καθεμία.

2.3 Συλλογή Δεδομένων:

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω δοκιμίων που χορηγήθηκαν στους/στις συμμετέχοντες/ουσες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τα δοκίμια αποτελούνταν από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλάμβανε τέσσερα σενάρια με ηθικά διλήμματα περιβαλλοντικού περιεχομένου (αντίδραση στην προοπτική θανάτωσης ενός δηλητηριώδους φιδιού, αποψίλωση δάσους για την αντιμετώπιση δύσκολης οικονομικής κατάστασης, αντίδραση σε ζωολογικό κήπο που δεν τηρεί κανόνες σωστής διαβίωσης των ζώων, αντίδραση στην προοπτική αγοράς προϊόντος από ζώο που κινδυνεύει με εξαφάνιση) στα οποία οι συμμετέχοντες/ουσες μπορούσαν να επιλέξουν μία από τέσσερις πιθανές αντιδράσεις, εκ των οποίων η καθεμία δήλωνε διαφορετικό αξιακό πρότυπο (εγωκεντρικό, αλτρουϊστικό, βιοκεντρικό και περιβαλλοντικά απαθές).

Με την ολοκλήρωση των τεσσάρων σεναρίων, οι συμμετέχοντες/ουσες κλήθηκαν να απαντήσουν στις δύο ερωτήσεις ανοιχτού τύπου του δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου. Οι ερωτήσεις ήταν οι εξής: (α) «Για να απαντήσεις στα προηγούμενα σενάρια, σκέφτηκες περισσότερο το προσωπικό σου όφελος, το όφελος των άλλων ανθρώπων ή το όφελος του φυσικού περιβάλλοντος; Εξήγησε τον συλλογισμό σου για κάθε σενάριο.» (β) «Υπάρχουν περιστατικά στη ζωή σου στα οποία αποφασίζεις σκεπτόμενος/η το προσωπικό σου όφελος, σκεπτόμενος το όφελος των άλλων ανθρώπων ή το όφελος του φυσικού περιβάλλοντος; Αποφασίζεις πάντα έχοντας ως γνώμονα ένα από τα τρία κριτήρια, ή τα κριτήρια διαφοροποιούνται σε κάθε περιστατικό; Εξήγησε.»

2.4 Ανάλυση Δεδομένων:

Για την ανάλυση των δεδομένων του 1^{ου} μέρους των προ-πειραματικών και μετα-πειραματικών ερωτηματολογίων, υπολογίστηκαν οι συχνότητες των επιλογών των συμμετεχόντων ανά σενάριο πριν και μετά τη μαθησιακή δραστηριότητα. Επιπρόσθετα, για κάθε αξιακό πρότυπο αποδόθηκαν διαφορετικές τιμές (Περιβαλλοντική απάθεια=1, Εγωκεντρισμός=2, Αλτρουϊσμός=3 και Βιοκεντρισμός=4) και έτσι, υπολογίστηκε το συνολικό άθροισμα του κάθε συμμετέχοντα με βάση τις επιλογές του στα τέσσερα ηθικά διλήμματα. Ως εκ τούτου, ένα συνεπές περιβαλλοντικά απαθές άτομο θα είχε συνολικό άθροισμα 4 ενώ ένα συνεπές βιοκεντρικά προσανατολισμένο άτομο θα είχε συνολικό άθροισμα 16. Όσο αφορά στις απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσών στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου του 2^{ου} μέρους, πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιεχομένου.

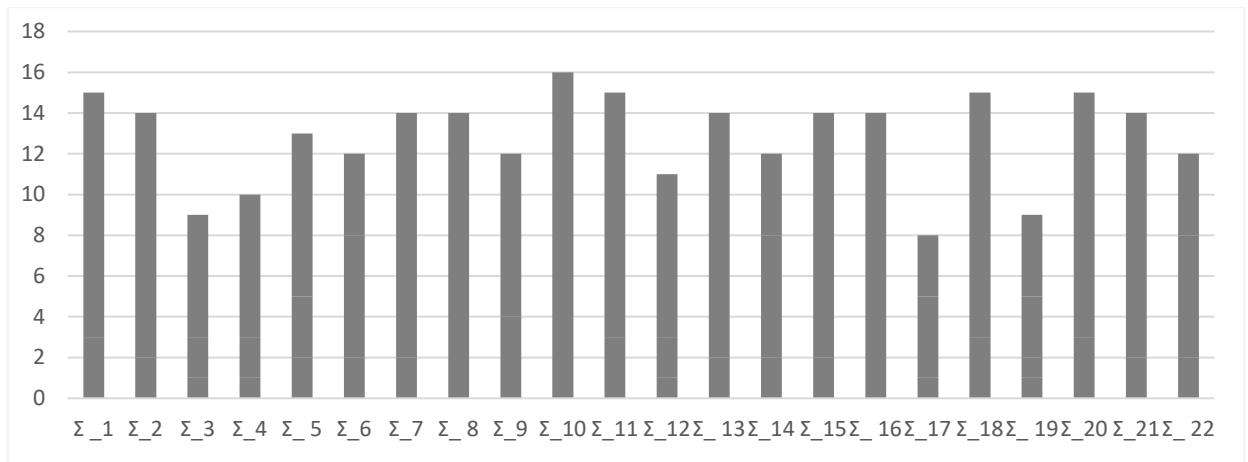
3. Αποτελέσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, ο ηθικός συλλογισμός των συμμετεχόντων/ουσών παρουσίασε μεγάλο εύρος, από τη περιβαλλοντική απάθεια μέχρι τη βιοκεντρική ηθική, τόσο στα



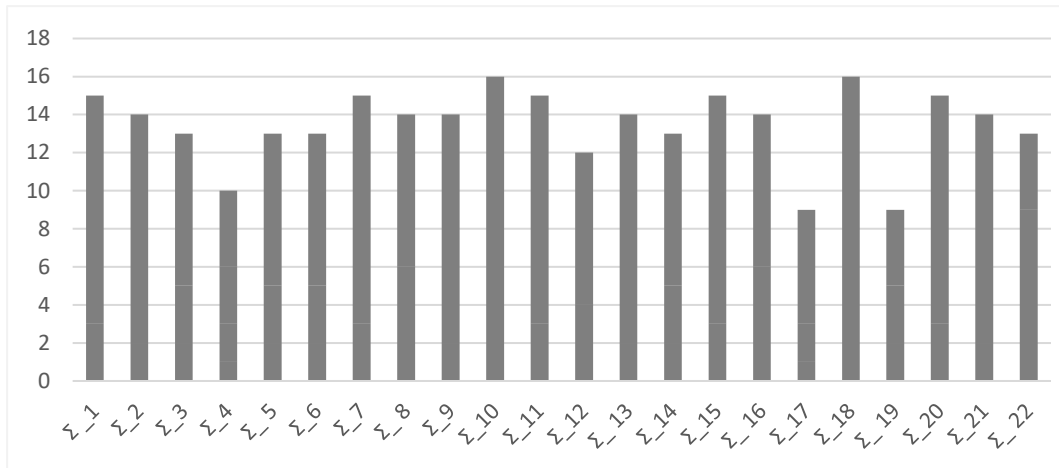
προ-πειραματικά όσο και στα μετα-πειραματικά δοκίμια, ανάλογα με το σενάριο (Διάγραμμα 1, Διάγραμμα 2, Διάγραμμα 3 & Διάγραμμα 4). Ωστόσο, το κυρίαρχο πρότυπο ήταν η μίξη αλτρουιστικών και βιοκεντρικών επιλογών. Αξίζει να αναφερθεί, ότι ο ηθικός συλλογισμός αρκετών συμμετεχόντων παρουσίασε μετατόπιση προς ανώτερα στάδια ηθικού, περιβαλλοντικού συλλογισμού μετά τη διδακτική παρέμβαση (Πίνακας 1).

Διάγραμμα 1: Σκορ 22 Συμμετεχόντων/ουσών στα 4 Σενάρια των Προ-πειραματικών Δοκιμίων
(Περιβαλλοντική απάθεια=1, Εγωκεντρισμός=2, Αλτρουισμός=3 και Βιοκεντρισμός=4)

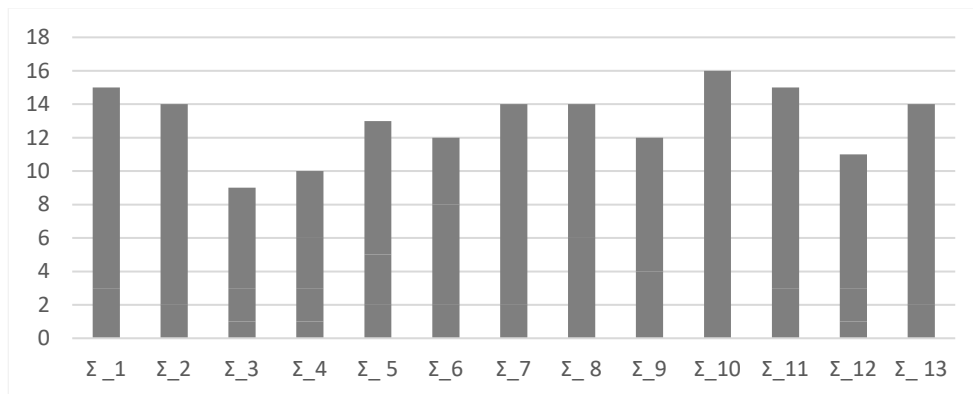


Όσο αφορά στις απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσών στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, ανέφεραν ότι τόσο στην περίπτωση των σεναρίων, όσο και στην καθημερινή τους ζωή, λαμβάνουν αποφάσεις αφού αξιολογήσουν το όφελος της κάθε απόφασης προς τον εαυτό τους ή/και τους άλλους ανθρώπους και σε άλλες περιπτώσεις το όφελος προς το φυσικό περιβάλλον (Πίνακας 1). Για παράδειγμα μια συμμετέχουσα σημείωσε: «Σε κάθε σενάριο προσπαθούσα να σκέφτομαι το προσωπικό μου όφελος που μπορεί να ήταν η υγεία και η οικονομική κατάσταση ενώ ταυτόχρονα σκεφτόμουνα πώς δεν θα επηρεάσω αρνητικά το περιβάλλον με τις πράξεις μου, αφού αυτό δεν με εκφράζει ως άτομο.» Ωστόσο, και σε αυτές τις απαντήσεις κυριάρχησαν οι αλτρουιστικού χαρακτήρα επιλογές.

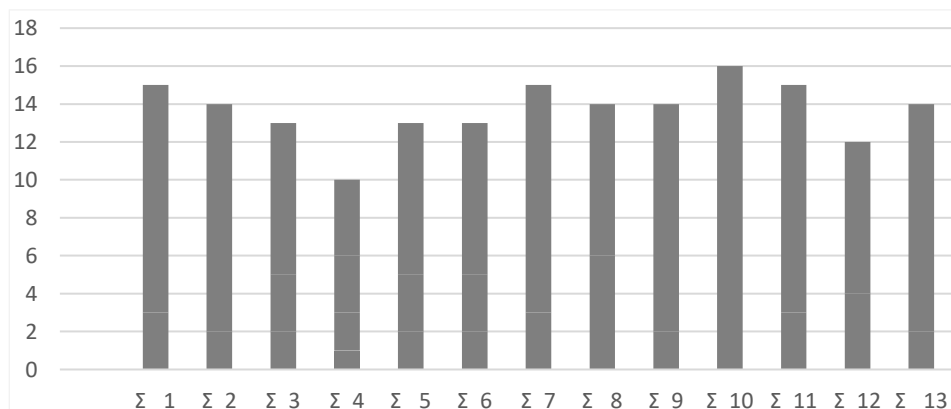
Διάγραμμα 2: Σκορ 22 Συμμετεχόντων/ουσών στα 4 Σενάρια των Μετα-πειραματικών Δοκιμίων
(Περιβαλλοντική απάθεια=1, Εγωκεντρισμός=2, Αλτρουισμός=3 και Βιοκεντρισμός=4)



Διάγραμμα 3: Σκορ 13 Συμμετεχόντων/ουσών στα 4 Σενάρια των Προ-πειραματικών Δοκιμίων
(Περιβαλλοντική απάθεια=1, Εγκκεντρισιμός=2, Αλτρουισμός=3 και Βιοκεντρισιμός=4)



Διάγραμμα 4: Σκορ 13 Συμμετεχόντων/ουσών στα 4 Σενάρια των Μετα-πειραματικών Δοκιμίων
(Περιβαλλοντική απάθεια=1, Εγκκεντρισιμός=2, Αλτρουισμός=3 και Βιοκεντρισιμός=4)





Πίνακας 1: Σύγκριση Σκορ Συμμετεχόντων/ουσών στα Προ-πειραματικά και Μετα-πειραματικά Δοκίμια

Wilcoxon Test	z	p
<u>Ακροατήριο A</u>	2.97	**
<u>Ακροατήριο B</u>	2.06	*

4. Συμπεράσματα

Οι συμμετέχοντες/ουσες υιοθέτησαν διαφορετικά αξιακά πρότυπα στα δοθέντα σενάρια ωστόσο η πλειοψηφία από αυτούς υιοθέτησε βιοκεντρικές αξίες. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σύμφωνο με μελέτες που έδειξαν ότι οι ενήλικες υιοθετούν βιοκεντρικές αξίες, ως αποτέλεσμα της ηθικής τους ωρίμανσης, αλλά επίσης και ότι οι βιοκεντρικές αξίες συναντώνται κυρίως σε άτομα θηλυκού φύλου και ανώτερου μορφωτικού επιπέδου (de Groot & Steg 2008). Βέβαια, η επιλογή αλτρουιστικών και βιοκεντρικών λύσεων από μέρους των συμμετεχόντων/ουσών δεν πρέπει να θεωρείται εφησυχαστική εφόσον η σωστή αξιολόγηση της ηθικής τους ωρίμανσης επιβάλλει ανάλυση των επιχειρημάτων από μέρους τους για να στηρίξουν την επιλογή τους. Η ανάλυση των επιχειρημάτων τους ήταν ιδιαίτερα σημαντική εφόσον διαπιστώθηκε ότι οι επιλογές τους επηρεάζονται από ποικίλους παράγοντες (Sánchez-Martín et al. 2018). Αυτό συνδέεται άμεσα με το γεγονός ότι τα άτομα τείνουν να επιλέγουν εγωκεντρικές λύσεις όταν επηρεάζονται οι προσωπικές τους προτεραιότητες όπως η υγεία ή το χρηματικό κέρδος και βιοκεντρικές λύσεις όταν δεν έχουν κόστος για τους ίδιους ή σημαντικούς άλλους (Tuncay, Yılmaz-Tüzün & Teksoz 2012). Η δήλωσή των συμμετεχόντων/ουσών ότι οι αποφάσεις που παίρνουν εξαρτώνται από την εκάστοτε κατάσταση, προσφέρει στήριξη στην αντίληψη που θεωρεί τις αξιακές αντιλήψεις των ανθρώπων ως σύνθετες και δυναμικές (Γεωργόπουλος 2002).

Η αλλαγή που παρατηρήθηκε στον ηθικό συλλογισμό ορισμένων συμμετεχόντων/ουσών φανερώνει ότι η εμπλοκή των ατόμων σε υποθετικές αλλά ρεαλιστικές καταστάσεις με ηθικά διλήμματα (Cumpling et al. 2010) μπορεί να συμβάλει στην ωρίμανση του ηθικού τους συλλογισμού (Γεωργόπουλος 2002). Ο χαρακτήρας της διδακτικής παρέμβασης, με τη μορφή του ψηφιακού, διαδραστικού παραμυθιού, έδωσε τη δυνατότητα στους/στις συμμετέχοντες/ουσες να εκφράσουν προσωπικές αξίες και εμπειρίες, να τις συνδέσουν με τη ροή του παραμυθιού, να αναστοχαστούν για τις συνέπειες των επιλογών τους και να οδηγηθούν στην αναθεώρηση της ηθικής τους σχέσης με τον κόσμο. Τέτοιες διδακτικές προσεγγίσεις που προωθούν τον διάλογο και την αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων/ουσών και μεταξύ των συμμετεχόντων/ουσών και των περιβαλλόντων μάθησης συμβάλλουν στην ανάπτυξη των κοινωνικών τους δεξιοτήτων και της κριτικής τους σκέψης και ταυτόχρονα, αποφεύγουν την κατήχηση προς ένα συγκεκριμένο αξιακό προσανατολισμό (Korpinia 2014, Sánchez-Martín et al. 2018). Με άλλα λόγια, ο «ανθρωποκεντρισμός» και ο «βιοκεντρισμός» στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης δεν αντιμετωπίστηκαν ως αντίθετα άκρα ενός συνεχούς που προσδιορίζουν μια «μη φιλική» και «φιλική» θέση προς το φυσικό περιβάλλον αντίστοιχα. Με αυτό τον τρόπο, αποφεύχθηκε η προώθηση ενός συγκεκριμένου αξιακού προτύπου (Lundmark 2007).

Τέλος, η εμπλοκή των προϋπηρεσιακών εκπαιδευτικών με ένα περιβάλλον μάθησης που ενσωματώνει τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά ήταν ιδιαίτερα σημαντική εφόσον οι ίδιοι, ως μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, θα κληθούν να βοηθήσουν τους μαθητές τους να αναπτύξουν τον δικό τους ηθικό συλλογισμό (Martin, Summers & Sjerps-Jones 2007).



5. Βιβλιογραφία

Γεωργόπουλος, Α. (2002). *Περιβαλλοντική Ηθική*. Gutenberg: Αθήνα.

Cummings, R., Maddux, C. D., Cladianos, A., & Richmond, A. (2010). Moral reasoning of education students: The effects of direct instruction in moral development theory and participation in moral dilemma discussion. *Teachers College Record*, 112(3), 621-644.

de Groot, J. I. M., & Steg, L. (2008). Value orientations to explain environmental attitudes and beliefs: how to measure egoistic, altruistic and biospheric value orientations. *Environment and Behavior*, 40(3), 330-354.

Kohlberg, L. (1981). *Essays on Moral Development, Vol. I: The Philosophy of Moral Development*. San Francisco, CA: Harper & Row.

Kopnina, H. (2013). Evaluating education for sustainable development (ESD): Using ecocentric and anthropocentric attitudes toward the sustainable development (EAATSD) scale. *Environment, development and sustainability*, 15(3), 607-623.

Lundmark, C. (2007). The new ecological paradigm revisited: anchoring the NEP scale in environmental ethics. *Environmental education research*, 13(3), 329-347.

Martin, K., Summers, D., & Sjerps-Jones, H. (2007). Sustainability and teacher education. *Journal of Further and Higher Education*, 31(4), 351-362.

Rest, J.R., Barnett, R., Bebeau, M., Deemer, D., Getz, I., Moon, Y., Spickelmier, J., Thoma, S.J. & Volker, J. (1986). *Moral Development: Advances In Research And Theory*. New York: Praeger.

Sánchez-Martín, J., Zamora-Polo, F., Moreno-Losada, J., & Parejo-Ayuso, J. P. (2018). Innovative education tools for developing ethical skills in university science lessons. The case of the moral cross dilemma. *Ramon Llull Journal of Applied Ethics*, (8), 225-245.

Tuncay, B., Yılmaz-Tüzün, Ö., & Teksoz, G. T. (2012). Moral reasoning patterns and influential factors in the context of environmental problems. *Environmental Education Research*, 18(4), 485-505.



Η Ιστορική διαδρομή των βοτάνων και η χρήση τους στην κοσμετολογία. Πρόγραμμα Π.Ε.

Εμμανουήλ Χατζηελευθερίου, Σταυρούλα Τσίχλη, Ζωή Κουτρούμπα, Ελένη Λιάπη
Υπεύθυνος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Δ.Δ.Ε. Α΄ Αθήνας, Εκπαιδευτικοί του 22ου ΓΕΛ
Αθηνών

Περίληψη

Η μελέτη παρουσιάζει δύο παράλληλα περιβαλλοντικά προγράμματα που πραγματοποιήθηκαν στο 22ο ΓΕΛ Αθηνών κατά το σχολικό έτος 2017-2018 με θέμα τα βότανα. Στο πλαίσιο του πρώτου προγράμματος, «Η ιστορική διαδρομή των βοτάνων από την αρχαιότητα ως σήμερα», παρουσιάστηκε ο σχολικός βοτανικός κήπος που δημιουργήθηκε ενώ στο δεύτερο, «Βότανα και Αρωματικά Φυτά», παρουσιάστηκαν τα εργαστήρια παρασκευής προϊόντων του σχολείου στα οποία, χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτη ύλη, τα βότανα που καλλιεργήσαμε στον σχολικό κήπο. Στο διήμερο σεμινάριο του ΚΠΕ Μακρινίτσας, παρουσιάσαμε βιωματικό εργαστήριο. Τα προγράμματα αυτά συνέβαλλαν στην ανάπτυξη θετικών στάσεων για το περιβάλλον και την αειφορία.

Λέξεις- κλειδιά: περιβαλλοντικό πρόγραμμα, βότανα, αρωματικά φυτά

The historical routes of herbs and their use in cosmetology

Emmanouil Hatzieleftheriou, Stavroula Tsihli, Zoi Koutroumpa, Eleni Liapi

*Environmental Education Officer Athens A Directorate of Secondary Education, Teachers of the
22nd High School of Athens*

Abstract

This study presents two parallel environmental projects that took place in the 22nd High School of Athens in the year 2017-2018 concerning herbs. In the first environmental programme titled “The historical routes of herbs from antiquity until today” there was a presentation of the school botanical garden and in the second programme named “Herbs and Aromatic Plants” there was a presentation of the manufacturing of products based on the herbs planted in the school garden. In the seminar organised by KPE Makrinitzas an experiential workshop was held by our team. These programmes contributed in a positive attitude towards the environment and sustainability.

Keywords: environmental programme, herbs, aromatic plants



1.Εισαγωγή

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την λέξη βότανο. Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει το αγγλικό λεξικό της Οξφόρδης, «Βότανα είναι όλα τα χρήσιμα φυτά και αφορά τα φυτά των οπιοίων, οι ρίζες, τα άνθη χρησιμεύουν ως τροφή ή θεραπεία, χάρη στο άρωμά τους ή με κάποιον άλλο τρόπο...». Στην παρούσα εργασία οι μαθητές εστίασαν στα:

Αρωματικά φυτά:

Λέγοντας αρωματικά φυτά εννοούμε μια ομάδα φυτών που περιέχουν στους ιστούς τους αιθέρια έλαια, δηλαδή αρωματικές ουσίες. Στην Ελλάδα φύονται περισσότερα από 5.200 είδη, τα οποία παράγουν αιθέρια έλαια και περισσότερα από 900 είναι ενδημικά (Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης, 2009). Ενδεικτικά αναφέρουμε τα ακόλουθα:

α) αλόη (aloevera): χρησιμοποιείται για την παρασκευή καλλυντικών, σαπουνιών, αντιγηραντικών κρεμών και αλοιφών με οφέλη στην ανάπλαση, αναζωογόνηση, ενίσχυση, ενυδάτωση και αποκατάσταση των καθημερινών αναγκών του δέρματος.

β) λεβάντα (lavandulavera): τα αρχαία χρόνια χρησιμοποιούνταν από του ανθρώπους για αρωματισμό των μπάνιων και των νερών καλλωπισμού τους. Το αιθέριο έλαιο που λαμβάνεται από τους ανθοφόρους βλαστούς χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία, τη σαπωνοποιία και την κοσμετολογία.

γ) χαμομήλι (matricariachamomila): το αιθέριο έλαιο του χρησιμοποιείται ευρύτατα στην αρωματοποιία, στη σαπωνοποιία και σε διάφορα προϊόντα ομορφιάς.

Θεραπευτικά φυτά:

Η χρήση των βοτάνων με θεραπευτικό σκοπό κατέχει σημαντική θέση στη φαρμακολογία (Ζαχαρόπουλος, 1997). Αποτελεί και σήμερα σημαντικό πεδίο μελέτης της Φαρμακευτικής (τομέας φαρμακογνωσίας) καθώς η γνώση των ιδιοτήτων τους είναι πολύ χρήσιμη σε θεραπευτικά. Οι μαθητές μας ασχολήθηκαν κυρίως με βότανα όπως:

-η ρίγανη (origanum): το όνομά της προέρχεται από τις λέξεις “όρος” και “γάνος” (λαμπρότητα) σημαίνει το φυτό που λαμπρύνει το βουνό. Χρησιμοποιείται ως τονωτικό, διουρητικό, για την ψωρίαση, την τερηδόνα, τους κολικούς, κατά του άσθματος, κ.α. (Μπαζαίος, 2004).

-Η φασκομηλιά (salvia): οι ξένοι την ονομάζουν το “τσάι της Ελλάδας” θεωρείται φυτό τονωτικό, αντισηπτικό, στυπτικό, στομαχικό, καταπραϊντικό και πολύ αποτελεσματικό κατά της ακμής και των τσιμπημάτων (Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης, 2009).

-Ο δυόσμος (mentha spicata): δρα κατά της υπέρτασης, των ρευματικών παθήσεων, των ρευματισμών και του πονοκέφαλου. τα φρέσκα φύλλα ανακουφίζουν τους πόνους των ρευματισμών αν τριφτούν πάνω στις κλειδώσεις που πονούν. Οι αρχαίοι Έλληνες έτριβαν το τραπέζι τους με δυόσμο, πριν καθίσουν να φάνε (Μπάουμαν, 1984).

Η λουίζα (lippria) ή λεμονόχορτο: κατάγεται από τη Ν. Αμερική όπου τη χρησιμοποιούσαν για πλύσιμο δακτύλων κατά τη διάρκεια συμποσίων και εγκλιματίστηκε πλήρως στην Ελλάδα όπου την καλλιεργούσαν ως αρωματικό- φαρμακευτικό και ως καλλωπιστικό φυτό. Είναι φυτό στομαχικό, τονωτικό, αντιπυρετικό και αντισταμινικό. Ρυθμίζει το μεταβολισμό και βοηθά σε δίαιτες.



Πιο συγκεκριμένα, έμαθαν για τις ευεργετικές τους ιδιότητες, τα φύτεψαν στον σχολικό βοτανικό κήπο και προχώρησαν στην παρασκευή αφεψημάτων από αυτά αξιοποιώντας παράλληλα τις αισθήσεις τους (βιωματική προσέγγιση) προκειμένου να τα ξεχωρίσουν ανάμεσα σε άλλα.

Ακόμη, απέσπασαν από τα φύλλα του φυτού aloe vera, την πηχτή ουσία και την χρησιμοποίησαν για την εργαστηριακή παρασκευή καλλωπιστικής κρέμας.

2. Μεθοδολογία

Στα δύο περιβαλλοντικά προγράμματα που πραγματοποιήθηκαν στο σχολείο μας συμμετείχαν συνολικά 70 μαθητές και μαθήτριες από την Α΄ Λυκείου (αριθμούσαν το καθένα από 35 μαθητές). Από αυτούς οι 31 ήταν αγόρια και οι 39 ήταν κορίτσια.

Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες 3-4 ατόμων στο πλαίσιο της μεθόδου project. Ενθαρρύνθηκε η ενεργός συμμετοχή των μαθητών, η έρευνα, η αναζήτηση, η επεξεργασία, η καταγραφή παρουσίαζαν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους στην ολομέλεια και ακολουθούσε συζήτηση. Συχνά χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές όπως συζήτηση, ο καταγιγισμός ιδεών και μελέτη πεδίου. Επιπλέον, οργανώθηκαν και πραγματοποιήθηκαν πολλές εκπαιδευτικές επισκέψεις εκτός σχολείου σχετικές με το πρόγραμμα.

Παρακάτω παραθέτουμε ορισμένα από τα θέματα που συζήτησαν οι μαθητές και εξηγείται το σκεπτικό που βοήθησε στην από κοινού επιλογή των μεθόδων και τεχνικών που υιοθετήθηκαν.

α. Ομαδοσυνεργατική Μέθοδος

Η ανάπτυξη της συνεργασίας αποτελεί σημαντικό στόχο του σύγχρονου σχολείου και άριστο πλαίσιο μάθησης και ανάπτυξης του ατόμου σε ολοκληρωμένη και αυτόνομη προσωπικότητα.

Από έρευνες προκύπτει ότι ο συνεργατισμός σε σχέση με τον ανταγωνισμό είναι ανώτερη και πολυπλοκότερη κοινωνική σχέση, αλλά και αποτελεσματικότερη σε όλες τις μορφές της μάθησης και ανάπτυξης (Θεοφιλίδης, 1989). Έτσι επιλέξαμε την συγκεκριμένη μέθοδο ώστε να δημιουργηθεί το κατάλληλο πλαίσιο για ένα ευνοϊκό ψυχολογικό κλίμα, που οδηγεί αναπόφευκτα στον περιορισμό του σχολικού άγχους αλλά και του φόβου της αποτυχίας των μαθητών, προσδίδοντάς τους μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση (Κοσσυβάκη, 2006).

β. Μέθοδος project

Η συγκεκριμένη μέθοδος ενδείκνυται για την υλοποίηση Περιβαλλοντικών προγραμμάτων (Παρασκευόπουλος, 1999) που προσβλέπουν σε ένα σχολείο δημοκρατικό, ανοιχτό στην κοινωνία, με τους μαθητές να αναλαμβάνουν τον σχεδιασμό, υλοποίηση και αξιολόγηση σχεδίων δράσης για την επίλυση προβλημάτων. Στο πλαίσιο αυτών των προγραμμάτων χρησιμοποιούνται ενεργητικές και βιωματικές διαδικασίες (Γεωργόπουλος - Τσαλίκη 1993) και επιδιώκεται η διεπιστημονική εξέταση των θεμάτων, η κριτική και ολιστική προσέγγισή τους. Πιο αναλυτικά, καλλιεργείται η αυτενέργεια, η δημιουργικότητα, η ανακαλυπτική μάθηση, η ομαδική εργασία και η κριτική ικανότητα. Έτσι η πρωτοβουλία διαδέχεται την παθητικότητα, η ευθύνη την ανευθυνότητα, το πνεύμα συνεργασίας την ατομικότητα. Οι σχέσεις μέσα στην ομάδα είναι ισότιμες και βασίζονται στη δημοκρατικότητα, στην εμπιστοσύνη και στην κατανόηση.

Στο πρόγραμμα του σχολείου μας συμφωνήθηκε οι μαθητές να ασκηθούν στην αναζήτηση, μελέτη και αξιοποίηση πληροφοριών ώστε να αποκτήσουν γνώσεις μέσα από τα βιώματά τους. Στόχος δεν



ήταν να μάθουν, για παράδειγμα, μόνο πώς φυτεύεται ένα αρωματικό φυτό, αλλά να φυτέψουν και οι ίδιοι ένα. Έτσι, η υλοποίηση του προγράμματος δεν θα περιοριζόταν μόνο στο χώρο της αίθουσας, αλλά οι δραστηριότητες θα μεταφέρονταν και έξω από τους τοίχους του σχολείου. Τέλος, με την εφαρμογή της μεθόδου project, οι μαθητές θα συμμετείχαν στο άνοιγμα του σχολείου στη ζωή, θα βίωναν την αλληλεπίδραση με την κοινωνία. Αυτή η διαδικασία δεν μπορεί παρά να λειτουργεί απελευθερωτικά για το μαθητή και να τον τοποθετεί στην κοινωνία, στην οποία ανήκει οργανικά.

γ. Καταιγισμός Ιδεών

Ο καταιγισμός ιδεών ως τεχνική διδασκαλίας αφορά μια συμμετοχική διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας οι μαθητές ανακαλούν συνειρμικά προϋπάρχουσες αντιλήψεις και προβαίνουν σε ελεύθερη και αυθόρμητη έκφραση ιδεών για ένα θέμα. Εφαρμόζεται συνήθως στο πλαίσιο της ομάδας μιας σχολικής τάξης, στην αρχή της προσέγγισης ενός γνωστικού αντικειμένου, με σκοπό τη δημιουργική διερεύνηση των ποικίλων διαστάσεων ενός θέματος, τη διασαφήνιση μιας ή περισσοτέρων εννοιών ή ενός ορισμού (Βασάλα & Φλογαίτη, 2002). Ο καταιγισμός ιδεών αποτελεί μια εξαιρετικά χρήσιμη διδακτική τεχνική στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την προσέγγιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Το πιο σημαντικό πάντως ήταν ότι ο καταιγισμός ιδεών είναι μια ευχάριστη διδακτική τεχνική, η οποία επιτρέπει στους μαθητές να απελευθερώσουν τη σκέψη τους, να υπερβούν τις αναστολές και να βελτιώσουν τις σχέσεις τους μέσα στην ομάδα αναπτύσσοντας παράλληλα ικανότητες ελεύθερης και δημιουργικής έκφρασης, συνεργασίας, επικοινωνίας και κριτικής σκέψης.

δ. Μελέτη Πεδίου

Η μελέτη πεδίου είναι μια προσχεδιασμένη δραστηριότητα εκτός της σχολικής αίθουσας που εξυπηρετεί διδακτικούς και παιδαγωγικούς σκοπούς. Ως πεδίο μελέτης μπορεί να θεωρηθεί κάθε εξωτερικός χώρος από όπου οι μαθητές μπορούν να αντλήσουν στοιχεία για το ζήτημα που διερευνούν. Στο πρόγραμμά μας επιλέχθηκαν χώροι, όπως ο Βοτανικός κήπος και η περιοχή της Μακρινίτσας ενώ σχεδιάστηκε και η αξιοποίηση του σχολικού προαυλίου για τη δημιουργία κήπου με αρωματικά φυτά.

Στο πεδίο οι μαθητές καλούνταν να δουλέψουν με δομημένα φύλλα εργασίας ή πιο ελεύθερα με σημειωματάρια, ενώ άλλα εργαλεία ήταν η φωτογραφική μηχανή και το μπλοκ σχεδιασμού, με στόχο να ανακαλύψουν ένα άγνωστο σε αυτούς περιβάλλον. Επίσης μπορούσαν να βιντεοσκοπήσουν, να πάρουν δείγματα, να συλλέξουν δεδομένα μετρήσεων, να πειραματιστούν, να συζητήσουν. Το πρόγραμμα μελέτης πεδίου συνεχίστηκε με την επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων και εξαγωγή συμπερασμάτων ενώ ολοκληρώθηκε με συζήτηση και ανατροφοδότηση στην τάξη.

Για την δημιουργία του σχολικού κήπου με βότανα οργανώθηκαν μεγαλύτερες ομάδες μαθητών. Μοιράστηκαν οι αρμοδιότητες κάθε ομάδας και τέλος, όλοι μαζί ετοιμάσαμε ξύλινες ταμπέλες με την επιστημονική και την κοινή ονομασία των φυτών προκειμένου να ανταποκριθούμε και παιδαγωγικά στο σχήμα : Όλο-Μέρη-Όλο με την τελική σύνθεση των επιμέρους δράσεων των ομάδων μας.

Η επιλογή της συγκεκριμένης τεχνικής βασίζεται στο σκεπτικό ότι η χρήση του περιβάλλοντος στην εκπαιδευτική διαδικασία, πέρα από την ευαισθητοποίηση σχετικά με το περιβάλλον, συνδέεται με προσδοκίες για την επίτευξη γενικότερων εκπαιδευτικών στόχων σε επίπεδο μάθησης και απόκτησης δεξιοτήτων, που δεν μπορούν να επιτευχθούν με παραδοσιακές προσεγγίσεις διδασκαλίας και μάθησης μέσα στην τάξη (Παπαδημητρίου, 2002).



3. Αποτελέσματα

Οι μαθητές σε ομάδες διερεύνησαν μέσω βιβλιογραφικής και διαδικτυακής έρευνας σχετικά με τις ευεργετικές ιδιότητες των βοτάνων. Κινήθηκαν δε σε αναζήτηση πληροφοριών στα παρακάτω πεδία:

α) Ιστορική αναδρομή της χρήσης συγκεκριμένων αρωματικών φυτών.

Από την αρχαιότητα έως σήμερα οι φυτικοί οργανισμοί αποτελούν βασική πηγή φαρμακευτικών και θεραπευτικών ουσιών. Ο Θεόφραστος, που θεωρείται πατέρας της βοτανικής, στο έργο του «Περί φυτών αιτίαι», απασχολούν οι σχέσεις των φυτών με το περιβάλλον και ποιους σκοπούς προβάλλει η φύση με τις ενέργειές της, η οποία «ουδέν πράττει επί ματαιίω». Οι μαθητές διερεύνησαν πτυχές της ιστορικής χρήσης των βοτάνων που φύτεψαν στον κήπο. Πιο συγκεκριμένα, διαπίστωσαν ότι η ρίγανη χρησιμοποιούνταν και από τον Ιπποκράτη για τη θεραπεία των πόνων της κοιλιάς και παθήσεων του αναπνευστικού. Η λεβάντα αναφέρεται από τον Διοσκουρίδη στην αρχαιότητα ως βάση για τον «στοιχαδίτη οίνο» και το «στοιχαδικό ξύδι». Η αλόη με καταγωγή από την Αφρική χρησιμοποιήθηκε κυρίως κατά τον Μεσαίωνα όπου το κιτρινωπό υγρό που βρίσκεται μέσα στα φύλλα της, προτιμήθηκε ως καθαρικό. Το χαμομήλι ήταν φυτό γνωστό από την αρχαιότητα και ήταν αφιερωμένο στο θεό Ήλιο. Υπήρχε η αντίληψη ότι βοηθούσε τις εγκύους για μια εύκολη γέννα. Το φασκόμηλο αναφέρει ως «ελελίσφακο» ο Θεόφραστος και ήταν γνωστό για τις ευεργετικές του ιδιότητες. (Επιλογή αποσπασμάτων από εργασίες των μαθητών με κύρια πηγή την Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της φύσης, 2009).

β) Τα βότανα στη λογοτεχνία, την ελληνική λαϊκή παράδοση, τη λαογραφία.

Τα βότανα κατέχουν πρωταρχική θέση τόσο στην ελληνική λαογραφία και παράδοση, όσο και στην ελληνική λογοτεχνία μέσα από έθιμα, τραγούδια, νανουρίσματα, παραμύθια και παροιμίες. Στη λαογραφία οι μαθητές βρήκαν τραγούδια που περιείχαν στίχους με βότανα και πολυάριθμες παροιμίες (Ρηγάτος, 2010). Βρήκαν συνταγές για αφεψήματα και παραδοσιακά φαγητά και προχώρησαν στην παρασκευή αφεψημάτων αφού συνέλλεξαν και αποξήραναν τα αρωματικά φυτά από τον σχολικό κήπο. Στη λογοτεχνία συναντά κανείς τα βότανα τόσο στην ποίηση όσο και στην πεζογραφία.

γ) Η “χρυσή” λίστα με τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας.

Οι μαθητές προχώρησαν στη δημιουργία αφισών και εικαστικών έργων με βάση τα βότανα και τις ευεργετικές τους ιδιότητες, ενώ άλλοι έφτιαξαν ηλεκτρονικούς καταλόγους παρουσίασης των βοτάνων με αλφαβητική σειρά (The Herb Society’s Complete Medicinal Herbal, 1994-2006). Επιπλέον, με χρήση ερωτηματολογίου αποτυπώθηκε η εικόνα των μαθητών και των γονέων τους σχετικά με τη χρησιμότητα και την αξία των βοτάνων.



Πίνακας 1: Ενδεικτικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου των μαθητών

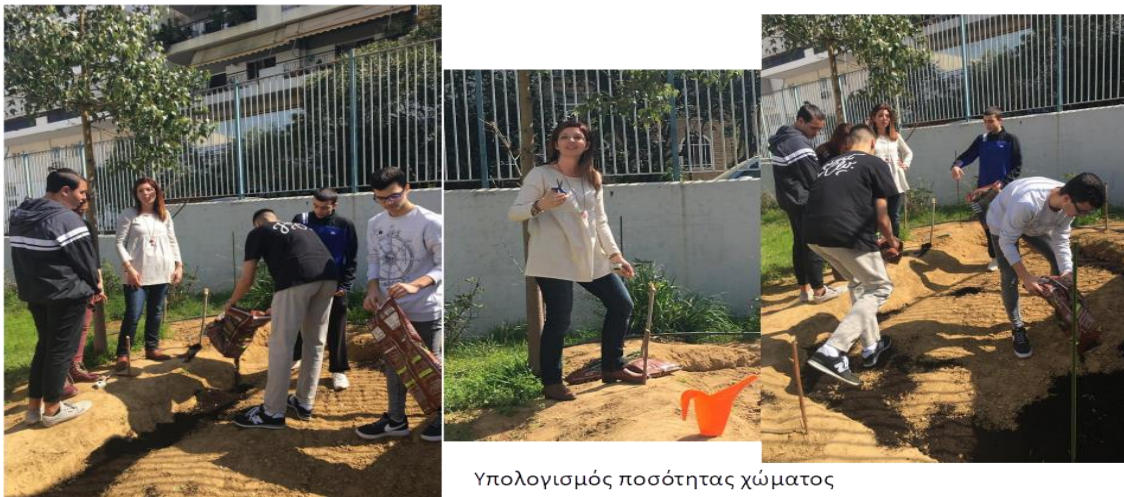
- Τι γνωρίζετε για τα βότανα και τις ιδιότητές τους;
- Χρησιμοποιούνται τα βότανα στην καθημερινή πρακτική στην Ελλάδα;
- Τι γνωρίζετε για τις φαρμακευτικές ιδιότητες των βοτάνων;
- Τι γνωρίζετε για τις χρήσεις των βοτάνων στην κοσμετολογία;
- Ποια βότανα θα επιλέγατε για τον σχολικό κήπο και για ποιους λόγους;
- Ποια βότανα θα επιλέγατε για να παρασκευάσετε ένα προϊόν κοσμετολογίας;
- Ποιες ευεργετικές ιδιότητες θα έχουν τα προϊόντα που θα παρασκευάσουμε;
- Γιατί θα πρέπει να νοιάζομαι για τον σχολικό βοτανικό κήπο;

Προέκυψε από την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων ότι οι περισσότερες οικογένειες γνώριζαν για τις ευεργετικές χρήσεις των βοτάνων και μάλιστα ότι τα χρησιμοποιούσαν στη διατροφή τους, για την παρασκευή αφεψημάτων και ως καλλωπιστικά για τον οικιακό τους κήπο. Κάποιοι μαθητές ξεκίνησαν να φυτεύουν αρωματικά φυτά σε γλάστρες για το σπίτι τους και άλλοι έφτιαξαν ένα φυλλάδιο με συνταγές για αφεψήματα και εδέσματα με βάση τα βότανα.

Για τη δημιουργία του σχολικού κήπου με βότανα κάθε ομάδα του 1ου Περιβαλλοντικού Προγράμματος:

Βρήκε την κατάλληλη τοποθεσία για τη δημιουργία του σχολικού κήπου που να φωτίζεται καλά από τον ήλιο, να διαθέτει πρόσβαση στο αυτόματο ποτιστικό σύστημα του σχολείου μας και να είναι κάπως προστατευμένη. Ξεχορτάρισαν τον κήπο από τα ζιζάνια και φρέσκαραν το χώμα προσθέτοντας σάκους με χώμα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Οριοθετήθηκε η περιοχή του κήπου και στη συνέχεια έγινε το πρώτο σκάψιμο και ο αυλακίες. Ο κήπος περιφράχθηκε και αφού παραλάβαμε τα φυτά που είχαμε επιλέξει τα φύτεψαν οι μαθητές. Τέλος, ορίστηκαν ομάδες φροντίδας και συντήρησής των φυτών από τους ίδιους.

Φωτογραφία 1: Σχολικός Βοτανικός Κήπος



Υπολογισμός ποσότητας χώματος



Καλλιεργήθηκαν στον σχολικό κήπο τριάντα αρωματικά φυτά με κριτήρια την ανθεκτικότητά τους, τη συγγένεια με τη μελέτη και τις εργασίες που είχαν εκπονήσει τα παιδιά, όπως και την ευκολία στην εύρεση των φυτών. Έτσι καλλιεργήθηκαν: αλόη, ρίγανη, βασιλικός, φασκόμηλο, λουίζα, λεβάντα, δυόσμος, αρμπαρόριζα, θυμάρι και μέντα.

Για τη διοργάνωση εργαστηρίων μέσα σε σχολικές αίθουσες οι μαθητές:

Παρασκεύασαν προϊόντα με βάση τα βότανα σε εργαστήρια (workshops) στο σχολείο μας. Χρησιμοποιήθηκαν βότανα από το σχολικό κήπο για να παραχθεί καλλωπιστική κρέμα με βάση την αλόη, αρωματικοί σάκοι με βότανα για την ντουλάπα, και πασχαλινές λαμπάδες με διακόσμηση ποικίλα αποξηραμένα βότανα. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η αλόη ως πρώτη ύλη για παρασκευή καλλωπιστικής κρέμας χεριών. Αρχικά αποσπάστηκε η γέλη από το φυτό της αλόης και στη συνέχεια αρωματίστηκε με αιθέρια έλαια και λεμόνι. Σε άλλο εργαστήριο, οι μαθητές αποξήραναν μελισσόχορτο, ρίγανη, θυμάρι, λεβάντα και δεντρολίβανο, τα κονιοροποίησαν και τα τοποθέτησαν σε υφασμάτινους σάκους για αρωματισμό της ντουλάπας. Επιπλέον, διακόσμησαν πασχαλινές λαμπάδες με αποξηραμένα αρωματικά φυτά.

Φωτογραφία 2: Από τα σχολικά εργαστήρια και την παρασκευή προϊόντων



Οι στόχοι που είχαμε θέσει στο πλαίσιο του προγράμματος επιτεύχθηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό. Επιδιώξαμε οι μαθητές μετά το τέλος του προγράμματος να μπορούν να:

- Εξηγούν την αξία των αρωματικών φυτών και την αξία των θεραπευτικών φυτών,
- Να μπορούν να διακρίνουν ορισμένα βότανα από άλλα, όπως π.χ. τη λουίζα από το μελισσόχορτο ή το φασκόμηλο από τη μέντα, κ.α.
- Να υποστηρίζουν τη χρήση των βοτάνων σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.
- Να υιοθετήσουν θετικές στάσεις σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- Να αναφέρουν και να εξηγούν τη σημασία των 17 στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης οι οποίοι εκφράζουν τις σύγχρονες παγκόσμιες προκλήσεις, σε μια προσπάθεια να ανταποκριθούν αποτελεσματικά όλες οι χώρες στα παγκόσμια προβλήματα. Δόθηκε έμφαση στους 17 στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης και στον τρόπο με τον οποίο διαμορφώθηκαν. Ειδικότερα, τον Σεπτέμβριο του 2015, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών στη Νέα Υόρκη πήρε μια κομβικής σημασίας απόφαση με σκοπό να περιορίσει στον κόσμο τα δεινά της πείνας, της φτώχειας των πολέμων, της κλιματικής αλλαγής και των ανισοτήτων. Οι ηγέτες δεσμεύτηκαν στην υιοθέτηση Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης. Πρόκειται για την υιοθέτηση 17 Στόχων, γνωστοί ως «Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης», οι



οποίοι αφορούν στις σύγχρονες παγκόσμιες προκλήσεις. Η συλλογική μας συνείδηση επιτάσσει την διάχυση και εφαρμογή των στόχων αυτών σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής μας και πολύ περισσότερο στην καλλιέργεια αυτής της κουλτούρας μέσα στο σχολικό περιβάλλον καθώς οι μαθητές είναι οι αυριανοί πολίτες, οι οποίοι πρέπει να εμφορούνται από όραμα και να αναλάβουν δράση για την σωτηρία του πλανήτη. Κατά την υλοποίηση του προγράμματός μας δόθηκε έμφαση στους παρακάτω 4 από τους Στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης:

Πίνακας 2: 17 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, 2015)

1. Μηδενική φτώχεια	2. Μηδενική πείνα	3. Καλή υγεία και ευημερία
4. Ποιοτική Εκπαίδευση	5. Ισότητα των φύλων	6. Καθαρό νερό και αποχέτευση
Φτηνή και καθαρή ενέργεια	Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη	Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές
Λιγότερες ανισότητες	Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες	Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή
Δράση για το κλίμα	Ζωή στο νερό	Ζωή στη στεριά
Ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυροί θεσμοί	Συνεργασία για τους στόχους	

Στόχος 3: Καλή υγεία και ευημερία:

Επιδιώξαμε οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι όλοι οι απλοί άνθρωποι έχουν τα ίδια προβλήματα και έχουν δικαίωμα να νοιάζονται για τη σωτηρία του πλανήτη και να αναγνωρίσουν την αξία των χώρων πρασίνου καθώς και την παγκοσμιότητα του προβλήματος από τον περιορισμό του πρασίνου στον πλανήτη μας. Στο πλαίσιο αυτό, οι μαθητές ενημερώθηκαν για τον πλούτο των ελληνικών βοτάνων και την ευεργετική τους δράση σε ποικίλους τομείς της ζωής. Παράλληλα δοκίμασαν κάποια ροφήματα και κατασκεύασαν προϊόντα που είχαν ως πρώτη ύλη ελληνικά βότανα. Διαπίστωσαν την ανάγκη προστασίας κάποιων βοτάνων και για τις τραγικές συνέπειες της ρύπανσης στα ελληνικά δάση. Σχετικά με την κατασκευή σχολικού κήπου συνειδητοποίησαν πόσο ευεργετική είναι η διαδικασία αυτή στην ενίσχυση της δημιουργικότητας και στην αντίληψη της σημασίας της ύπαρξης πρασίνου σε τοπικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Στόχος 12: Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή:

Επιδιώξαμε οι μαθητές να ενισχύσουν την οικολογική τους συνείδηση, να νοιάζονται για ότι συμβαίνει γύρω τους και να βρουν τρόπους να δείχνουν τη διαφορετική στάση ζωής που ακολουθούν. Οι μαθητές ενημερώθηκαν για την ανάγκη προστασίας κάποιων βοτάνων, για τον ενδεδειγμένο τρόπο συλλογής τους και για την σωστή δοσολογία χρήσης. Επιπρόσθετα συνέλλεξαν οι ίδιοι βότανα και ανέλαβαν την παραγωγή αφεψημάτων τηρώντας τους κανόνες ασφαλείας κατά περίπτωση.

Στόχος 15: Ζωή στη στεριά:

Συζητήθηκε εκτενώς η ανάγκη διατήρησης, αποκατάστασης και βιώσιμης χρήσης των χερσαίων και των εσωτερικών οικοσυστημάτων γλυκού νερού και των υπηρεσιών τους. Η ανάγκη διεύρυνσης της βιώσιμης διαχείρισης όλων των τύπων των δασών και το τέλος της αποψίλωσης, ώστε να



αποκατασταθούν τα υποβαθμισμένα δάση και να αυξηθεί ουσιαστικά η δάσωση και η αναδάσωση παγκοσμίως. Ειδικότερα στο πρόγραμμα υλοποιήθηκαν επισκέψεις σε πνεύμονες πράσινου στο Βοτανικό κήπο και στην Μακρυνίτσα και οι μαθητές ενημερώθηκαν, παρατήρησαν και απόλαυσαν την ελληνική χλωρίδα και τους τρόπους προστασίας της. Ακολούθως προμηθεύτηκαν φυτά και ασχολήθηκαν με τη δημιουργία σχολικού κήπου. Μάλιστα προμηθεύτηκαν σύστημα αυτόματου ποτίσματος προκειμένου να γίνεται έλλογη χρήση του νερού. Επίσης προβληματίστηκαν σχετικά με τις συνέπειες της εγκατάλειψης των χώρων πράσινου μέσα στο αστικό τοπίο και προέβησαν στις απαραίτητες ενέργειες για την κινητοποίηση του δήμου αναφορικά με την συντήρηση ενός πάρκου της περιοχής.

Στόχος 17: Συνεργασία για τους στόχους:

Οι μαθητές ασκήθηκαν στην παρατήρηση, ανακάλυψη και επεξεργασία στοιχείων εργαζόμενοι σε ομάδες. Επίσης, έγιναν σαφείς οι τρόποι κινητοποίησης των αρμόδιων υπηρεσιών. Όμως ακόμα πιο σημαντικό κρίθηκε να μπορούν παίρνουν θέση συμμετέχοντας στη λύση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει το φυσικό περιβάλλον και να αποκτήσουν ως αυριανοί πολίτες ευαισθησία και οικολογική συνείδηση. Η περιβαλλοντική ομάδα του 22ου ΓΕΛ Αθηνών ανέλαβε την προώθηση περιβαλλοντικών άρθρων σε όλους τους συμμαθητές τους, την συνεργασία με το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ώστε να έρθει εξειδικευμένος σύμβουλος, ο οποίος συνέδραμε στην υλοποίηση και συντήρηση του σχολικού κήπου. Επίσης επιδίωξε την συνεργασία με φαρμακοποιούς που χρησιμοποιούν ως βάση των προϊόντων τους τα ελληνικά βότανα και την ενημέρωση της τοπικής κοινωνία για τις εν λόγω πρωτοβουλίες. Τέλος, στο πλαίσιο του προγράμματος έγιναν και οι εξής δράσεις :

α) Ενημέρωση του σχολείου και της τοπικής κοινωνίας για την αξία των βοτάνων με δημιουργία ενημερωτικής αφίσας με θέμα «τα βότανα και τις ιδιότητές τους», η οποία κολλήθηκε σε ενδεδειγμένους χώρους. β) Ημερίδα για την παρουσίαση στο σχολείο των εργασιών των μαθητών μας με την συμμετοχή του Υπευθύνου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της Δ.Δ.Ε. Α΄ Αθήνας. γ) Παρουσίαση των Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων του σχολείου μας σε συναδέλφους της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από τον Υπεύθυνο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της Δ.Δ.Ε. Α΄ Αθήνας και τις συμμετέχουσες εκπαιδευτικούς, στα πλαίσια διήμερου σεμιναρίου του ΚΠΕ Μακρυνίτσας με θέμα τα βότανα, στο ΕΠΑΛ Αναβρύτων (11 & 12-5-2018). δ) Συμμετοχή των συγγραφέων της παρούσας εργασίας με εισήγηση, στην Επιμορφωτική συνάντηση εκπαιδευτικών : «Καλές πρακτικές στη διδασκαλία μαθημάτων Φυσικών Επιστημών» που διοργανώθηκε από τους Σ.Ε.Ε. ΠΕ04 του 1ου Π.Ε.Κ.Ε.Σ. Αττικής στο ΕΚΦΕ Αμπελοκήπων στις 21-5-2019.

4.Συμπεράσματα

Προγράμματα τέτοιας υφής έχουν πολλά να προσφέρουν καθώς καλλιεργούν την περιβαλλοντική συνείδηση των μαθητών σε συνδυασμό με την συνεργατικότητα και την συλλογική συνείδηση. Σημαντική διάσταση στην επίτευξη των στόχων που υλοποιήθηκαν αποτέλεσε η βιωματική προσέγγιση, η υλοποίηση ενδιαφερόντων δράσεων εντός και εκτός σχολείου, όπως η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση της τοπικής κοινωνίας με φυλλάδια και παρεμβάσεις. Ωστόσο, μια ακόμη διάσταση που θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη στο μέλλον είναι η ανάπτυξη μιας επιχειρηματικότητας ευαίσθητης στην βιώσιμη ανάπτυξη, η οποία απαιτεί συντονισμένη συνεργασία πολλών φορέων. Ολοκληρώνοντας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα περιβαλλοντικά προγράμματα που εκπονήθηκαν στο σχολείο μας αποτέλεσαν μια δράση ιδιαίτερα ωφέλιμη και



εποικοδομητική τόσο για τους μαθητές, όσο και για τους υπεύθυνους εκπαιδευτικούς και υπήρξε η αφετηρία για προγραμματισμό και άλλων περιβαλλοντικών προγραμμάτων τα προσεχή έτη.

5. Βιβλιογραφία

- Αλιμπέρτης, Α. (2006). Θεραπευτικά, αρωματικά και εδώδιμα φυτά της Κρήτης. Mystis, Ηράκλειο.
- Βασάλα, Π., κ.ά., (2002). Πρακτικά 1ου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2002.
- Βογιατζή – Καμβούκου, Ε. (2004). Επιλογή Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών. Σύγχρονη Παιδεία.
- Γιαννοπολίτης, Κ. (2003). Οδηγός Αναγνώρισης των Ζιζανίων της Ελλάδας (Μέρος 1). Αγροτύπος Α.Ε. Αθήνα.
- Δημητροπούλου Β., κ.ά. (2009), Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης. Φυτά. Γιατρεία- χαρά του νου και του κορμιού, Αθήνα.
- Δόρδας, Χ. (2012). Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Ζαχαρόπουλος, Ιγν., (1997), Σύγχρονη πλήρης θεραπευτική με τα Βότανα. Εκδ. Ψύχαλος, Αθήνα.
- Θεοφιλίδης, Χ., (1989), «Ανταγωνισμός στη σχολική τάξη», Παιδαγωγική και Ψυχολογική Εγκυκλοπαίδεια Λεξικό, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Κοσσυβάκη, Φ. (2006). Κριτική Επικοινωνιακή Διδασκαλία – Κριτική προσέγγιση της Διδακτικής Πράξης. Αθήνα: Gutenberg.
- Κυριακίδης, Αθήνα. Κουτσός, Θ. (2006). Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδ. Ζήτη.
- Μαλούπα, Ε., κ.ά. (2015). Ελληνικά Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Έμβρυο.
- Ματσαγγούρας, Η. (2004), Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση, Εκδ. Γρηγόρης, Αθήνα.
- Παπαδημητρίου, Β. (2002). Η χρήση του περιβάλλοντος στην εκπαιδευτική διαδικασία και οι «πρακτικές θεωρίες» των εκπαιδευτικών στο: Ο εκπαιδευτικός ως ερευνητής (Επ.: Γ. Μπαγάκης), Εκδ. Μεταίχιμο Αθήνα.
- Παρασκευόπουλος, Σ. (1999), Οικολογία-Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Π.Τ.Δ.Ε., Θεσσαλονίκη.
- Ρηγάτος Γ., (2010). Τα βότανα στον πολιτισμό των Ελλήνων. Εκδ. Ascent.
- Σκρουμπής Β. (1998). Αρωματικά Φαρμακευτικά και Μελισσοτροφικά Φυτά της Ελλάδας. Αγροτύπος ΑΕ, Αθήνα.
- Σφήκας, Γ. (1999). Τα Φαρμακευτικά Φυτά της Ελλάδας. Ευσταθιάδης group.
- Φακίνου, Ε. (1994). Αγριολούλουδα και Βότανα. Κέδρος, Αθήνα
- Χαλεπλής Σπ., (Μάιος 2008), Επιστημονικό Βήμα, τ. 9, - Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.
- Mabay, R. (1999). Πλήρης Οδηγός για τα Βότανα. Ψύχαλος, Αθήνα.
- Ody, P. (1994). Πλήρης οδηγός φαρμακευτικών βοτάνων.
- The Herb Society's Complete Medicinal Herbal. Πλήρης οδηγός φαρμακευτικών βοτάνων. Της Εταιρίας Βοτάνων (The Herb Society's). 1994-2006. Εκδόσεις Γιαλλελής.



GENERAL PAPERS



Ανασκόπηση Διδακτικών Παρεμβάσεων Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Τεχνολογίας για μαθητές με νοητική αναπηρία

Γεωργία Ιατράκη, Σπυρίδων-Γεώργιος Σούλης

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Σχολή Επιστημών Αγωγής Π.Τ.Δ.Ε., Εργαστήριο Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής και αξιολόγησης διδακτικών παρεμβάσεων Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Τεχνολογίας για μαθητές με νοητική αναπηρία, με σκοπό την πρόσβασή τους στην γνώση ακαδημαϊκού περιεχομένου. Για τον εντοπισμό και την εξέταση των παρεμβάσεων, πραγματοποιήθηκε συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας πρωτογενών ερευνών, δημοσιευμένων μεταξύ του 2013 και 2018. Εντοπίστηκαν 4 μελέτες σχεδίου έρευνας μεμονωμένης περίπτωσης για τη διδασκαλία και κατανόηση λεξιλογίου Φυσικών Επιστημών, βάσει καθορισμένων κριτηρίων εισδοχής. Πραγματοποιείται συζήτηση, όπου σημειώνεται η συμβολή της ανασκόπησης, αναδεικνύοντας την ανάγκη για συνεχιζόμενη έρευνα στον τομέα της διδακτικής ακαδημαϊκού περιεχομένου Φυσικών Επιστημών για άτομα με αναπηρία.

Λέξεις-κλειδιά: διδασκαλία, κατανόηση, φυσικές επιστήμες (ΦΕ), τεχνολογία, νοητική αναπηρία (ΝΑ)

Review of Science Teaching Interventions using Technology to Students with Intellectual Disability

Georgia Iatraki, Spyridon-Georgios Soulis

University of Ioannina, Department of Primary Education, Special Education Laboratory

Abstract

The present study attempts to record and evaluate Science teaching interventions, using modern Technology, to students with intellectual disability, in order for them to gain access to academic content. To identify and review these interventions, we conducted a systematic review of the primary research literature, published between 2013 and 2018. Four single case research design studies were identified through determined inclusion criteria. The study concludes with a discussion, where the contribution of the review and the restrictions for practice are noticed. The necessity for continuous research in natural science teaching to students with intellectual disability is also emphasized.

Keywords: instruction, comprehension, science, technology, intellectual disability



1. Εισαγωγή

Η βελτίωση της εκπαίδευσης των ατόμων με αναπηρία (IDEA 2004) και η δράση “No child left behind” (NCLB 2001), τονίζουν ότι όλοι οι μαθητές οφείλουν να έχουν ισότιμες ευκαιρίες στη μάθηση και να διατηρούν υψηλά πρότυπα, στο πλαίσιο της πρόσβασης και συμμετοχής στο γενικό πρόγραμμα σπουδών (Jimenez et al. 2014, Andersen & Nash 2016). Η ανάγκη κατανόησης του φυσικού κόσμου από όλους τους μαθητές (Villanueva et al. 2012) -τυπικώς αναπτυσσόμενων και μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (μαθητές με νοητική αναπηρία, στην παρούσα μελέτη)-, η ενίσχυση δεξιοτήτων ανάπτυξης κριτικής σκέψης και λήψης αποφάσεων (Taylor et al. 2018), οδηγεί στην πρόκληση για την αποτελεσματική διδασκαλία ακαδημαϊκού περιεχομένου ΦΕ στο μικροεπίπεδο της τάξης (Allor et al. 2014), με σκοπό την πλήρη ενσωμάτωση όλων των ατόμων στην κοινωνία. Αυτό, μπορεί να πραγματοποιηθεί πρακτικά, μέσω της απόκτησης ακαδημαϊκής γνώσης, της κατάρτισης και εν τέλει της κατάκτησης παραγωγικών θέσεων εργασίας (National Research Council [NRC] 1996).

Ωστόσο, παρά την έμφαση στο *τι να διδαχθεί*, υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία για τον *τρόπο διδασκαλίας* του ακαδημαϊκού περιεχομένου των μαθητών με νοητική αναπηρία (Stavroussi et al. 2010). Η βιβλιογραφία περιορίζεται στις υπάρχουσες παραδοσιακές προσεγγίσεις, όπως εκμάθηση μέσω επαναληπτικών μεθόδων και χρονικής καθυστέρησης (Courtade 2007, Spooner et al. 2011) με τον εκπαιδευτικό ως τη μοναδική πηγή μάθησης, καθιστώντας περιορισμούς στην επίτευξη του ενδιαφέροντος των μαθητών με αναπηρία. Οι δύο κύριοι τομείς στους οποίους πρέπει να επικεντρωθεί ο εκπαιδευτικός για τη διδασκαλία όλων των μαθητών είναι να μειώσει τη γνωστική φόρτιση στην εργαζόμενη μνήμη και να ενθαρρύνει τους μαθητές με αναπηρία να παραμείνουν στο ίδιο έργο (Lemons et al. 2016). Η χρήση της Τεχνολογίας παρέχει κίνητρα και μαθησιακές εμπειρίες που θα μπορούσαν να συμβάλουν στο παραπάνω εγχείρημα (Anderson-Inman & Horney 2007, Ciullo et al. 2015, Fatikhova & Sayfutdiyarova 2017, Mechling 2005, Miller et al. 2013).

Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να αναλύσει τις απαιτήσεις για τη διδασκαλία των μαθητών με νοητική αναπηρία εστιάζοντας στις απαραίτητες δεξιότητες ακαδημαϊκού περιεχομένου για την πρόσβαση και συμμετοχή στη γενική τάξη με κύριο ερευνητικό ερώτημα που διατυπώνεται ως εξής: Ποιες διδακτικές παρεμβάσεις Φυσικών Επιστημών μέσω Τεχνολογίας είναι αποτελεσματικότερες αναφορικά με την αύξηση της κατανόησης επιστημονικού κειμένου από μαθητές με νοητική αναπηρία;

2. Μεθοδολογία

Η παρούσα αθροιστική μελέτη σχεδιάστηκε για να αναγνωρίσει τις Διδακτικές Παρεμβάσεις Φυσικών Επιστημών μέσω Τεχνολογίας και τους παράγοντες που συνεισφέρουν στην αποτελεσματικότητά τους για τους μαθητές με ΝΑ. Ο σκοπός της εστιάζεται στον εντοπισμό, τη σύνθεση και τη δευτερογενή ανάλυση πρωτογενών μελετών με ποσοτικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι Διδακτικές Παρεμβάσεις των ΦΕ δίνουν έμφαση στο λεξιλόγιο και την ανάπτυξη δεξιοτήτων κατανόησης εννοιών με σκοπό την πρόσβαση των μαθητών στο ακαδημαϊκό περιεχόμενο ΦΕ, το οποίο είναι ευθυγραμμισμένο με το γενικό πρόγραμμα σπουδών. Τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα στη διαμόρφωση εκπαιδευτικών προγραμμάτων σπουδών και να αξιολογηθούν στην κατεύθυνση της κατάρτισης των ειδικών παιδαγωγών και των εκπαιδευτικών, δεδομένης της περιορισμένης έρευνας αναφορικά με τη διδασκαλία ακαδημαϊκού περιεχομένου ΦΕ (Mulvey 2016).

Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:



1. Ποιες Διδακτικές Παρεμβάσεις ΦΕ μέσω Τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί για τη διδασκαλία μαθητών με ΝΑ;
2. Ποιοι στόχοι τίθενται σε εφαρμογή κατά τη διδασκαλία ακαδημαϊκού περιεχομένου ΦΕ σε ποιο εκπαιδευτικό πλαίσιο; Προσαρμόζονται στα χαρακτηριστικά των μαθητών;
3. Ποια ήταν η αποτελεσματικότητα των διδακτικών παρεμβάσεων αναφορικά με τους στόχους περιεχομένου ΦΕ και ποιες είναι οι απόψεις και οι εμπειρίες των μαθητών και των εκπαιδευτών τους για τις παρεμβάσεις στη διδασκαλία των ΦΕ;

Διαδικασία αναζήτησης

Οι μελέτες που περιλαμβάνονται σ' αυτή την έρευνα εντοπίστηκαν μέσω αναζήτησης σε άρθρα περιοδικών με κριτές, δημοσιευμένα μεταξύ 2013 και 2018, χρησιμοποιώντας τις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων ERIC, SCOPUS, ScienceDirect, Elsevier, Springer Link και Google Scholar. Πολλαπλές αναζητήσεις διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας συνδυασμούς συναφών όρων στις λέξεις-κλειδιά: διδασκαλία (instruction or intervention or teaching), ΦΕ (science), Τεχνολογία (computer or technology or digital or ICT), νοητική αναπηρία (intellectual disability), στους τίτλους των ερευνών, στην περίληψη και στο πλήρες κείμενο. Για την ολοκλήρωση της ανασκόπησης φυλλομετρήθηκαν επιστημονικά περιοδικά στο χώρο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης (π.χ. Rural Special Education Quarterly), επιπροσθέτως χρησιμοποιήθηκε η τεχνική σάρωσης των αναφορών των επιλεγμένων μελετών με χρήση των ονομάτων των συγγραφέων ως όρων ευρετηριασμού (Bryman 2008).

Κριτήρια επιλεξιμότητας

Μετά την επιλογή των άρθρων, κάθε μελέτη επανεξετάστηκε με βάση τα τελικά κριτήρια εισδοχής και αποκλεισμού, όπως καθορίζονται στο εγχειρίδιο του Conchrane "Handbook for systematic reviews of interventions" (Higgins 2011): α) Το άρθρο πρέπει να είναι δημοσιευμένο σε επιστημονικό περιοδικό στην Αγγλική γλώσσα μεταξύ ετών 2013 και 2018. Το 2013 επελέγη ως έτος κατά το οποίο καθιερώνεται ο όρος νοητική αναπηρία "intellectual disability" καθώς και τα κριτήρια εφαρμογής της από τον Αμερικανικό Οργανισμό Ψυχιατρικής Εταιρείας (APA 2013). β) Τουλάχιστον ένας μαθητής του δείγματος έχει διαγνωστεί με νοητική αναπηρία με ηλικία μεταξύ 12-25 ετών και φοιτά σε εκπαιδευτικές δομές. γ) Η ανεξάρτητη μεταβλητή της μελέτης είναι η χρήση μιας παρέμβασης λεξιλογίου ή κατανόησης επιστημονικού κειμένου μέσω Τεχνολογίας και η εξαρτημένη μεταβλητή της μελέτης αξιολογεί την αναγνωστική κατανόηση ενός μαθητή κατά τη χρήση ενός επιστημονικού κειμένου. δ) Η μελέτη περιέχει μια εκπαιδευτική παρέμβαση μελέτης περίπτωσης με πειραματικό σχέδιο AB (Cohen 2008, Gast & Ledford 2015) στις Φυσικές Επιστήμες, η οποία εστιάζεται σε ακαδημαϊκές δεξιότητες και αναφέρει τα πρωτογενή αποτελέσματα. Μη πειραματικά σχέδια εκπαιδευτικών παρεμβάσεων AB (Cohen 2008) και μη εμπειρικές μελέτες περιπτώσεων (ποιοτικές έρευνες) εξαιρέθηκαν από την ανασκόπηση, όπως επίσης και μελέτες που ενσωμάτωσαν διχοτομικές εξαρτώμενες μεταβλητές, ή που είχαν λιγότερες από τρεις εναλλακτικές επιλογές στον ανιχνευτή πολλαπλών επιλογών-απαντήσεων. Αποκλείστηκαν διπλοεγγραφές που προέκυψαν από την αναζήτηση, πειραματικά σχέδια με ομάδα ελέγχου, προηγούμενες ανασκοπήσεις, πρακτικά συνεδρίων και άρθρα επιστημών υγείας ή κοινωνικών επιστημών. Μετά τη διαδικασία αναγνώρισης, ανίχνευσης, επιλεξιμότητας και συμπερίληψης, ως αποτέλεσμα της διαδικασίας, 4 μελέτες (Enmenova et al. 2017, Knight et al. 2017, McKissick et al. 2018, McMahon et al. 2016) κάλυψαν τα πολλαπλά κριτήρια εισδοχής και συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση.



Κωδικοποίηση

Για την εξαγωγή πληροφοριών από τις μεμονωμένες μελέτες που πληρούσαν τα προαναφερόμενα κριτήρια ένταξης, δημιουργήθηκε ένας οδηγός κωδικοποίησης. Χρησιμοποιήθηκαν προηγούμενες ανασκοπήσεις αναφορικά με το αντικείμενο της έρευνας και ποσοτικοποιήθηκαν με βάση τη λειτουργικοποίηση των μεγεθών και την επιλογή ενδεικτών (Cooper 2010). Συνολικά όλα τα δεδομένα των δημοσιεύσεων και επιμέρους μελετών εξήχθησαν και κωδικοποιήθηκαν, έχοντας λειτουργικοποιήσει τις μεταβλητές, και προστέθηκαν σε φύλλα επεξεργασίας του Excel Microsoft Office.

Τα εξαγόμενα δεδομένα κατατάχθηκαν σε τρεις πηγές: περιγραφή πηγής, μεθόδων και διαδικασιών έρευνας και ουσιαστικά ζητήματα (Lipsey & Wilson, 2001). Τα δεδομένα περιγραφής πηγών περιελάμβαναν ημερομηνία δημοσίευσης, συγγραφική ομάδα, επιστημονικό περιοδικό και είδος δημοσίευσης. Οι ερευνητικές μέθοδοι και οι διαδικασίες περιελάμβαναν τον τύπο σχεδίου έρευνας μεμονωμένης περίπτωσης, τα στοιχεία της παρέμβασης και τα μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν. Στα ουσιαστικά ζητήματα περιλαμβάνονται ο χώρος της παρέμβασης και οι εκπαιδευτές, τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων και η αξιοπιστία της εφαρμογής.

Η περιγραφική ανάλυση δεδομένων περιλαμβάνει λεπτομερείς περιγραφές για (α) τους συμμετέχοντες (αριθμός, ηλικία, φύλο, αναπηρία), (β) τα χαρακτηριστικά τους (ακαδημαϊκά, επικοινωνιακά και συμπεριφορικά) (γ) το χώρο της παρέμβασης και τους εκπαιδευτές, (δ) τις ανεξάρτητες μεταβλητές, (ε) το ακαδημαϊκό περιεχόμενο ΦΕ και τους στόχους, (στ) τις συμπληρωματικές μεθόδους διδασκαλίας, (ζ) το ερευνητικό σχέδιο, (η) την αξιοπιστία και (θ) την κοινωνική εγκυρότητα.

Όσον αφορά στην κωδικοποίησή τους, οι ταυτοποιημένες μελέτες αποτέλεσαν το δείγμα της συστηματικής ανασκόπησης (Cohen 2008) και αναλύθηκαν συλλογικά. Συγκεκριμένα, κατά τη σύνθεσή τους (Scruggs et al. 1987), παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (αριθμός, διάγνωση και ηλικία), τον καθορισμό τόπου πραγματοποίησης της παρέμβασης, το είδος σχεδιασμού της, την περιγραφή του στόχου και τις εξαρτημένες μεταβλητές, την περιγραφή της παρέμβασης (ανεξάρτητη μεταβλητή), συμπεριλαμβανομένου του τύπου/μορφής Τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε και τη διάρκεια της παρέμβασης, τον αριθμό των συνεδριών και τη χρονική διάρκεια και τέλος την επιβεβαίωση του κατά πόσο η μελέτη μετρούσε την αξιοπιστία εσωτερικής εγκυρότητας και την κοινωνική εγκυρότητα.

Μεταναλυτική προσέγγιση

Η ανασκόπηση έχει ως τελικό στόχο, μέσω μιας εναλλακτικής μεθόδου με συνεπείς ερμηνείες, τον υπολογισμό της αποτελεσματικότητας των σχεδίων ενός υποκειμένου, προσεγγίζοντας μεταναλυτικά τις μελέτες. Χρησιμοποιώντας μη παραμετρική προσέγγιση, υπολογίζεται το ποσοστό των μη επικαλυπτόμενων δεδομένων (μέγεθος επίδρασης PND) μεταξύ γραμμής βάσης και παρέμβασης για τον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που χρησιμοποιούνται στις μεμονωμένες μελέτες, όταν παρέχεται ένα αναγνώσιμο γράφημα των 2 φάσεων (Scruggs et al. 1987). Η εκτίμηση PND θεωρείται κατάλληλη για την παρούσα δευτερογενή ανάλυση, καθώς είναι μια ευρεία χρησιμοποιούμενη και εύκολα ερμηνεύσιμη μέθοδος.

Σε κάθε μελέτη υπολογίζεται και καταγράφεται ένα PND για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή της εκπαιδευτικής παρέμβασης και στη συνέχεια καθορίζεται η αποτελεσματικότητά της από το μέσο PND. Χρησιμοποιούνται μόνο τα σημεία δεδομένων στη βασική γραμμή και της φάσης της παρέμβασης όταν δεν περιλαμβάνουν όλες οι μελέτες γενίκευση ή διατήρηση των αποτελεσμάτων. Ένα σημείο των δεδομένων της παρέμβασης θεωρείται ως μη επικαλυπτόμενο όταν βρίσκεται πάνω από το υψηλότερο σημείο αναφοράς. Εξαιρούνται οι μελέτες που εμφανίζονται ακατάλληλες



αναφορικά με τις αρχικές τάσεις, όπως π.χ. αν η βασική τάση δεν σταθεροποιείται πριν από την επέμβαση και αν εξαρχής κατευθύνεται προς την κατεύθυνση του αναμενόμενου αποτελέσματος της παρέμβασης, καθώς στην περίπτωση αυτή η αποτελεσματικότητα κρίνεται αναμενόμενη και προβλέψιμη ήδη από τη φάση της γραμμής βάσης. Με βάση την τιμή του PND η παρέμβαση θεωρείται ως αποτελεσματική, μερικώς αποτελεσματική και αναποτελεσματική.

3. Αποτελέσματα

Με τη συμβολή των προγραμμάτων SPSS for Windows και Microsoft Excel πραγματοποιήθηκε μονομεταβλητή ανάλυση, κωδικοποιώντας τις μεταβλητές σε πρωτόκολλο του Excel και εξάγοντας πίνακες συχνοτήτων και εκατοστιαίων ποσοστών σε κάθε κατηγορία μεταβλητών. Για τις ονομαστικές μεταβλητές ή μεταβλητές διάταξης, χρησιμοποιήθηκαν ραβδογράμματα ή κυκλικά διαγράμματα (πίτες) ενώ στην περίπτωση των μεταβλητών διαστήματος/αναλογίας χρησιμοποιήθηκαν ιστογράμματα. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων χωρίζεται σε τρία μέρη: (α) στην εξαγωγή των δεδομένων και την αφηγηματική περιγραφή των κωδικοποιημένων μεταβλητών των 24 δημοσιεύσεων που συμπεριελήφθησαν στην ανασκόπηση, (β) στη σύνθεση των αποτελεσμάτων τους, και (γ) στη μεταναλυτική προσέγγιση των επιλεγμένων δημοσιεύσεων, με τον υπολογισμό του μεγέθους επίδρασης μη επικαλυπτόμενων δεδομένων PND και τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας των μελετών (Scruggs 1987, Scruggs & Mastropieri, 2001).

Ανάλυση των κωδικοποιημένων μεταβλητών

Η ανάλυση των κωδικοποιημένων μεταβλητών αποτελείται από τα δεδομένα περιγραφής των πηγών (επιστημονικά περιοδικά, έτος δημοσίευσης, συγγραφική ομάδα και είδος δημοσίευσης), από ουσιαστικά ζητήματα (συμμετέχοντες, χώρος παρέμβασης και εκπαιδευτές) και από τον τύπο του ερευνητικού σχεδίου (στοιχεία και μέτρα της παρέμβασης).

Δεδομένα περιγραφής πηγών

Συνολικά, οι 4 δημοσιεύσεις που συμπεριελήφθησαν στην συστηματική ανασκόπηση αποτελούνται από Διδακτικές Παρεμβάσεις Φυσικών Επιστημών μέσω Τεχνολογίας σε μαθητές με ΝΑ κι εφαρμόζουν σχέδιο έρευνας μεμονωμένης περίπτωσης. Τα επιστημονικά περιοδικά στα οποία δημοσιεύτηκαν οι Εκπαιδευτικές Παρεμβάσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών ήταν το “Focus on Autism and Other Developmental Disabilities” με 2 δημοσιεύσεις, το “JRTE” με 1 δημοσίευση και το “Rural Special Education Quarterly” με 1 δημοσίευση. Οι συγγραφικές ομάδες είναι διαφορετικές μεταξύ τους και στις 4 δημοσιεύσεις. Ως προς τα έτη δημοσίευσης, 1 μελέτη δημοσιεύτηκε το 2016, 2 δημοσιεύτηκαν το 2017 και 1 το 2018 αντίστοιχα.

Ουσιαστικά ζητήματα

Τα αποτελέσματα των συμμετεχόντων παρουσιάζονται ως προς τον αριθμό τους ανά δημοσίευση, την αναπηρία, το φύλο, την ηλικία και τη βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία φοιτούν. Μελετήθηκαν, κωδικοποιήθηκαν και καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων μέσω μεταβλητών στο γνωστικό τομέα, τον επικοινωνιακό και το συμπεριφορικό. Πρόσθετα, δημιουργήθηκαν μεταβλητές για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν και τις δεξιότητες που έχουν αναπτύξει.



Οι 4 δημοσιεύσεις περιλαμβάνουν 14 μαθητές με μέτρια ή ελαφρά νοητική αναπηρία (σε 3 μελέτες σημειώνεται ο δείκτης νοημοσύνης με εύρος τιμών 41 έως 71), ηλικίας 13 έως 25 ετών, εκ των οποίων 10 είναι αγόρια και 4 κορίτσια. Ως προς τον αριθμό των συμμετεχόντων ανά δημοσίευση σημειώθηκε ότι οι μελέτες αποτελούνται από 3 έως 4 συμμετέχοντες ανά δημοσίευση. Αναφορικά με τη βαθμίδα εκπαίδευσης οι μαθητές φοιτούν στη δευτεροβάθμια και μεταδευτεροβάθμια εκπαίδευση και μελετώνται οι δεξιότητες ακαδημαϊκού τομέα (αναγνωστικές δεξιότητες, δεξιότητες ΤΠΕ).

Όσον αφορά στον επικοινωνιακό τρόπο απόκρισης των συμμετεχόντων, αυτός διακρίνεται σε λεκτικό ή πολυτροπικό. Πρόσθετα, στις μελέτες αναφέρεται η μέτρηση κοινωνικών δεξιοτήτων των μαθητών, με κατανομή από χαμηλές έως βασικές, πληροφορίες για το συμπεριφορικό τομέα και η χρήση ενισχυτών.

Οι ερευνητές συγκεντρώνουν δεδομένα για την αξιοποίηση του ελεύθερου χρόνου των μαθητών, με σκοπό την αξιοποίησή τους κατά το σχεδιασμό των παρεμβάσεων και των στόχων της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Ως προς το χώρο της παρέμβασης, οι 2 από τις 4 μελέτες διεξήχθησαν σε ειδική τάξη από ειδικούς παιδαγωγούς, 1 σε γενική τάξη από εκπαιδευτικό και 1 στους χώρους του πανεπιστημίου από τον ερευνητή της μελέτης. Σε 2 από τις 4 μελέτες παρασχέθηκε υποστήριξη από ειδικό εκπαιδευτικό προσωπικό.

Τύπος ερευνητικού σχεδίου

Κατά την ανάλυση, μετρήθηκαν τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων των μαθητών με νοητική αναπηρία, παρατηρήθηκαν ομοιότητες βάσει των χαρακτηριστικών τους και καταγράφηκαν διαφορές σε σχέση με τις καθορισμένες μεταβλητές. Οι 4 μελέτες εφάρμοσαν συστηματική διδασκαλία μέσω Τεχνολογίας με πρόσθετες διδακτικές τεχνικές, όπως η τεχνική ανάλυσης έργου και το σύστημα ελαχίστων ενισχύσεων. Οι τύποι Τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ψηφιακό κείμενο, εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας και αλληλεπιδραστικά βίντεο.

Ο οπτικός έλεγχος των ατομικών γραφημάτων των συμμετεχόντων - αριθμού σωστών απαντήσεων των μαθητών σε σχέση με τον αριθμό των μαθημάτων «θεραπείας» - εκπαιδευτικής παρέμβασης - έδειξε λειτουργική σχέση μεταξύ ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής. Συγκεκριμένα, υπήρξε λειτουργική σχέση μεταξύ των παρεμβάσεων μέσω Τεχνολογίας και της αύξησης του αριθμού των ανεξάρτητων σωστών απαντήσεων στους πολλαπλούς ανιχνευτές για τους συμμετέχοντες. Παρόλο που η επίδραση δεν ήταν άμεση, παρατηρήθηκε μια σταθερή ανοδική τάση και βελτιωμένη επίδοση χρονικά. Όσον αφορά τον δείκτη αξιοπιστίας εσωτερικής εγκυρότητας ήταν 100% για όλους τους συμμετέχοντες σε σχέση με τη γραμμή βάσης και τις συνεδρίες διερεύνησης της παρέμβασης. Τέλος, τα αποτελέσματα στην κοινωνική εγκυρότητα έδειξαν ότι όλοι οι συμμετέχοντες φάνηκε να απολαμβάνουν τη συμμετοχή τους στην παρέμβαση με τη χρήση Τεχνολογίας για την εκμάθηση ακαδημαϊκού περιεχομένου ΦΕ.

Καθορισμός Αποτελεσματικότητας Παρεμβάσεων

Κατά τη μεταναλυτική προσέγγιση της δευτερογενούς ανάλυσης υπολογίστηκαν τα επιμέρους μεγέθη επίδρασης PND για όλους τους συμμετέχοντες από τα ατομικά γραφήματα των ανεξάρτητων σωστών απαντήσεών τους ανά αριθμό συναντήσεων και εξήχθησαν τα συνολικά μεγέθη επίδρασης PND για κάθε παρέμβαση. Τρεις από τις μελέτες χαρακτηρίστηκαν ως υψηλής αποτελεσματικότητας (Evmenova et al. 2017, Knight et al. 2017, McMahon et al. 2016) και η τέταρτη ως μέτριας αποτελεσματικότητας. Για τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας της εκάστοτε



παρέμβασης συνεκτιμήθηκαν το επίπεδο και η τάση από τις οπτικές αναλύσεις των ατομικών γραφημάτων των συμμετεχόντων για τις δύο φάσεις της παρέμβασης (γραμμή βάσης και παρέμβαση).

Στις 3 από τις 4 μελέτες συγκεντρώθηκαν δεδομένα για τις μετρήσεις της κοινωνικής εγκυρότητας βάσει ερωτηματολογίων που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες (μαθητές ή/και εκπαιδευτές της παρέμβασης), όπου αναδύθηκε η θετική ανταπόκριση τους ως προς τη διαδικασία της παρέμβασης και την εμπειρία τους.

4. Συμπεράσματα

Η παρούσα ανασκόπηση εστίασε στη διδασκαλία ακαδημαϊκών δεξιοτήτων των μαθητών με νοητική αναπηρία αναφορικά με την κατανόηση κειμένου Φυσικών Επιστημών, επεκτείνοντας τη βιβλιογραφία σχετικά με την κατανόηση του φυσικού κόσμου από τα άτομα με αναπηρία (Andersen & Nash 2016, Jimenez et al. 2014), την συμμετοχή τους σε καθημερινά ζητήματα Επιστήμης και την αύξηση ευκαιριών απασχόλησης στα αντίστοιχα θέματα (Grigal et al. 2011). Επισημαίνεται η συμβολή της Τεχνολογίας ως συμπληρωματικό διδακτικό εφόδιο για την απόκτηση και ενίσχυση των δεξιοτήτων των μαθητών (Lemons 2016), ως τομέας έρευνας με μεγάλες δυνατότητες, καθώς τα άτομα με αναπηρία έχουν δείξει αποτελεσματική απόκτηση δεξιοτήτων μέσω της Τεχνολογίας και σαφείς προτιμήσεις γι' αυτές τις μεθόδους διδασκαλίας (Anderson-Inman & Horney 2007, Ciullo et al. 2015, Fatikhova & Sayfutdiyaraova 2017, Mechling, 2005, Miller et al. 2013). Συμπερασματικά, εγείρονται ζητήματα για το μέλλον όσον αφορά τη διδασκαλία ΦΕ, συμπεριλαμβανομένης της ανάγκης των εκπαιδευτικών για αποτελεσματικές μεθόδους διδασκαλίας των ΦΕ στο πλαίσιο της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης.

5. Βιβλιογραφία

- Allor, J. H., Mathes, P. G., Roberts, J. K., Cheatham, J. P., & Al Otaiba, S. (2014). Is scientifically based reading instruction effective for students with below-average IQs? *Exceptional Children, 80*, 287–306.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Washington, DC: Author.
- Andersen, L., Nash, B. (2016). Making Science Accessible to Students with Significant Cognitive Disabilities, *Journal of Science Education for Students with Disabilities, 19*.
- Anderson-Inman, L., & Horney, M. A. (2007). Supported eText: Assistive technology through text transformations. *Reading Research Quarterly, 42*, 153–160.
- Bryman, Alan. (2008). *Social research methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Ciullo, S., Falcomata, T., Pfannenstiel, K., & Billingsley G. (2015). Improving Learning With Science and Social Studies Text Using Computer-Based Concept Maps for Students With Disabilities. *Behavior Modification, 39*(1), 117-135.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2009). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Courtade, G. R., Spooner, F., & Browder, D. M. (2007). Review of Studies With Students With Significant Cognitive Disabilities Which Link to Science Standards. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities, 32*(1), 43–49.



- *Evmenova, A., Graff, H., & Behrmann, M. (2017). Providing Access to Academic Content for High-School Students With Significant Intellectual Disability Through Interactive Videos. *Focus on Autism and Other Disabilities*, 32(1), 18-30.
- Fatikhova, L., & Sayfutdiyeva, E. (2017). Improvement of Methodology of Teaching Natural Science for Students with Intellectual Disabilities by Means of 3D-Graphics. *European Journal of Contemporary Education*, 6(2).
- Gast, D., & Ledford, J. (2015). *Single case design methodology: Applications in Special Education and Behavioral Sciences*. New York, NY: Routledge.
- Grigal, M., Hart, D., & Migliore, A. (2011). Comparing the Transition Planning, Postsecondary Education, and Employment Outcomes of Students With Intellectual and Other Disabilities. *Career Development for Exceptional Individuals*, 34(1), 4–17.
- Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from <http://handbook.cochrane.org>.
- Individuals With Disabilities Education Improvement Act. (2004). 20 U.S.C. §1400, H.R. 1350.
- Jimenez, B., Lo, Y., & Saunders, A. (2014). The Additive Effects of Scripted Lessons Plus Guided Notes on Science Quiz Scores of Students with Intellectual Disability and Autism. *The Journal of Special Education*, 47(4), 231-244.
- Knight, V., Kuntz, E., & Brown, M. (2018). Paraprofessional-Delivered Video Prompting to Teach Academics to Students with Severe Disabilities in Inclusive Settings. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
- *Knight, V., Creech-Galloway, C., Karl, J., & Collins, B. (2017). Evaluating Supported eText to Teach Science to High School Students With Moderate Intellectual Disability. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 1-10.
- Lemons, C. J., Allor, J. H., Al Otaiba, S., & LeJeune, L. M. (2016). Ten research-based tips for enhancing literacy instruction for students with intellectual disability. *TEACHING Exceptional Children*, 49, 18-30.
- *McKissick, B., Davis, L., Spooner, F., Fischer, L. & Graves, C. (2018). Using Computer-Assisted Instruction to Teach Science Vocabulary to Students With Autism Spectrum Disorder and Intellectual Disability. *Rural Special Education Quarterly*, 1-12.
- *McMahon, D., Cihak D., Wright, R., & Bell, S. (2016). Augmented Reality for Teaching Science Vocabulary to Postsecondary Education Students With Intellectual Disabilities and Autism. *JRTE*, 48, 38–56.
- Mechling, L. (2005). The Effect of Instructor-Created Video Programs to Teach Students with Disabilities: A Literature Review. *Journal of Special Education Technology*, 20(2), 25–36.
- Miller, B., Krockover, G., & Doughty, T. (2013). Using iPads to Teach Inquiry Science to Students With a Moderate to Severe Intellectual Disability: A Pilot Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(8), 887-911.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- No Child Left Behind Act. (2001). Pub. L. No 107-110, 115 Stat. 1425, U.S.C. §§ 6301 (2002).
- Scruggs, T., Mastropieri, M., & Casto, G. (1987). The Quantitative Synthesis of Single-Subject Research: Methodology and Validation. *Rase* 8(2), 24-33.
- Spooner, F., Knight, V., Browder, D., Jimenez, B., & DiBiase, W. (2011). Evaluating Evidence-Based Practice in Teaching Science Content to Students With Severe Developmental Disabilities. *Research & Practice for Persons with Severe Disabilities*, 36, 62-75.
- Stavroussi, P., Papalexopoulos, P., & Vavougiou, D. (2010). Science Education and Students with Intellectual Disability: Teaching Approaches and Implications. *Problems of Education in the 21st Century*, 19.



Taylor, J., Murillo, A., Tseng, C., Therrien, W., & Hand, B. (2018). Using Argument-Based Science Inquiry to Improve Science Achievement for Students with Disabilities in Inclusive Classrooms, *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 21.

Villanueva, M., Taylor, J., Therrien, W., & Hand, B. (2012). Science Education for students with special needs. *Studies in Special Education*, 48(2), 187-215.



Εννοιολογική προσέγγιση του Μηχανικού Σχεδιασμού για δραστηριότητες STEAM στο Νηπιαγωγείο

Μιχάλης Ιωάννου, Θαρρενός Μπράτισης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η εκπαίδευση STEAM αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο έρευνας. Ιδιαίτερα η Μηχανική είναι ένας τομέας που παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον στο Νηπιαγωγείο. Φαίνεται να μπορεί να υλοποιηθεί, κυρίως, μέσω του Μηχανικού Σχεδιασμού. Εισάγοντας την Μηχανική στις μικρές ηλικίες δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά να αναπτύξουν γνώσεις και δεξιότητες και σε άλλους επιστημονικούς κλάδους όπως οι Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι διάφορες προσεγγίσεις Μηχανικού Σχεδιασμού που προτείνονται για την εκπαίδευση και προτείνεται ένας νέος κατάλληλος για το Νηπιαγωγείο.

Λέξεις κλειδιά: STEAM, Μηχανική, Μηχανικός Σχεδιασμός, Νηπιαγωγείο, Προσχολική Εκπαίδευση

Conceptual approach of Engineering Design Process for STEAM activities in Kindergarten

Michalis Ioannou, Bratitsis Tharrenos

University of Western Macedonia

Abstract

In recent years STEAM education has become an important field of research. Engineering is a field that lately attracts more attention in Early Childhood Education and Kindergarten. It seems that it can be realized, mainly, through the Engineering Design Process. The introduction of Engineering in the young ages offers children the opportunity to develop knowledge and skills also in other fields as well, like Science and Mathematics. In this paper the various Engineering Design Processes for education settings are presented and a new suitable EDP for Kindergarten is proposed.

Keywords: STEAM, Engineering, Engineering Design Process, Kindergarten, Early Childhood Education



1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια δίνεται έμφαση στην εκπαίδευση STEAM στις μικρές ηλικίες, ιδιαίτερα στο νηπιαγωγείο, καθώς ένα τέτοιο ποιοτικό πρόγραμμα είναι σημαντικό βήμα για τους μαθητές προκειμένου να αποκτήσουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον στους τομείς αυτούς και να επιλέγουν STEAM μαθήματα αλλά και επαγγέλματα στο μέλλον (NRC 2011).

Ο αρχικός όρος εισήχθη το 1990 ως STEM, ακρωνύμιο των Science (Φυσικές Επιστήμες), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Μηχανική), και Mathematics (Μαθηματικά) (Bybee 2010) ενώ προστέθηκε το Art (Τέχνη), για την ενίσχυση της δημιουργικότητας και της καινοτομίας των μαθητών (Stemtosteam n.d.).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τομέας της Μηχανικής, που αποτελείται τόσο από την γνώση (αναφορικά με τον σχεδιασμό και την δημιουργία προϊόντων) όσο και από την διαδικασία για επίλυση προβλημάτων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται Engineering Design Process (Μηχανικός Σχεδιασμός – ΜΣ) και λειτουργεί κάτω από περιορισμούς (όπως οι νόμοι της φύσης, παράγοντες όπως ο χρόνος, τα διαθέσιμα υλικά κ.α.). Η Μηχανική χρησιμοποιεί έννοιες από τις ΦΕ και τα Μαθηματικά, καθώς και τεχνολογικά εργαλεία (NRC 2009).

Η εκπαίδευση STEAM, εισάγει μέσα από έμφαση στη Μηχανική μια διαδικασία σχεδιασμού, τον ΜΣ στην εκπαίδευση. Δημιουργικές προσεγγίσεις και hands-on δραστηριότητες μέσα από μεθόδους που χρησιμοποιούν οι δημιουργικές τέχνες φαίνεται να ελκύουν ιδιαίτερα το ενδιαφέρον των παιδιών αλλά και των εκπαιδευτικών (ASL n.d.). Παράλληλα, εμφανίζεται το Design Thinking (Σχεδιαστική Σκέψη – ΣΣ) στα πλαίσια της εκπαίδευσης ως μεθοδολογία που διδάσκει στα άτομα νέες στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων (CreateEdu 2013).

Στη παρούσα εργασία επιχειρείται μια παρουσίαση του ΜΣ που χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση STEAM και η ανάπτυξη ενός μοντέλου για την εισαγωγή του ΜΣ στο νηπιαγωγείο. Η εργασία δομείται ως εξής: αρχικά παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο, στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα Μοντέλο Εισαγωγής του ΜΣ στο Νηπιαγωγείο και τέλος, παρατίθενται η συζήτηση και οι βιβλιογραφικές αναφορές.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

Η εισαγωγή της Μηχανικής στις μικρές ηλικίες (από το Νηπιαγωγείο μέχρι τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού) αποτελεί μια πρόκληση. Αυτή η πρόκληση μπορεί να αντιμετωπισθεί με τη σύνδεση της μηχανικής με τη διδασκαλία της Γλώσσας και της Λογοτεχνίας, που είναι κυρίαρχα γνωστικά αντικείμενα σε αυτές τις ηλικίες. Επιπλέον, από τη στιγμή που η Μηχανική χρησιμοποιεί τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες για την επίλυση προβλημάτων, η εστίαση στο περιεχόμενο της Μηχανικής θα ενισχύσει την συμμετοχή των παιδιών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων σε αυτούς τους τομείς (Pantoya et al. 2015).

2.1. Μηχανικός Σχεδιασμός

Όπως οι επιστήμονες, έτσι και οι μηχανικοί παρατηρούν και σκέφτονται σχετικά με τον πραγματικό κόσμο και τι μετράει ως γνώση. Ο ΜΣ προσφέρει ένα πλαίσιο το οποίο μπορεί να υποστηρίξει τους εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία της διερεύνησης και της επιστημονικής τεκμηρίωσης. Βοηθάει στη γεφύρωση ανάμεσα στα όρια της Επιστήμης και της Μηχανικής, μέσα από την κατάρτιση και την



εκπαίδευση στη Μηχανική, και την κλασσική Επιστήμη ως πηγή ιδεών για τη διδασκαλία (Lewis 2006).

Η επίλυση προβλημάτων (problem-solving) που τον χαρακτηρίζει είναι παρόμοια με την διαδικασία της επιστημονικής διερεύνησης. Και οι δύο διαδικασίες εστιάζουν στο πως ένα άτομο γνωρίζει πράγματα, την δύναμη αυτής της γνώσης, και πως αυτή η γνώση συνδέεται με τα στοιχεία. Οι μηχανικοί συνεχώς λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό, τα υλικά, και τη βασική θεωρία καθώς συμμετέχουν στην επίλυση προβλημάτων. Η διατύπωση σωστών ερωτήσεων και η απάντηση τους με τον πλέον συνεκτικό τρόπο βρίσκονται στο επίκεντρο τόσο του ΜΣ όσο και της Διερεύνησης. Για τους μηχανικούς, η κατασκευή πρωτοτύπων ώστε να καταλήξουν σε αποφάσεις συνάδει με τον πειραματισμό ενός επιστήμονα, καθώς και στις δύο περιπτώσεις η αναζητείται η σωστή απάντηση (Rockland et al. 2010).

Οι Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, και η Μηχανική είναι πεδία γνώσεων, διαδικαστικών δεξιοτήτων και τρόπων με τους οποίους αντικρίζουν τον κόσμο. Πιθανότατα το πιο σημαντικό για τη Μηχανική είναι ο ΜΣ, η βασική προσέγγιση της για την επίλυση προβλημάτων. Χρησιμοποιώντας τον ΜΣ, οι μηχανικοί μπορούν να ενσωματώσουν διάφορες δεξιότητες, την αναλυτική και συνθετική σκέψη, την αναλυτική και ολιστική κατανόηση, την σχεδίαση, την διαδικαστική και την δηλωτική γνώση (NRC 2009).

Ο ΜΣ πρώτα από όλα είναι έχει συγκεκριμένο σκοπό, ένας μηχανικός ξεκινάει με έναν σαφή στόχο που είναι κατανοητός. Δεύτερον, τα σχέδια διαμορφώνονται από προδιαγραφές (στόχος του σχεδίου) και περιορισμούς (όρια που μπορεί να έχει ο μηχανικός, όπως κόστος, μέγεθος κ.α.). Επιπλέον, η διαδικασία του ΜΣ είναι συστηματική και επαναληπτική. Επίσης, είναι ένα υψηλά κοινωνικό και συνεργατικό επίτευγμα. Οι μηχανικοί που εμπλέκονται σε δραστηριότητες ΜΣ συχνά δουλεύουν σε ομάδες και επικοινωνούν με πελάτες και άλλους που έχουν μερίδιο ζωτικής σημασίας σε κάποιο έργο (ITEA 2000).

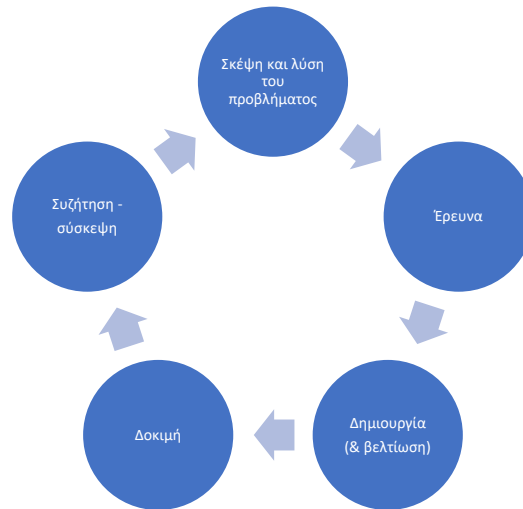
Τα οφέλη των μαθητών από την ενσωμάτωση της Μηχανικής στην εκπαίδευση επιγραμματικά είναι: α) βελτιωμένη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά, β) αυξημένη ευαισθητοποίηση για τη Μηχανική και τη δουλειά των μηχανικών, γ) κατανόηση και ικανότητα για εμπλοκή σε ΜΣ, δ) ενδιαφέρον για την επιλογή της Μηχανικής ως πεδίο καριέρας, και ε) αυξημένος τεχνολογικός γραμματισμός (NRC 2009).

Η κατανόηση και η εφαρμογή του ΜΣ είναι χρήσιμη για τα παιδιά ώστε να διαχειρίζονται της απογοητεύσεις τους και για να συνεχίζουν να εργάζονται σε μια συγκεκριμένη εργασία χωρίς να σταματήσουν. Ο ΜΣ είναι μια κυκλική διαδικασία που χρησιμοποιείται από πραγματικούς μηχανικούς. Τα βήματα-στάδια του περιλαμβάνουν την ταυτοποίηση ενός προβλήματος, την αναζήτηση για ιδέες, την ανάπτυξη, την δοκιμή και την βελτίωση λύσεων, και τον διαμοιρασμό των λύσεων με άλλους. Στην τάξη, η ο ΜΣ δίνει έμφαση στην συνεχιζόμενα αλλαγμένη και τροποποιημένη δουλειά του παιδιού παρά στη σωστή απάντηση. Αυτή η ιδέα της συνεχής δοκιμής και βελτίωσης της δουλειάς του παιδιού βασισμένη στην ανατροφοδότηση και βοήθεια που παρέχεται από τους συμμαθητές του, συμβαδίζει με τις δεξιότητες της επικοινωνίας και της συνεργασίας (Sullivan et al. 2013).

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται ένας ΜΣ σύμφωνα με τις Bagiati & Evangelou (2016) ο οποίος αποτελείται από πέντε στάδια: α) Σκέψη και λύση του προβλήματος, β) έρευνα, γ) δημιουργία (και βελτίωση), δ) δοκιμή, και ε) συζήτηση – σύσκεψη.

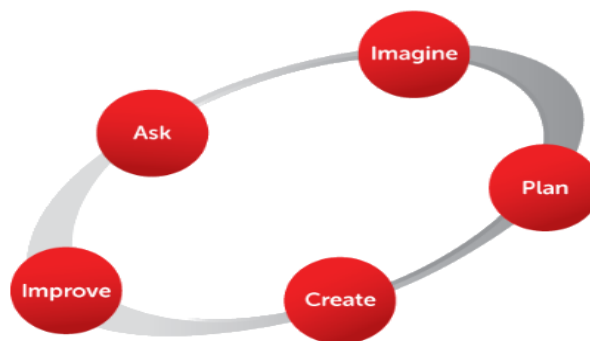


Σχήμα 3. Μηχανικός Σχεδιασμός (Μετάφραση από Bagiati και Evangelou (2016))



Το Μουσείο των Επιστημών της Βοστώνης έχει αναπτύξει έναν ΜΣ πέντε βημάτων για να καθοδηγήσει τους μαθητές, ειδικότερα τα παιδιά μικρών ηλικιών. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται ο ΜΣ, ένας ευέλικτος κύκλος χωρίς συγκεκριμένη αρχή ή τέλος. Ο καθένας μπορεί να ξεκινήσει από οποιαδήποτε στάδιο εκ των: α) ΡΩΤΑ – ASK (παρουσιάζεται ένα πρόβλημα), β) ΦΑΝΤΑΣΟΥ – IMAGINE (καταιγισμός ιδεών – λύσεων), γ) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΕ – PLAN (διάγραμμα και υλικά), δ) ΦΤΙΑΞΕ – CREATE (ακολούθησε το πρόγραμμα ή δοκίμασέ το), και ε) ΒΕΛΤΙΩΣΕ – IMPROVE (αλλαγές και τροποποιήσεις) (EiE 2016).

Σχήμα 4. Μηχανικός Σχεδιασμός (EiE 2016)



Σε μια προσπάθεια εισαγωγής του ΜΣ στο Νηπιαγωγείο, το Μουσείο των Επιστημών της Βοστώνης τροποποίησε την αρχική διαδικασία μειώνοντας τα στάδια σε τρία. Ουσιαστικά συγχωνεύτηκαν τα στάδια ASK και IMAGINE σε ένα, όπως και τα στάδια PLAN και CREATE. Έτσι δημιουργήθηκε ένας προτεινόμενος ΜΣ για το Νηπιαγωγείο με τα εξής βήματα που φαίνονται και στο Σχήμα 3: α) EXPLORE – ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΕ, β) CREATE – ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΕ, και γ) IMPROVE – ΒΕΛΤΙΩΣΕ (EiE 2016).



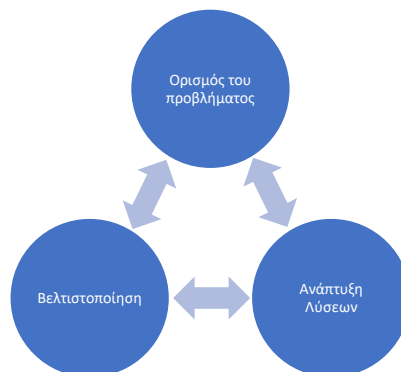
Σχήμα 5. Μηχανικός Σχεδιασμός για μικρές ηλικίες (EiE 2016)



Στο Σχήμα 4 φαίνεται ο ΜΣ που προτείνεται για τις μικρές ηλικίες, από το Νηπιαγωγείο μέχρι και τη Β Δημοτικού (K-2) στην Αμερική. Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με προβληματικές καταστάσεις που χρειάζονται επίλυση. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορα εργαλεία ή αναπαραστάσεις προκειμένου να αναπτύξουν διάφορες πιθανές λύσεις. Οι μαθητές δεν είναι απαραίτητο να αναπτύξουν πρωτότυπες λύσεις καθώς δίνεται κυρίως έμφαση στην ανάπτυξη της σκέψης (προσδιορισμός των αναγκών και των στόχων) προκειμένου να είναι σε θέση να επιλέγουν ποια λύση ανταποκρίνεται στα κριτήρια που έχουν τεθεί κάθε φορά (NGSS 2013).

Τέλος, ο ΜΣ σύμφωνα με το Massachusetts Department of Education (2006) ακολουθεί τα εξής βήματα: α) Προσδιορισμός της ανάγκης ή του προβλήματος, β) Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος (εξέταση της προκείμενης κατάστασης του προβλήματος και λύσεις, εξερεύνηση άλλων επιλογών μέσω Internet, βιβλιοθήκης, συνεντεύξεων κ.α.), γ) Ανάπτυξη πιθανών λύσεων (Καταιγισμός ιδεών για πιθανές λύσεις, σχέδιο για τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες, διατύπωση-ανάλυση των πιθανών λύσεων σε δύο και τρεις διαστάσεις, επανεξέταση των πιθανών λύσεων), δ) Επιλογή των καλύτερων κατάλληλων λύσεων (απόφαση για το ποια λύση ταιριάζει καλύτερα στην πραγματική ανάγκη ή λύνει το αληθινό πρόβλημα), ε) Κατασκευή πρωτοτύπου (μοντελοποίηση των επιλεγμένων λύσεων σε δύο και τρεις διαστάσεις), στ) Δοκιμή και αξιολόγηση των λύσεων (εξέταση αν δουλεύει κάποια λύση, αν πληροί τους περιορισμούς του αρχικού σχεδιασμού), ζ) Επικοινωνία-διάδοση των λύσεων (δημιουργία μηχανικής παρουσίασης που περιλαμβάνει συζήτηση για το πώς οι λύσεις ταιριάζουν καλύτερα στη συγκεκριμένη ανάγκη ή πρόβλημα, συζήτηση για τις κοινωνικές επιπτώσεις και ανταλλαγή των λύσεων), και η) Επανασχεδίαση (αναμόρφωση των λύσεων βασισμένη στις πληροφορίες που συλλέχτηκαν κατά την δοκιμή και την παρουσίαση).

Σχήμα 6. Μηχανικός Σχεδιασμός για ηλικίες K-2 (NRC 2011)





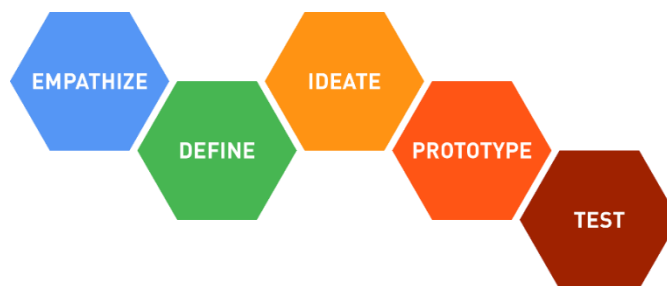
2.2. Άλλες σχεδιαστικές προσεγγίσεις

Η ΣΣ σαν έννοια εμφανίστηκε στα τέλη του 20^{ου} αιώνα και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της βιομηχανίας και των επιχειρήσεων και έχει άμεση σύνδεση με την σχεδίαση και παραγωγή αντικειμένων. Η ΣΣ εμπλέκεται, ωστόσο, σε όλες τις πτυχές του ανθρωπογενούς κόσμου από φυσικά αντικείμενα έως συμβολικά και εννοιολογικά αντικείμενα όπως γλώσσες και μαθηματικές θεωρίες. Γενικότερα, επιδιώκει την αξιοποίηση γνώσεων και πρακτικών προκειμένου να δημιουργούνται λύσεις που ικανοποιούν τις ανάγκες των ανθρώπων. Αυτή η ανθρωποκεντρική προσέγγιση της ΣΣ προάγει την ενσυναίσθηση και φαίνεται να υιοθετείται και σε άλλους τομείς πέρα των επιχειρήσεων, όπως στην εκπαίδευση (Lewis 2006).

Η ΣΣ αποτελεί ένα πρακτικό εργαλείο για την ενσωμάτωση των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα και ενός καινοτόμου τρόπου σκέψης στην τάξη, το σχολείο ή και τον χώρο εργασίας γενικότερα. Προωθεί την άμεση σύνδεση μεταξύ του περιεχομένου μάθησης στην τάξη και τις απαιτήσεις της ζωής στον κόσμο έξω από το σχολείο. Μέσα από αυτή την διαδικασία τα παιδιά εμπνέονται και αποκτούν ενεργό ρόλο στην δική τους μάθηση. Η σχεδιαστική σκέψη είναι μια μεθοδολογία που διδάσκει στους μαθητές νέες στρατηγικές για την επίλυση προβλημάτων. Αυτή η διαδικασία σχεδιασμού προτρέπει τους μαθητές να συνδυάσουν την ενσυναίσθηση, την εφευρετικότητα και την ορθολογικότητά τους για να ικανοποιήσουν διάφορες ανάγκες και να δημιουργήσουν επιτυχημένες λύσεις μέσα από έναν καινοτόμο τρόπο σκέψης (Plattner 2010).

Στο πανεπιστήμιο του Stanford αναπτύχθηκε ένα μοντέλο 5 σταδίων για τη ΣΣ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5: α) EMPATHIZE – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΣΥΝΑΙΣΘΗΣΗΣ, β) DEFINE – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ, γ) IDEATE – ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΙΔΕΩΝ, δ) PROTOTYPE – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ, και ε) TEST - ΔΟΚΙΜΗ. Τα στάδια μπορούν να υλοποιούνται με τη σειρά αλλά και να επαναληφθούν αν χρειαστεί. Κάθε βήμα βοηθά τους μαθητές να λύσουν προβλήματα χρησιμοποιώντας βασικές δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας, δημιουργικότητας και κριτικής σκέψης (Plattner 2010).

Σχήμα 7. Stanford's d.school Design model



3. Μοντέλο Μηχανικού Σχεδιασμού στο Νηπιαγωγείο

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν διάφορες προσεγγίσεις του ΜΣ και της ΣΣ που προτείνονται για την εκπαίδευση. Φαίνεται πως γίνονται και προσπάθειες εισαγωγής του ΜΣ στο Νηπιαγωγείο όπως η προσέγγιση του μουσείου της Βοστώνης όπου μειώνονται τα στάδια του ΜΣ (από πέντε σε τρία) προκειμένου να είναι πιο εύκολα κατανοητός και εύχρηστος για τα παιδιά μικρής ηλικίας (EiE 2016).

Ωστόσο, παρουσιάζεται η ανάγκη για ένα στάδιο όπου τα παιδιά στις μικρές ηλικίες θα έχουν την ευκαιρία να αναλύσουν, να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα και να εξάγουν συμπεράσματα σύμφωνα με αυτά. Τόσο στον ΜΣ για παιδιά μικρής ηλικίας από τη Βοστώνη όσο και σε αυτόν που



προτείνεται στην Αμερική (ΕιΕ 2016, NGSS 2013) απουσιάζει το στάδιο των συμπερασμάτων – αποτελεσμάτων ως αυτούσιο.

Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα κοινά σημεία αλλά και οι διαφορές του ΜΣ, της ΣΣ, και του προτεινόμενου ΜΣ για το Νηπιαγωγείο (ΜΣΝ).

Πίνακας 18. Μηχανικός Σχεδιασμός, ΣΣ και ΜΣΝ

Μηχανικός Σχεδιασμός	Σχεδιαστική Σκέψη	ΜΣ στο Νηπιαγωγείο
ASK	EMPATHIZE	
IMAGINE	DEFINE	ΠΡΟΒΛΗΜΑ
PLAN	IDEATE	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ
CREATE	PROTOTYPE	
IMPROVE	TEST	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ – ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Έτσι, αξιοποιώντας τόσο τον ΜΣ που φαίνεται στο Σχήμα 2 όσο και το μοντέλο του Stanford για τη ΣΣ, προτείνεται ο ΜΣΝ που θα περιλαμβάνει τέσσερα στάδια όπως φαίνεται στο Σχήμα 6: α) Πρόβλημα, η αρχική προβληματική κατάσταση προς επίλυση, β) Διερεύνηση (πιθανές λύσεις), όπου γίνεται συζήτηση για πιθανές λύσεις και ιδέες, γ) Υλοποίηση – Δοκιμή, όπου οι ιδέες και οι λύσεις δοκιμάζονται, και δ) Συμπεράσματα – Αποτελέσματα, όπου γίνεται αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και επικοινωνία των συμπερασμάτων.

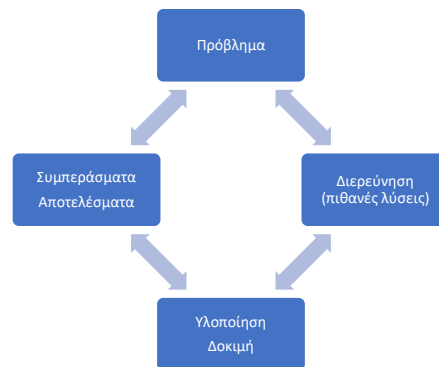
Ο ΜΣΝ μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων STEAM στο Νηπιαγωγείο καθώς και άλλων γνωστικών περιοχών. Προτείνεται η αξιοποίηση του ΜΣΝ σε δύο διαφορετικά επίπεδα. Σε πρώτο επίπεδο ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει την συγκεκριμένη διαδικασία προκειμένου να σχεδιάσει ο ίδιος δραστηριότητες ακολουθώντας τα 4 βήματα της διαδικασίας. Με αυτό τον τρόπο αρχικά θα προσδιορίσει το γενικότερο πλαίσιο μια δραστηριότητας (ΠΡΟΒΛΗΜΑ). Στη συνέχεια θα διερευνήσει την υπάρχουσα κατάσταση, τις πιθανές ιδέες των παιδιών, τη βιβλιογραφία και θα αναπτύξει ιδέες για το πρόβλημα (ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ). Σε επόμενο στάδιο έχει τη δυνατότητα να επιλέξει πιθανές λύσεις του προβλήματος και να τις δοκιμάσει (ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ-ΔΟΚΙΜΗ). Τέλος, να αξιολογήσει τα αποτελέσματα και να εξάγει συμπεράσματα (ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ)

Με παρόμοιο τρόπο σε δεύτερο επίπεδο, η προτεινόμενη προσέγγιση δείχνει τα βήματα που καλούνται να ακολουθήσουν τα παιδιά σε μία δραστηριότητα αναπτύσσοντας τη ΣΣ και τον τρόπο σκέψης του μηχανικού επιλύοντας προβλήματα. Όταν τα παιδιά έρχονται αντιμέτωπα με μια προβληματική κατάσταση, προσπαθούν να την αναγνωρίσουν και να την προσδιορίσουν (ΠΡΟΒΛΗΜΑ). Στη συνέχεια, μέσα από συζήτηση προσπαθούν να βρουν τις πιθανές λύσεις του προβλήματος (ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ). Έπειτα, καλούνται να υλοποιήσουν της λύσεις που προτείνουν και να τις δοκιμάσουν (ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ-ΔΟΚΙΜΗ). Τέλος, ένα πολύ σημαντικό στάδιο σε αυτές της ηλικίες είναι η αξιοποίηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, καθώς και η εξαγωγή συμπερασμάτων (ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ). Σημαντικό είναι ότι δεν ολοκληρώνεται πάντα στο στάδιο των Συμπερασμάτων – Αποτελεσμάτων καθώς μπορεί μέσα από αυτό το στάδιο να προκύψει κάποιο νέο πρόβλημα και να ξεκινήσει η διαδικασία από την αρχή.



Τέλος, η εισαγωγή των παιδιών στην προτεινόμενη διαδικασία σχεδιασμού μπορεί να είναι σταδιακή. Για παράδειγμα, όταν έρχονται σε πρώτη επαφή με επίλυση προβλημάτων η διαδικασία μπορεί να περιλαμβάνει μόνο τα στάδια του ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ και της ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ. Κάθε φορά θα μπορεί να προστίθεται και ένα νέο στάδιο προκειμένου να ολοκληρωθεί ο Σχεδιασμός που προτείνεται.

Σχήμα 8. Ο προτεινόμενος ΜΣΝ



4. Συζήτηση

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει διαφορετικές προσεγγίσεις του ΜΣ που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση. Στόχος της ήταν μια αρχική διερεύνηση στις διαδικασίες Σχεδιασμού στο Νηπιαγωγείο και στις μικρές ηλικίες μέσα από την μελέτη των ήδη υπάρχοντων πρακτικών, του ΜΣ και της ΣΣ.

Αξιοποιώντας την υπάρχουσα κατάσταση, δημιουργήθηκε ο ΜΣΝ. Η διαδικασία αυτή διαφέρει από τις ήδη υπάρχουσες ως προς το ξεχωριστό στάδιο που δίνει την ευκαιρία να αναλυθούν και να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα και να εξαχθούν τα συμπεράσματα στο τελικό βήμα του. Το στάδιο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις μικρές ηλικίες καθώς μέσα από αυτό μπορούν να προκύψουν νέα προβλήματα και κίνητρα για μάθηση και ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών στις δραστηριότητες.

Για την εισαγωγή της Μηχανικής στο νηπιαγωγείο είναι σημαντικό να υπάρχει ένας σαφής και απλός ΜΣ που να επιτρέπει τόσο στα παιδιά όσο και στους εκπαιδευτικούς να τον αξιοποιήσουν μέσα στην τάξη. Ο ΜΣΝ δεν αποτελεί τον μόνο τρόπο εισαγωγής των παιδιών σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων. Επιχειρεί, όμως, να γίνει η αφορμή για συζήτηση και μια πρώτη πρόταση για την εισαγωγή του ΜΣ στο ελληνικό Νηπιαγωγείο.

Μέσα από τον ΜΣΝ επιδιώκεται η ανάπτυξη μιας ρουτίνας-σκέψης για την επίλυση προβλημάτων τόσο από τα παιδιά όσο και από τους εκπαιδευτικούς που ενδέχεται να τον αξιοποιήσουν. Δίνεται ιδιαίτερη βάση στη διερεύνηση των προβλημάτων και των λύσεων καθώς και στην αξιοποίηση των αποτελεσμάτων και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης κατά την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ο ΜΣΝ επιχειρεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο κατά την υλοποίηση διαφόρων διερευνήσεων, που αποτελούν σημαντικό κομμάτι του Προγράμματος Σπουδών του Νηπιαγωγείου (ΥΠΔΒΜΘ 2011).

Τέλος, ο ΜΣΝ πρόκειται να εφαρμοστεί στο άμεσο μέλλον στη σχεδίαση και υλοποίηση δραστηριοτήτων STEAM σε μικρές ηλικίες (Κ-2) προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά του.



5. Βιβλιογραφία

- ASL (the Art of Science Learning) (n.d.). Art, Science, Innovation (<http://www.artofsciencelearning.org/>).
- Bagiati, A. & Evangelou, D. (2016). Practicing Engineering while Building with Blocks: Identifying Engineering Thinking. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(1).
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- CreateEdu (2013). What is Design Thinking? Available at <http://createdu.org/design-thinking/what-is-design-thinking/> (last accessed 20/3/18).
- EiE (2016). *Engineering is Elementary*. Available at <http://www.eie.org> (last accessed 20/10/2017).
- ITEA (2000). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Virginia: ITEA.
- Koh J.H.L., Chai C.S., Wong B., Hong HY. (2015) Design Thinking and Education. In: *Design Thinking for Education*. Springer, Singapore
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255–281.
- Massachusetts Department of Education (2006). *Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework*.
- National Research Council (NRC) (2009). *Engineering in K-12 Education, Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pantoya, M. L., Aguirre-Munoz, Z. & Hunt, E.M. (2015). Developing An Engineering Identity In Early Childhood. *American Journal of Engineering Education*, 6(2), 61-68.
- Plattner, H. (2010). *An introduction to design thinking process guide*. The Institute of Design at Stanford: Stanford.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K12 STEM Education. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Stemtosteam (n.d.). *What is STEAM?*. Available at www.stemtosteam.org (last accessed 20/12/17).
- Sullivan, A., Kazakoff, E. R., & Bers, M. U. (2013). The wheels on the bot go round and round: Robotics curriculum in pre-kindergarten. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, 203–219.
- ΥΠΔΒΜΘ (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών Νηπιαγωγείου 2011*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο



**ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
(POSTER)**



«Από τον Όλυμπο στο πλανητικό σύστημα» Ένα σενάριο για τη διδασκαλία της Αστρονομίας μέσω της Μυθολογίας

Ασημίνα Ανδρίκου, Ιωάννης Τσομπανόπουλος

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Η σύγχρονη συζήτηση για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών προτάσσει τη διεπιστημονικότητα με άλλα γνωστικά αντικείμενα, όπως την Ιστορία, που πραγματεύεται το παρόν διδακτικό σενάριο. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί ένα project τριών φάσεων και αφορά τη διαθεματική προσέγγιση της Αστρονομίας με τη Μυθολογία. Μέσω ποικίλων και εναλλακτικών εκπαιδευτικών πρακτικών, όπως οι Νέες Τεχνολογίες, το Historical Educomics, η μοντελοποίηση και η δραματοποίηση, οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή με την προέλευση των ονομάτων των πλανητών, την κίνηση και τα χαρακτηριστικά τους. Η παρούσα διδακτική πρόταση αποτελεί μια καινοτόμο ιδέα που μπορεί να εφαρμοστεί από μελλοντικούς ή εν ενεργεία εκπαιδευτικούς.

Λέξεις-κλειδιά: Πλανητικό Σύστημα, Μυθολογία, Αστρονομία, Διδακτικό Σενάριο

“From Olympus to our Solar System”

A didactic scenario for the teaching of Astronomy through Mythology

Asimina Andrikou, Ioannis Tsompanopoulos

University of Western Macedonia, Department of Primary Education

Abstract

The modern discussion for the teaching of Science promotes interdisciplinarity with other cognitive subjects (disciplines), such as History. Our teaching scenario is a three-phase project and it concerns the interdisciplinary approach of Astronomy to Mythology. Students will learn the origin of planets' names, their movement and their features through varied and alternative educational practices, such as New Technologies, Historical Educomics, Modeling and Role - Playing. This teaching proposal is an innovative idea that it can be applied by future or active teachers.

Keywords: Solar System, Mythology, Astronomy, Didactic Scenario



1. Εισαγωγή

1.1. Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο: Διδάσκοντας Αστρονομία

Οι σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φ.Ε. στοχεύουν στην οικοδόμηση επιστημονικών γνώσεων, στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης και στην κατανόηση των τρόπων με τους οποίους οικοδομήθηκε η επιστημονική γνώση. Παρόλο που δεν υπάρχει μια επιστημονική μέθοδος και οι ερευνητικές πρακτικές στα διάφορα επιστημονικά πεδία ποικίλουν, εν τούτοις υπάρχουν κάποιες κοινές παράμετροι που στη διδακτική των Φ.Ε. ονομάζονται «επιστημονικές διαδικασίες» και θεωρούνται βασικές συνιστώσες του επιστημονικού γραμματισμού, απαραίτητες όχι μόνο για καριέρα στην επιστήμη, αλλά δεξιότητες ζωής απαραίτητες για όλους τους μαθητές (Χαλκιά 2012).

Οι σύγχρονες προτάσεις για την αναθεώρηση της διδακτικής των Φ.Ε. δίνουν έμφαση στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών που προωθεί τις διαδικασίες διερεύνησης, καθώς και στα διερευνητικά μαθησιακά περιβάλλοντα που ευνοούν την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης. Σύμφωνα με ερευνητικά πορίσματα, προκειμένου να είναι επαρκής η προετοιμασία των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία των Φ.Ε. με εφαρμογή διερευνητικών μεθόδων, αυτή θα πρέπει να εστιάζει σε χαρακτηριστικά, όπως η χρήση των Νέων Τεχνολογιών, η μοντελοποίηση και ο αναστοχασμός (Χαϊτίδου κ.ά. 2015).

Ιδιαίτερα στον τομέα της Αστρονομίας, που αφορά τη συγκεκριμένη εισήγηση, όπως διαπιστώνεται και από άλλες έρευνες (Βοσνιάδου 1994, Samarapungavan et al. 1998), υπάρχουν προβλήματα και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τα ουράνια σώματα και φαινόμενα, όσον αφορά τα μεγέθη και τα σχήματα των πλανητών, τις αποστάσεις μεταξύ τους, τα φαινόμενα της εναλλαγής ημέρας και νύχτας και εποχών του έτους.

1.2. Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις στο Δημοτικό Σχολείο.

1.2.1. Historical Educomic

Η ένταξη των comics στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν αποτελεί σύγχρονο φαινόμενο. Ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1940 (Vassilikoroulou et al. 2007) κι από τότε έχουν αξιοποιηθεί ποικιλοτρόπως κυρίως στη διδασκαλία της λογοτεχνίας και της γλώσσας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Ματσαγγούρας 2001, Gorman 2008).

Όσον αφορά την ένταξη των comics στη Διδακτική της Ιστορίας πρόσφατα παρουσιάστηκε μια νέα εκπαιδευτική πρακτική, το Historical Educomic. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο διδασκαλίας, που προβάλλει τη διδασκαλία της Ιστορίας με τη χρήση της λογοτεχνίας ως εναλλακτική ιστορική πηγή και αφήγηση για το παρελθόν (Ανδρικού 2016). Έτσι, ένα έτοιμο ή κατασκευασμένο από τον εκπαιδευτικό ή τους μαθητές comic εντάσσεται στη διδασκαλία της Ιστορίας ως εργαλείο ή πηγή με σκοπό να κάνει το μάθημα ελκυστικό και ενδιαφέρον στους μαθητές.

Στο διδακτικό μας σενάριο ολόκληρη η διδασκαλία βασίζεται σ' ένα comic που κατασκευάστηκε από εμάς τους ίδιους μέσω του προγράμματος Pixton. Αποτελεί μια φανταστική ιστορία με πρωταγωνιστές τους θεούς και τις θεές του Ολύμπου, οι οποίοι μέσω χιουμοριστικών διαλόγων επιδιώκουν να κρατήσουν αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών και ταυτόχρονα να κατευθύνουν τη διδακτική διαδικασία με ταυτόχρονη επίτευξη των διδακτικών σκοπών και στόχων.



1.2.2. Νέες Τεχνολογίες

Μπορεί η χρήση του διαδικτύου να έχει συνδεθεί κυρίως με τη δυνατότητα πρόσβασης σε ποικιλία πηγών, αλλά υπάρχουν και διδακτικές προσεγγίσεις, που υποστηρίζονται από νοητικά εργαλεία των Νέων Τεχνολογιών, σε μια προσπάθεια να ενθαρρύνονται οι μαθητές να σκεφθούν κριτικά. Με τα εργαλεία Web 2.0, λοιπόν, δίνεται η δυνατότητα να ενσωματωθούν εικόνα, ήχος, κείμενο μέσα στο ίδιο προϊόν, ενώ ταυτόχρονα είναι εφικτή η συνεργατική μάθηση, λόγω της εργασίας όλων των μαθητών πάνω στο ίδιο υλικό (Καζάκη 2016). Εξίσου σημαντική είναι και η δυνατότητα που προσφέρει το Web 2.0 στους εκπαιδευτικούς να εντοπίσουν τυχόν παρανοήσεις των μαθητών τους, κάτι που δεν είναι εύκολο να γίνει με απλές συζητήσεις στην τάξη (Γιακουμάτου 2006).

Στο παρόν διδακτικό σενάριο, χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία του comic το πρόγραμμα Pixton, ένα ψηφιακό διαδικτυακό περιβάλλον που επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργήσει τα δικά του comics. Οι μαθητές, βέβαια, δε σχεδιάστηκε να έρθουν σε επαφή με τη δημιουργία του comic παρά μόνο να το μελετήσουν. Το εργαλείο Web 2.0 που επιλέχθηκε να αξιοποιηθεί από τους μαθητές είναι το Padlet, ένας online ηλεκτρονικός «πίνακας», που παρέχεται δωρεάν και επιτρέπει στους μαθητές να προσθέτουν με εύκολο τρόπο οποιοδήποτε περιεχόμενο, όπως εικόνες, βίντεο, κείμενα, για να ερευνήσουν ένα θέμα από διαφορετικές οπτικές, αναρτώντας πληροφορίες ατομικά ή ανά ομάδα.

1.2.3. Μοντελοποίηση

Ως «επιστημονικό μοντέλο» ορίζεται η αναπαράσταση κάποιας ιδέας, αντικειμένου, γεγονότος, διαδικασίας ή φαινομένου, ενσωματώνοντας ορισμένα χαρακτηριστικά του με σκοπό να δοθούν εξηγήσεις ή να προβλεφθούν κάποια φαινόμενα (Windschitl & Thompson 2006). Η διαδικασία κατασκευής μοντέλων, ονομάζεται μοντελοποίηση και αποτελεί βάση για τον επιστημονικό τρόπο εργασίας στις Φ.Ε. (Hestenes 1993). Φυσικά η μοντελοποίηση ως διαδικασία περιλαμβάνει τόσο το πρακτικό μέρος, δηλαδή την κατασκευή, χρήση, αξιολόγηση και αναθεώρηση του επιστημονικού μοντέλου, όσο και τη μεταγνώση, δηλαδή την κατανόηση της φύσης και του ρόλου του μοντέλου (Schwarz et al. 2009). Πλήθος ερευνών για την εκπαίδευση στις Φ.Ε. αναδεικνύουν τη σημασία της χρήσης των μοντέλων και της διαδικασίας μοντελοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι η ένταξη των μοντέλων συμβάλλει στη γνωστική εξέλιξη των μαθητών (Justi & Van Driel 2005) και στην ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης (Πετρίδου & Ψύλλος 2008).

Πέρα, όμως, από τη χρήση έτοιμων επιστημονικών μοντέλων, προκύπτουν πολλαπλά οφέλη για τους μαθητές μέσα από τη διαδικασία κατασκευής των μοντέλων (Βασιλούδη 2017). Για το λόγο αυτό, στη συγκεκριμένη διδακτική πρόταση, σχεδιάσαμε οι μαθητές να κατασκευάσουν με απλά υλικά ένα μοντέλο του ηλιακού συστήματος, με σκοπό να οπτικοποιήσουν τις ιδέες και τις γνώσεις τους.

1.2.4. Δραματοποίηση

Μια εναλλακτική διδακτική πρακτική με σημαντική επίδραση στη μάθηση είναι η δραματοποίηση, καθώς επιτρέπει στους μαθητές να διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στη διδασκαλία και να μην αποξενώνονται, με αποτέλεσμα η μάθηση να γίνεται ολοένα και πιο ενδιαφέρουσα και οι μαθητές να οδηγούνται σταδιακά στην αυτοπαιδεία (Καβαλιέρου 2006). Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα για βιωματική προσέγγιση του αντικειμένου με τη δημιουργία καταστάσεων και συνθηκών «η βίωση των οποίων οδηγεί στην ανάλυση και διερεύνησή τους» (Χρυσ αφίδης 1994).

Στη συγκεκριμένη διδακτική πρόταση οι μαθητές σχεδιάστηκε να δραματοποιήσουν το πλανητικό σύστημα με σκοπό να κατανοήσουν την περιστροφή των πλανητών γύρω από τον άξονά τους και



την κίνησή τους (περιφορά) γύρω από τον Ήλιο. Πιο συγκεκριμένα, κάποιοι μαθητές θα αναπαράσθουν τους πλανήτες και τον ήλιο, ενώ κάποιοι συμμαθητές τους θα βοηθήσουν τους μαθητές – πλανήτες με την περιφορά γύρω από τον ήλιο. Τέλος, θα υπάρχουν και τρεις μαθητές, που θα παρατηρήσουν την αναπαράσταση του φαινομένου και θα κρατήσουν σημειώσεις.

2. Μεθοδολογία

2.1. Βασικός Σκοπός και Επιδιωκόμενοι Στόχοι

Ο βασικός σκοπός του διδακτικού μας σεναρίου είναι οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με την Αστρονομία (πλανητικό σύστημα) μέσα από τη Μυθολογία οικεία και ευχάριστα αναπτύσσοντας ταυτόχρονα την κριτική τους σκέψη. Επιπλέον, οι μαθητές μας επιδιώκουμε να είναι σε θέση να επεξεργαστούν διαφορετικού είδους πηγές και να τις αποτυπώσουν μέσα από εργαλείο Web 2.0. Επίσης, κρίνεται απαραίτητο να μπορούν να δημιουργήσουν το δικό τους μοντέλο και τη δική τους αναπαράσταση του πλανητικού συστήματος χρησιμοποιώντας τα σώματά τους (ενσώματη μάθηση).

2.2. Τάξη Διεξαγωγής και Προαπαιτούμενες Γνώσεις

Η τάξη που επιλέξαμε είναι η Γ΄ Δημοτικού, καθώς η μυθολογία υπάρχει ως θεματική στο σχολικό εγχειρίδιο της Ιστορίας στη συγκεκριμένη τάξη. Αναλυτικότερα, στο βιβλίο «Από την μυθολογία στην Ιστορία» (Μαϊστρέλλη κ.ά. 2012), οι μαθητές έχουν έρθει σε επαφή αναλυτικά με τους θεούς και τις θεές του Ολύμπου. Επομένως, βασιζόμενοι στη γνώση αυτή, οικοδομούμε τη νέα γνώση, δηλαδή το παρόν διδακτικό σενάριο.

3. Διδακτική Μεθοδολογία

Η παρούσα διδακτική πρόταση αποτελεί μια μαθητοκεντρική προσέγγιση κατά την οποία η διαδικασία μάθησης αποτελεί διερεύνηση και το αποτέλεσμα μια ανακάλυψη (Borich 2004). Έτσι, οι μαθητές σχεδιάστηκε να προσεγγίσουν άμεσα το διδακτικό αντικείμενο κι ο ρόλος του εκπαιδευτικού να είναι περισσότερο επικουρικός, συμβουλευτικός και συντονιστικός. Προτιμήθηκε η εργασία των μαθητών σε μικρότερες ομάδες (ομαδοσυνεργατική διδασκαλία) και επιλέχθηκαν ποικίλες και εναλλακτικές διδακτικές πρακτικές, όπως το Historical Educomics, η χρήση Νέων Τεχνολογιών, η μοντελοποίηση και η δραματοποίηση, που αναλύθηκαν εκτενέστερα στην εισαγωγή του συγκεκριμένου άρθρου.

4. Πλάνο Διδακτικής Πρότασης

Το διδακτικό μας σενάριο αποτελεί ένα project τριών φάσεων. Πιο συγκεκριμένα, στη φάση της εισαγωγής, οι μαθητές χωρισμένοι σε τέσσερις ομάδες και αξιοποιώντας τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους μελετούν το comic που δημιουργήσαμε μέσω του Pixton και αφορά ένα φανταστικό επεισόδιο ανάμεσα στους θεούς του Ολύμπου. Παρουσιάζονται οι θεοί σε στιγμή έντασης και παίρνουν την απόφαση να μείνει ο καθένας μόνος του σε ξεχωριστό μέρος. Ακολουθεί συζήτηση με τους μαθητές για το πού μπορούν να μείνουν οι θεοί και τους κατευθύνουμε στο πλανητικό σύστημα.

Στη φάση της επεξεργασίας της νέας γνώσης, η κάθε ομάδα μαθητών θα αναλάβει την επεξεργασία δύο γραπτών πηγών με θέμα τα χαρακτηριστικά κάθε πλανήτη από το ηλιακό μας σύστημα. Οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν τις «ταυτότητες» των πλανητών που έχουν αναλάβει και να τις αναρτήσουν στο Padlet που έχει δημιουργηθεί για αυτόν τον σκοπό. Επιπλέον, οι μαθητές θα



κληθούν να απαντήσουν γιατί επέλεξε ο κάθε θεός τον συγκεκριμένο πλανήτη με βάση τα διάφορα χαρακτηριστικά του. Τέλος, η κάθε ομάδα καλείται να δημιουργήσει με fimo (υλικό παρόμοιο με πλαστελίνη) τους πλανήτες που έχει αναλάβει με σκοπό να κατασκευαστεί ένα μοντέλο του πλανητικού συστήματος. Στο τέλος, οι μαθητές συζητούν τις ιδέες και τις απορίες του για το πλανητικό σύστημα.

Στη φάση της αξιολόγησης της νέας γνώσης θέτουμε τον εξής προβληματισμό: «Αφού δεν μπορούμε να δούμε τους θεούς, μπορούμε να δούμε τους πλανήτες;» και ακολουθεί συζήτηση με τη μορφή της Ιδεοθύελλας (Brainstorming). Στη συνέχεια, θα μοιραστεί στην κάθε ομάδα μια φωτογραφία ενός τηλεσκοπίου και οι μαθητές θα συζητήσουν σχετικά με αυτό. Τέλος, οι μαθητές καλούνται να αναπαραστήσουν τι θα βλέπανε μέσα από το τηλεσκόπιο, δηλαδή τη θέση και την κίνηση των πλανητών. Στο σημείο αυτό πραγματοποιείται η δραματοποίηση που αναφέρθηκε παραπάνω και ακολουθεί συζήτηση με τα τελικά συμπεράσματα.

3. Επίλογος

Αναμφίβολα, η Ιστορία και οι Φ.Ε. είναι δύο γνωστικά αντικείμενα που διαφέρουν τόσο πολύ μεταξύ τους και αποτελεί πρόκληση οποιαδήποτε προσπάθεια σύζευξής τους. Αυτή ακριβώς η πρόκληση, όμως, είναι που μας έδωσε το έναυσμα να σχεδιάσουμε την παρούσα διδακτική πρόταση, η οποία πέρα από τη διεπιστημονική της προσέγγιση αξιοποιεί ποικίλες σύγχρονες και εναλλακτικές διδακτικές πρακτικές.

Θέλουμε να πιστεύουμε ότι το πόνημά μας θα αποτελέσει, αν μη τι άλλο, ένα βήμα για τον συνδυασμό δύο τόσο ετερόκλητων γνωστικών αντικειμένων και ένα σενάριο που θα βοηθήσει συναδέλφους με όραμα και όρεξη να υλοποιήσουν αυτήν ή παρόμοιου περιεχομένου διδασκαλία όχι μόνο στην Πρωτοβάθμια αλλά και στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

4. Βιβλιογραφία

Ανδρικού, Α. (2016). *Η συμβολή του comic στην ιστορική εκπαίδευση: Διερεύνηση της ανάπτυξης της ιστορικής σκέψης και της ενίσχυσης της φιλαναγνωσίας με διδακτική αξιοποίηση του ιστορικού comic*. Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

Βασιλούδη, Α. (2017). *Εκπαίδευση μελλοντικών δασκάλων σε ανοιχτά διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης: Η εξέλιξη των αντιλήψεών τους για τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση στις Φυσικές Επιστήμες*. Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

Βοσνιάδου, Σ. (1994). Η εννοιολογική αλλαγή στην παιδική ηλικία: Παραδείγματα από τον χώρο της Αστρονομίας. Στο: Β. Κουλαϊδής (επιμ.). *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου*. Αθήνα: Gutenberg.

Γιακουμάτου, Τ. (2006). Διδάσκοντας Ιστορία την εποχή του Διαδικτύου. *Φιλολογική*. 97. 69 – 78.

Καβαλιέρου, Μ. (2006). Η δραματοποίηση ως διδακτική πρακτική και η χρήση της στη διδασκαλία της Ιστορίας. Στο: Γ. Κόκκινος & Ε. Νάκου (επιμ.). *Προσεγγίζοντας την Ιστορική Εκπαίδευση στις αρχές του 20ού αιώνα*. Αθήνα: Μεταίχμιο. 471 – 495.

Καζάκη, Β. (2016). *Ανάπτυξη της ιστορικής σκέψης των μαθητών της Ε΄-Στ΄ Δημοτικού με αξιοποίηση εργαλείων Web2.0: η περίπτωση του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου στη Φλώρινα*. Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Μαϊστρέλλη Σ., Καλύβη Ε. και Μιχαήλ Μ. (2012). *Από την μυθολογία στην ιστορία. Γ΄ Δημοτικού*. ΙΤΥΕ Διόφαντος.



- Ματσαγγούρας, Η. (2001). *Η Σχολική Τάξη: Κειμενοκεντρική προσέγγιση του γραπτού λόγου*. Αθήνα: Γρηγόρης
- Πετρίδου, Ε. & Ψύλλος, Δ. (2008). Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα. *Themes in Science and Technology Education*, 1(3), 255-268.
- Χαϊτίδου, Μ., Σπύρτου, Α. & Καριώτογλου, Π. (2015) Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες: σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού για την επιμόρφωση εκπαιδευτικών. Στο: Χ. Σκουμπούρη & Μ. Σκουμιός (επιμ.), *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*, σελ. 439-451.
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- Χρυσάφιδης, Κ. (1994). *Βιωματική – επικοινωνιακή διδασκαλία*. Αθήνα. Gutenberg
- Borich, G., D. (2004). *Effective Teaching Methods*. 5th ed., Upper Saddle River: Pearson
- Gorman, M. (2008). *Getting graphic! Comics for kids*. Columbus, OH: Linworth.
- Hestenes, D. (1993). *MODELING is the name of the game*. In A presentation at the NSF Modeling Conference (Vol. 8).
- Justi, R., & Van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27(5), 549-573.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1998). *Thinking about the Earth, the Sun and the Moon: Indian Children's Cosmologies*. Cognitive Development.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Vassilikopoulou, M., Boloudakis, M., Retalis, S. (2007). *From digitised comic books to digital hypermedia comic books: Their use in education*. <http://www.comicstripcreator.org/files/papers/DigitalHypermediaComics.pdf> (Ανακτήθηκε: 12/08/2016)
- Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Trancending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understandings of Model – Based Inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-801.



Ανάπτυξη εργαλείου για την αξιολόγηση διδακτικών πρακτικών επιστημολογικού χαρακτήρα για τα Μοντέλα και τη Μοντελοποίηση: Εφαρμογή σε μία μελέτη περίπτωσης στο Δημοτικό Σχολείο

Ελευθερία Δρογγίτη

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναλύθηκαν οι διδακτικές πρακτικές μιας εκπαιδευτικού πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, που προωθούσαν μεταγνωστικά στοιχεία για την ανάπτυξη της ικανότητας Μοντελοποίησης. Ο άξονας ανάλυσης περιλαμβάνει τα επίπεδα και τις κατηγορίες μεταγνωστικών διδακτικών πρακτικών, που προωθούν την επιστημολογική κατανόηση για τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι μεταγνωστικές διδακτικές πρακτικές φαίνεται να προώθησαν το ανώτατο επίπεδο επιστημολογικής γνώσης, με έμφαση στη φύση των μοντέλων.

Λέξεις-κλειδιά: ικανότητα μοντελοποίησης, μεταγνώση, επιστημολογική γνώση, διδακτικές πρακτικές, πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Development of an assessment tool for Metamodeling teaching practices: Implementation in a Case Study in Primary School

Eleftheria Drongiti

University of Western Macedonia

Abstract

In this paper are analyzed the teaching practices of a primary education teacher, which promoted metaknowledge regarding the Modeling Competence. The direction of analysis includes the levels and categories of metacognitive teaching practices that promote metamodeling knowledge of models and modeling. From the results emerged that the metacognitive teaching practices promoted the highest level of metamodeling knowledge, emphasizing the nature of the models.

Keywords: Modelling Competence, Metaknowledge, Metamodeling, Teaching practices, Elementary school



1. Εισαγωγή

Η μοντελοποίηση, η διαδικασία κατασκευής και ανάπτυξης επιστημονικών μοντέλων, διευκολύνει τη μάθηση επιστημονικών εννοιών και την επίγνωση για τη φύση της επιστήμης. Οι Schwarz & White (2005) ορίζουν το επιστημονικό μοντέλο ως ένα σύνολο αναπαραστάσεων, κανόνων και ερμηνευτικών σχημάτων που επιτρέπουν τη πρόβλεψη και την εξήγηση. Οι προσεγγίσεις για τις διδακτικές πρακτικές μοντελοποίησης, στη βιβλιογραφία εντάσσονται σε δύο μεγάλες ομάδες. Υπάρχουν ερευνητές που εστιάζουν στη μάθηση ή/και τη μάθηση της χρήσης ενός μοντέλου, ενώ άλλοι εστιάζουν στις διαδικασίες βελτίωσης, αλλαγής ή/και οικοδόμησης ενός μοντέλου (Ζουπίδης 2012).

Ο όρος «Ικανότητα Μοντελοποίησης» (modeling competence) χαρακτηρίζει ένα σύστημα γνώσεων, που συμπεριλαμβάνει γνωστικές δεξιότητες, συμπεριφορές και μη γνωστικά συστατικά και την ικανότητα κινητοποίησης επιστημολογικών πόρων σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων (Papaevripidou et al. 2014). Στη βιβλιογραφία προτείνεται ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση της Ικανότητας Μοντελοποίησης (Modeling Competence Framework - MCF) (Nicolau & Constantinou 2014) (Εικόνα 1). Με βάση το πλαίσιο αυτό, η Ικανότητα Μοντελοποίησης προκύπτει μέσα από την εμπλοκή σε συγκεκριμένες πρακτικές μοντελοποίησης (π.χ. δημιουργία, χρήση) και διαπλάθεται από τη μεταγνώση για τις πρακτικές αυτές (Papaevripidou et al. 2014, Schwarz et al. 2009).

Ειδικότερα, η μεταγνώση προσεγγίζεται ως η μορφή γνώσης που σχετίζεται με τα μετα-δεδομένα της Ικανότητας Μοντελοποίησης, δηλαδή την επιστημολογική κατανόηση για τη φύση και τον ρόλο των μοντέλων και την ικανότητα για αναστοχασμό στη διαδικασία μοντελοποίησης (Papaevripidou et al. 2014).

Στο πλαίσιο αυτό, η μεταγνώση για μοντέλα και μοντελοποίηση χωρίζεται σε δύο τύπους γνώσεων:

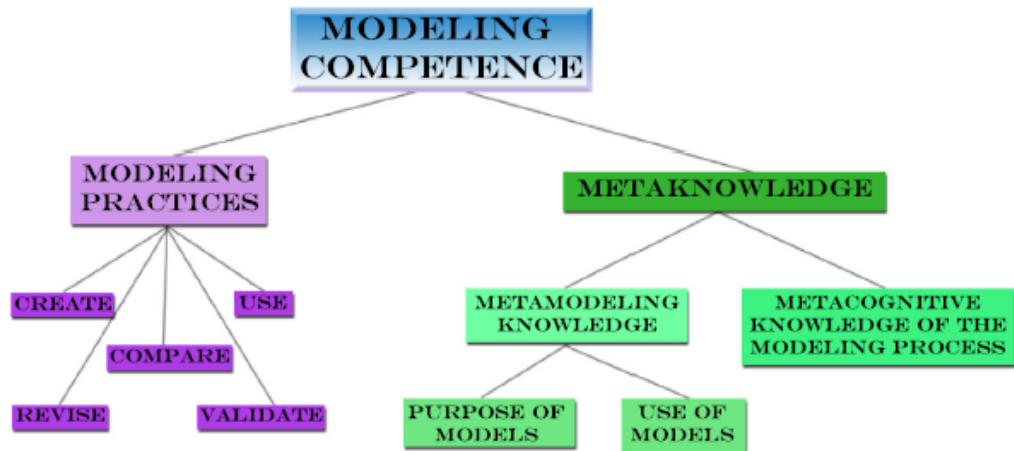
1. Μεταγνώση για τη διαδικασία μοντελοποίησης, αναφερόμενη στην ικανότητα περιγραφής και σκέψης στα πιο σημαντικά στάδια της διαδικασίας μοντελοποίησης (Papaevripidou et al., 2014)
2. Επιστημολογική γνώση για τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση, η οποία αναλύεται περαιτέρω στους τύπους γνώσεων σχετικά με (i) τη φύση των μοντέλων, π.χ. υπάρχουν διαφορετικοί τύποι μοντέλων, τα μοντέλα αναθεωρούνται ώστε να συμβαδίζουν με νέα δεδομένα και (ii) χρήση των μοντέλων, π.χ. χρήση των μοντέλων για την αναλυτική περιγραφή ενός στόχου (Schwarz & White 2005, Schwarz et al. 2009, Nicolau & Constantinou 2014, Papaevripidou et al. 2014).

Στη συγκεκριμένη εργασία αναλύονται οι εκπαιδευτικές πρακτικές που προωθούν την Ικανότητα Μοντελοποίησης, σύμφωνα με το πλαίσιο που προτείνεται από τους Nicolau & Constantinou (2014). Μελετήθηκαν πρακτικές που προωθούν την Ικανότητα Μοντελοποίησης σε μεταγνωστικό επίπεδο και ειδικότερα αυτές που αφορούν την επιστημολογική γνώση για τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση (metamodeling) (Schwarz et al. 2009). Συγκεκριμένα, το ερευνητικό ερώτημα διαμορφώνεται ως εξής:

- Ποιες κατηγορίες και επίπεδα διδακτικών πρακτικών αναγνωρίζονται πρακτικές μίας εκπαιδευτικού πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, στην επιστημολογική κατεύθυνση για την Ικανότητα Μοντελοποίησης;



Εικόνα 1: Το πλαίσιο για την Ικανότητα Μοντελοποίησης



2. Μεθοδολογία

Τα συμπεράσματα των Nicolaou & Constantinou (2014) υπογραμμίζουν την ανάγκη να προταθούν εργαλεία που θα αξιολογούν την Ικανότητα Μοντελοποίησης και τα συστατικά της ολιστικά και με συνοχή, ενταγμένα σε ένα ενιαίο πλαίσιο. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι "η ανάπτυξη ενός σαφέστερου πλαισίου μάθησης βασισμένου στη μοντελοποίηση θα μπορούσε να χρησιμεύσει παραγωγικά ως ένα μέσο για την εξάλειψη αυτού του κατακερματισμένου χάσματος πολυμορφίας που προκύπτει από τον τρόπο με τον οποίο οι αναθεωρημένες μελέτες παρορμιάζουν και αξιολογούν την Ικανότητα Μοντελοποίησης" (Nicolaou & Constantinou 2014, σελ. 72).

Για τη συγκεκριμένη μελέτη αποφασίστηκε η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών πρακτικών που προωθούν την Ικανότητα Μοντελοποίησης να ακολουθήσει το πλαίσιο που προτείνουν οι Nicolaou & Constantinou (2014). Το Πλαίσιο Ικανότητας Μοντελοποίησης (Paraeniridou et al., 2014) εξετάστηκε υπό το ευρύ φάσμα της μεταγνώσης. Το πλαίσιο των Paraeniridou et al., (2014) τροποποιήθηκε, ώστε τα επιμέρους συστατικά της Ικανότητας Μοντελοποίησης να ενταχθούν στο φάσμα της μεταγνώσης (Εικόνα 2) και έτσι να εναρμονιστούν καλύτερα με τη φύση των δεδομένων της συγκεκριμένης έρευνας.

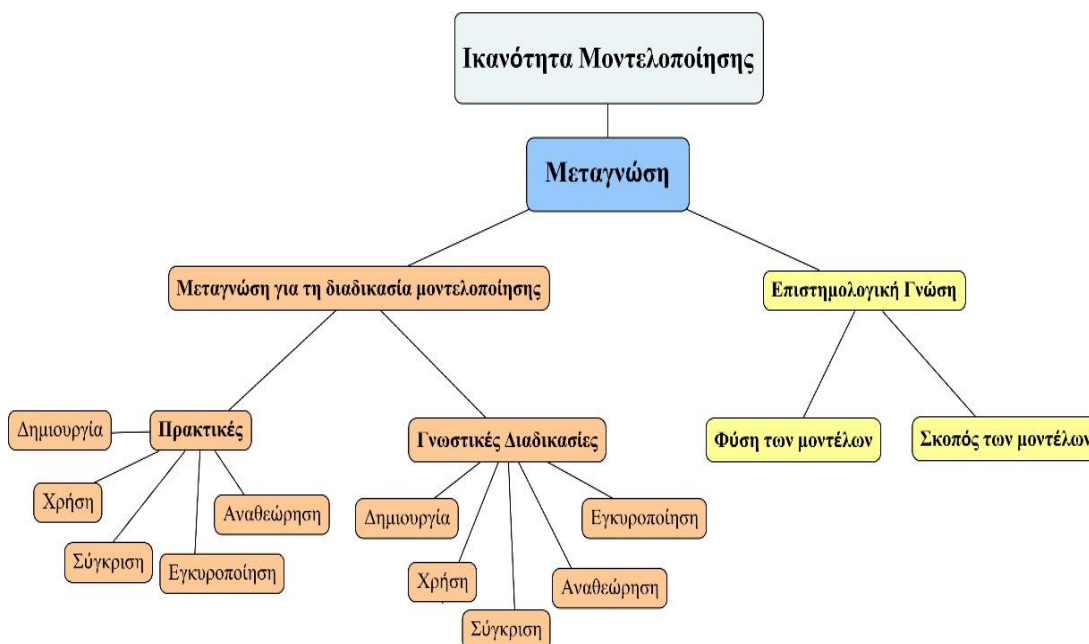
Αναλύθηκε μία μελέτη περίπτωσης. Η συμμετέχουσα εκπαιδευτικός επιμορφώθηκε στο Πρόγραμμα Δια Βίου Μάθησης (ΠΔΒΜ) "Εκπαιδευτικές Καινοτομίες στις Φυσικές Επιστήμες, το Περιβάλλον και την Τεχνολογία" του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, που διεξήχθη το ακαδημαϊκό έτος 2015-2016. Κύριοι πυρήνες επιμόρφωσης αποτέλεσαν η δόμηση και πράξη σε διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης και η διδακτική αξιοποίηση των μοντέλων.

Η εκπαιδευτικός εργάζεται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, με 10 έτη υπηρεσίας, χωρίς προγενέστερη επιμόρφωση στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών.

Συνολικά βιντεοσκοπήθηκαν 5 μαθήματα, διάρκειας 1 ½ ώρας το κάθε ένα. Αναλύθηκαν 3 μαθήματα, καθώς σε αυτά εντοπίστηκαν πρακτικές μεταγνωστικής κατεύθυνσης, που αφορούσαν την Ικανότητα Μοντελοποίησης.



Εικόνα 2: Το τροποποιημένο πλαίσιο για την Ικανότητα Μοντελοποίησης



Από το μεγάλο εύρος του όρου «διδασκτική πρακτική», επίκεντρο αποτέλεσε ο διάλογος. Αναλύθηκε η αλληλεπίδραση εκπαιδευτικού – μαθητών, αλλά όχι τα σημεία όπου οι μαθητές ενεργούν αυτόνομα. Παραδείγματος χάριν, σημεία που θεωρήθηκαν συναφή είναι εκείνα όπου η εκπαιδευτικός εισάγει νέα γνώση, εξηγεί, συνομιλεί για τα μοντέλα.

Το εργαλείο ανάλυσης

Έπειτα από εκτενή μελέτη της βιβλιογραφίας για εργαλεία συλλογής δεδομένων με στόχο την αξιολόγηση περιβαλλόντων μάθησης βασισμένων στα μοντέλα, προέκυψε το εργαλείο ανάλυσης που αφορά στην κατεύθυνση «Επιστημολογική Γνώση» (Πίνακας 1). Συνολικά μελετήθηκαν 20 ερευνητικά άρθρα. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε βάσει των φράσεων “modeling teaching practices”, “assessment approach”, “model based inquiry”, “science teaching”, “model based learning”, “model based teaching”, “science teacher education” και σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (ERIC, Google Scholar, HEAL Link, Scopus).

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν ομάδες εκπαιδευτικών πρακτικών, που προωθούν σε διαφορετικό βαθμό την επιστημολογική κατανόηση για τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση. Επιπλέον το περιεχόμενο των πρακτικών άπτεται σε στοιχεία για τη φύση των μοντέλων και σε στοιχεία για τη χρήση (ή σκοπό) των μοντέλων. Τα πορίσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με το θεωρητικό πλαίσιο για την ικανότητα μοντελοποίησης MCF (Paraeniridou et al. 2014, Nicolaou & Constantinou 2014).

Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεράσματα, το εργαλείο ανάλυσης περιέχει δύο κατηγορίες εκπαιδευτικών πρακτικών (Πρακτικές για τη Φύση των μοντέλων, Πρακτικές για τη Χρήση των μοντέλων), οι οποίες αναλύονται σε τρία επιμέρους επίπεδα (0, 1, 2). Στα επίπεδα του εργαλείου αποτυπώνεται ο βαθμός όπου οι διδακτικές πρακτικές προωθούν την επιστημολογική γνώση για τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση (Πίνακας 1), π.χ., στο επίπεδο 0 της κατηγορίας «φύση», τα μοντέλα εισάγονται στη διδασκαλία ως πιστά αντίγραφα ενός, ενώ στο επίπεδο 2 οι διδακτικές πρακτικές



προωθούν τα μοντέλα ως αναπαράσταση μόνο συγκεκριμένων όψεων ενός στόχου. Στο επίπεδο 0 της κατηγορίας «χρήση» οι διδακτικές πρακτικές προωθούν την ιδέα πως ο σκοπός των μοντέλων είναι ψυχαγωγικός και αισθητικό και στο επίπεδο 2 οι εισάγεται η ιδέα ότι ένα μοντέλο περιγράφει αναλυτικά, εξηγεί ή προβλέπει συγκεκριμένες όψεις του στόχου (Πίνακας 1).

Αρχικά τρεις ερευνητές κωδικοποίησαν τις μονάδες νοήματος, οι οποίες καταχωρήθηκαν σε πίνακα αρχείου excel. Στη συνέχεια, οριστικοποίησαν το εργαλείο ανάλυσης (Πίνακας 1) μελετώντας τα δεδομένα και τη σχετική βιβλιογραφία και καταλήγοντας σε συμφωνία. Έπειτα οι τρεις ερευνητές προχώρησαν ανεξάρτητα στην ανάλυση των δεδομένων. Μέσω αυτού αναδείχθηκε η ανάγκη εκλέπτυνσης του εργαλείου ανάλυσης. Το εργαλείο τροποποιήθηκε και ακολούθησε 2^η ανεξάρτητη ανάλυση. Τέλος, τα αποτελέσματα των επιμέρους αναλύσεων συγκρίθηκαν, έως ότου επιτευχθεί συμφωνία (Creswell 2012).

Πίνακας 1: Το εργαλείο ανάλυσης «Επιστημολογική Γνώση».

Επίπεδα Μεταγνωστικών Πρακτικών Επιστημολογικής Κατεύθυνσης			
Πρακτικές διδασκαλίας	0	1	2
Η φύση των μοντέλων	Πιστό αντίγραφο του στόχου.	Αναπαράσταση ενός στόχου.	Αναπαράσταση μόνο συγκεκριμένων όψεων του στόχου. Πολλαπλότητα μοντέλων για τον ίδιο στόχο.
Η χρήση των μοντέλων	Ψυχαγωγικός, αισθητικός.	Περιγράφει τον στόχο.	Περιγράφει αναλυτικά, εξηγεί, προβλέπει συγκεκριμένες όψεις του στόχου.

3. Αποτελέσματα

Οι μονάδες νοήματος ομαδοποιήθηκαν και κωδικοποιήθηκαν ανάλογα με την Κατηγορία Διδακτικής Πρακτικής σε συνδυασμό με το Επίπεδο Διδακτικής Πρακτικής του εργαλείου ανάλυσης. Το σύνολο των μονάδων νοήματος εντάχθηκαν στις Κατηγορίες Διδακτικών Πρακτικών «Φύση» (Φ) και «Χρήση» (Χ) και στα Επίπεδα Διδακτικών Πρακτικών 1 και 2. Έτσι, από τη σύνθεση των παραπάνω προέκυψαν οι ομάδες μονάδων νοήματος Φ1, Φ2, Χ1 και Χ2, που υποδηλώνουν τις μονάδες νοήματος για τις Κατηγορίες Πρακτικών ανά Επίπεδο Επιστημολογικής Κατεύθυνσης.

Στον πίνακα 2 φαίνεται ότι αναγνωρίστηκαν 52 μονάδες νοήματος που αντιστοιχούν στις επιμέρους κατηγορίες και επίπεδα πρακτικών επιστημολογικής κατεύθυνσης, του εργαλείου ανάλυσης Β, συνολικής διάρκειας 2616”.

Αναλυτικότερα, για την ομάδα Φ1 ανιχνεύθηκαν 13 μονάδες νοήματος, διάρκειας 921”, για την ομάδα Φ2 ανιχνεύθηκαν 26 μονάδες νοήματος διάρκειας 1273”, για την ομάδα Χ1 ανιχνεύθηκαν 6 μονάδες νοήματος διάρκειας 143” και τέλος, για την ομάδα Χ2 ανιχνεύθηκαν 7 μονάδες νοήματος με διάρκεια 279”.



Πίνακας 2: Αποτελέσματα για τις Κατηγορίες ανά Επίπεδο πρακτικών επιστημολογικής κατεύθυνσης

	Φ1	Φ2	Χ1	Χ2	ΣΥΝΟΛΟ
ΜΟΝΑΔΕΣ ΝΟΗΜΑΤΟΣ	13	26	6	7	52
ΔΙΑΡΚΕΙΑ (sec)	921	1273	143	279	2616

4. Συμπεράσματα

Η εκπαιδευτικός φαίνεται να δίνει βαρύτητα σε επιστημολογικά στοιχεία για τη φύση των μοντέλων και όχι σε επιστημολογικά στοιχεία που αφορούν τη χρήση. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης, ενδεχομένως κάτι τέτοιο να ήταν εξαρχής αναμενόμενο, καθώς οι διδακτικές πρακτικές εστίασαν στη διαδικασία δημιουργίας των μοντέλων και άρα δόθηκε μεγαλύτερη βαρύτητα στη φύση τους. Από τη διασταύρωση των κατηγοριών με τα επίπεδα του εργαλείου ανάλυσης αναδείχθηκε ότι κυριαρχεί η ομάδα Φ2. Αυτό σημαίνει ότι οι πρακτικές της εκπαιδευτικού εστίασαν στην προώθηση της επιστημολογικής γνώσης για τη φύση των μοντέλων και οι πρακτικές αυτές ανήκουν στο ανώτατο επίπεδο επιστημολογικής γνώσης του εργαλείου.

Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί ότι η παρούσα εργασία περιλαμβάνει τη δημιουργία του εργαλείου ανάλυσης δεδομένων, το οποίο βασίζεται τόσο στη βιβλιογραφία όσο και στα δεδομένα. Πρόκληση κατά την ανάπτυξη του εργαλείου αποτέλεσε ο εντοπισμός του ενοποιητικού παράγοντα, ο οποίος θα επέτρεπε την αξιολόγηση των διδακτικών πρακτικών, καθώς τα δεδομένα προήλθαν από βιντεοσκοπημένες διδασκαλίες.

Εφόσον στο μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων περιλαμβάνεται διάλογος εκπαιδευτικού - μαθητών για τις δραστηριότητες οι οποίες είχαν προηγηθεί, αποφασίστηκε το εργαλείο ανάλυσης να τεθεί υπό το φάσμα της μεταγνώσης και τα στοιχεία της Ικανότητας Μοντελοποίησης να ενοποιηθούν υπό το φάσμα αυτό. Επιπλέον, παρόλο που καταγράφηκε αναλυτικά κάθε βήμα ανάπτυξης του και αποτελεί ερευνητική πρόκληση η δοκιμασία του σε ανάλογες έρευνες έτσι ώστε να ενισχυθεί η εγκυρότητά του.

5. Βιβλιογραφία

Ζουπίδης, Α. (2012). Διδασκαλία και μάθηση με τη χρήση μοντέλων Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας: Εφαρμογή στα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Ελλάδα

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. *Educational Research* (Vol. 4). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review*, 13(October 2015), 52–73. <http://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.10.001>

Papaevripidou, M., Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2014). On Defining and Assessing Learners' Modeling Competence in Science Teaching and Learning. *Annual Meeting of American*



Educational Research Association (AERA).

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge : Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654. <http://doi.org/10.1002/tea.20311>

Williams, G., & Clement, J. (2015). Identifying Multiple Levels of Discussion-Based Teaching Strategies for Constructing Scientific Models. *International Journal of Science Education*, 37(1), 82–107. <http://doi.org/10.1080/09500693.2014.966257>



Παρουσίαση και αξιολόγηση διαδραστικού εκπαιδευτικού λογισμικού με θέμα τη μικροσκοπική δομή της ύλης

Ανάργυρος Δρόλαπας, Ουρανία Γκικοπούλου, Γεώργιος Καλκάνης

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει ένα διαδραστικό λογισμικό που απεικονίζει τη δομή της ύλης σε μικροσκοπικό επίπεδο, μέσα από κινούμενες αναπαραστάσεις. Η χρήση του λογισμικού δίνει τη δυνατότητα να διδαχθούν βασικές έννοιες για τη δομή των ατόμων και της ύλης, οι διαφορές στη δομή ενός στερεού από ένα υγρό κι ένα αέριο, η διαστολή και η συστολή, καθώς και η συσχέτιση της θερμοκρασίας με την ταχύτητα της κίνησης των σωματιδίων στην ύλη. Η ολοκληρωμένη παρουσίαση του λογισμικού συνοδεύεται από τα αποτελέσματα της εφαρμογής της σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπου αποτυπώνεται πώς συνέβαλε στο να αντιμετωπιστούν γνωσιακές δυσκολίες που αναφέρονται ευρέως στη βιβλιογραφία.

Λέξεις-κλειδιά: Μικρόκοσμος, Διαδραστικό λογισμικό, Κινούμενες αναπαραστάσεις, Δομή της ύλης

Presentation and qualification of an educational interactive software focused on the microscopic structure of matter

Anargyros Drolapas, Ourania Gikopoulou, George Kalkanis

National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

This study presents an interactive software that depicts the structure of matter in a microscopic level using animated representations. By using this software it is possible to teach basic concepts about the structure of atomic models and matter. Helping pupils to spot the differences in structure between solid, liquid and gas state. By visualising expansion and contraction, as well as the correlation between temperature and the speed of particle movement in matter. The presentation of the software is accompanied by the results its use in the classroom, where it is reflected that it has helped to cope with cognitive difficulties that are widely reported in the bibliography.

Keywords: Microscopic, Interactive software, Structure of matter, Visualisation



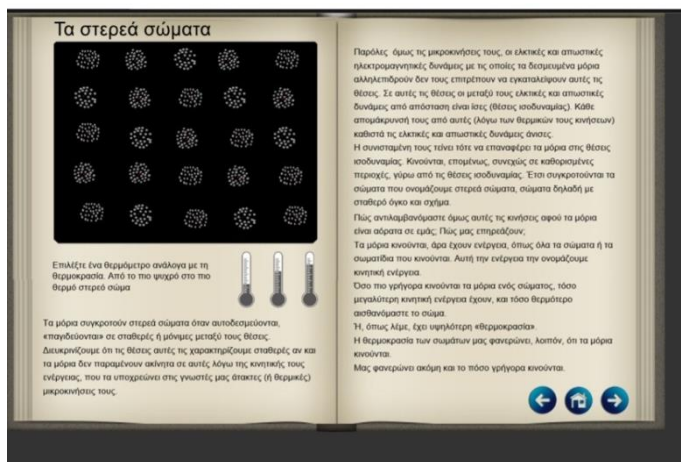
1. Εισαγωγή

Πολλά φυσικά φαινόμενα που είτε είναι μη παρατηρήσιμα είτε όχι, προκαλούν σύγχυση στους μαθητές όταν επιχειρείται να ερμηνευτούν με χρήση μικροσκοπικών μοντέλων. Πλήθος εργασιών και δημοσιεύσεων έχουν παρουσιάσει, στο παρελθόν, τις εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών για τις διαφορές μεταξύ ατμού και αέρα, για τη μικροσκοπική δομή του νερού σε σχέση με τον πάγο και το πώς αυτή επηρεάζει τις φυσικές ιδιότητές τους κλπ (Driver et al. 1985, Lee et al. 1993, Nakhleh & Samarapungavan 1999, Nussbaum 1985, Snir et al. 2003, Stavy & Stachel 1985, Wisser & Smith 2008). Όταν δε η διδασκαλία αφορά αποκλειστικά μη παρατηρήσιμα φυσικά φαινόμενα όπως για παράδειγμα: τις αλλαγές της φυσικής κατάστασης της ύλης σε μικροσκοπικό επίπεδο, τη δομή των μετάλλων με τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, τη δομή του ατόμου (πυρήνας κλπ), τα εκπαιδευτικά εργαλεία που έχει στη διάθεσή του ο εκπαιδευτικός είναι περιορισμένα και περιλαμβάνουν κυρίως εικαστικές αναπαραστάσεις σε μορφή εικόνων. Συνήθως οι μαθητές καταλήγουν να αναζητούν πληροφορίες μέσα από κείμενα και ελάχιστες οπτικοποιήσεις που σε μια περίπτωση αναπαριστά τα άτομα ως κύκλους/σφαίρες με πρόσωπα, χαμόγελα και χέρια που κρατιούνται σε στερεά κατάσταση με χειραψία. Πέρα από την κριτική που μπορεί να ασκηθεί στην επιλογή του ατομικού μοντέλου που επιλέγει ο κάθε συγγραφέας, η γενικότερη ακινησία της μικροσκοπικής δομής της ύλης, όπως αυτή παρουσιάζεται συνήθως μέσα από στατικές εικόνες, έρχεται σε σύγκρουση με την ίδια τη φύση της ύλης που σε ατομικό επίπεδο είναι συνεχώς σε κίνηση. Πολλές φορές δεν απαιτούμε μόνο από τους μαθητές να αντιληφθούν τη λειτουργία ενός εκπαιδευτικού μοντέλου (π.χ. το ατομικό πρότυπο του Bohr, από την ατομική θεωρία), αλλά και να καταφέρουν να αναπαραγάγουν στο μυαλό τους τις συνθήκες κίνησής του σε κάθε περίπτωση κι αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο για τους μαθητές, δεδομένου ότι αναφέρεται σε μια κλίμακα που οι μαθητές δεν μπορούν να αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους (Γκικκοπούλου κ.ά. 2016). Όλα γίνονται σε νοητικό επίπεδο επειδή δεν υπάρχουν πολλές διαθέσιμες προσομοιώσεις και οπτικοποιήσεις. Είναι συνήθως πρακτική, όπως αναφέραμε και πριν, να δημιουργούνται απλουστευμένες προσομοιώσεις με χρήση κυκλικών σωμάτων στο ρόλο των ατόμων που υπακούουν στη φυσική των σκληρών σφαιρών σε ό,τι αφορά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Για τεχνικούς και πρακτικούς λόγους δεν είναι εύκολο να δημιουργηθούν οπτικοποιήσεις που να είναι αλληλεπιδραστικές αλλά και να παρουσιάζεται η δομή του ατόμου (πυρήνας, ηλεκτρόνια) να κινείται ανεξάρτητα από τη συνολική κίνηση του ατόμου με βάση τις αλληλεπιδράσεις του με την ύλη. Η παρούσα εργασία έρχεται να παρουσιάσει ένα λογισμικό που δημιουργήθηκε ακριβώς για να καλύψει ένα κενό στις διαθέσιμες απεικονίσεις σε μικροσκοπικό επίπεδο. Συγκεκριμένα παρουσιάζει ένα κομμάτι του λογισμικού που αφορά τη θεματική της δομής της ύλης και περιλαμβάνει τη δομή του ατόμου, τη μικροσκοπική δομή στερεών, υγρών και αερίων αλλά και φαινομένων όπως η εξάτμιση. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τα μαθησιακά αποτελέσματα της εφαρμογής του λογισμικού στη διδασκαλία των θεματικών που αναφέραμε πιο πάνω σε μαθητές καθώς και τις καταγεγραμμένες εντυπώσεις των συμμετεχόντων και τη συμβολή του στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Το λογισμικό δημιουργήθηκε στο πλαίσιο εκπόνηση διδακτορικής διατριβής ενός εκ των συγγραφέων και έχει αναπτυχθεί με χρήση της τεχνολογίας html5 (canvas) προκειμένου να υπάρχει συμβατότητα με όλα τα λειτουργικά συστήματα και όλες τις συσκευές (H/Y, tablet, κινητά) πλοήγησης στο διαδίκτυο. Είναι διαδραστικό, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το περιεχόμενο της οπτικοποίησης καθώς και να μεταβάλει βασικές παραμέτρους (ανεξάρτητες μεταβλητές) προκειμένου να μπορεί να παρατηρήσει διαφορές σε εξαρτημένες μεταβλητές που περιγράφουν το μοντέλο. Η διάδραση γίνεται με τρόπο που να διευκολύνει την παρουσίαση συγκριμένων θεματικών που συναντάμε σε διάφορα επίπεδα της εκπαίδευσης των θετικών επιστημών στην Ελλάδα.

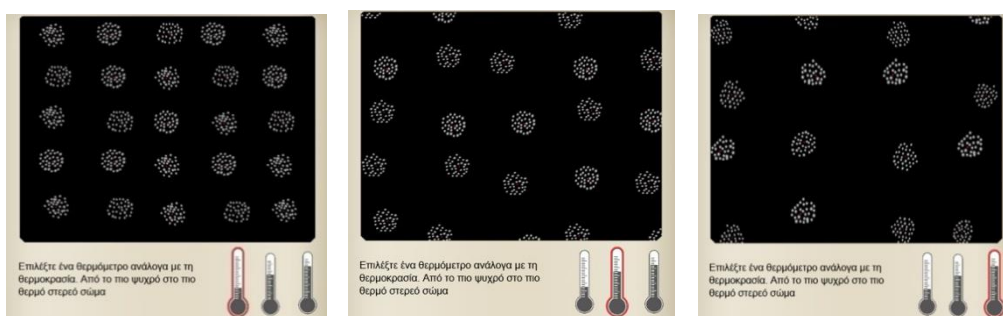


Εικόνα 1: Περιβάλλον εργασίας του λογισμικού



Όπως μπορεί κανείς να παρατηρήσει στην εικόνα 1 το περιβάλλον εργασίας έχει τη μορφή ενός βιβλίου όπου «ξεφυλλίζοντάς» το ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί σε διάφορα φαινόμενα. Υπάρχει πάντα σχετικό συνοδευτικό κείμενο και οι οπτικοποιήσεις παρουσιάζονται σε ένα εικονικό παράθυρο. Η διάδραση γίνεται με διάφορους τύπους κουμπιών (όπως π.χ. ένα θερμόμετρο), όπου ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τη θερμοκρασία του συγκεκριμένου φαινομένου (για παράδειγμα στη δομή ενός στερεού) και να παρατηρήσει αλλαγές στην ταχύτητα και στις θέσεις των ατόμων ώστε να επιτευχθεί η οπτικοποίηση φαινομένων όπως: η σχέση θερμοκρασίας – ταχύτητας και θερμοκρασίας – θερμικής διαστολής. Ένα μέρος αυτού του λογισμικού είχε δοκιμαστεί σε προηγούμενη έρευνα (Δρόλαπας κ.ά. 2017) σε μαθητές τόσο της Πρωτοβάθμιας όσο και της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Στην παρούσα έρευνα παρουσιάζεται στην ολοκληρωμένη μορφή του, μετά και τις τροποποιήσεις που πραγματοποιήθηκαν με βάση τα αποτελέσματα της προηγούμενης έρευνας.

Εικόνα 2: Παρουσίαση των διαφορών στη δομή του στερεού σε σχέση με τη θερμοκρασία



2. Μεθοδολογία

Τα φαινόμενα που επιλέχθηκαν να παρουσιαστούν αφορούσαν τη δομή των στερεών, υγρών και αερίων και ειδικότερα τη μορφή του νερού στις τρεις καταστάσεις της ύλης καθώς και την μετατροπή



του υγρού σε αέριο κατά την εξάτμιση. Η επιλογή του ατομικού μοντέλου και της δομής του ήταν αντικείμενο παλιότερη εργασίας (Δρόλαπας & Καλκάνης 2011). Κατά τη διαδικασία επιλογής του μοντέλου σημαντικό ρόλο έπαιξε η δυνατότητα του να ανταποκριθεί στην περιγραφή ατομικών αλληλεπιδράσεων. Όπως για παράδειγμα έναν χημικό δεσμό ή το εσωτερικό ενός μετάλλου με ελεύθερα ηλεκτρόνια. Το ατομικό μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε, όπως φαίνεται και στις πιο πάνω εικόνες του λογισμικού, παρουσιάζει το άτομο εξ αποστάσεως δίνοντας μεγαλύτερο βάρος στις κινήσεις των ηλεκτρονίων, χωρίς να παραλείπει να παρουσιάσει και τον σημειακό πυρήνα του ατόμου. Για τα φαινόμενα που παρουσιάζει το λογισμικό δεν ήταν απαραίτητο να είναι εμφανής η δομή του πυρήνα στο μοντέλο, παρουσιάζεται παρόλα αυτά στις εισαγωγικές σελίδες του λογισμικού η δομή του πυρήνα με τα quark κλπ.

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 20 μαθητές της 6^{ης} δημοτικού (ηλικίες 11-12 ετών) ενός δημόσιου δημοτικού σχολείου. Χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο όπου οι μαθητές κλήθηκαν να σχεδιάσουν στιγμιότυπα από το εσωτερικό του νερού στις τρεις φυσικές καταστάσεις (δηλαδή του πάγου, του υγρού νερού και του υδρατμού) εξηγώντας τα σχέδιά τους, ενώ τους ζητήθηκε, επίσης, να εξηγήσουν με σκίτσα και λόγια και την εξάτμιση του νερού. Το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε πριν (pre-test) και μετά (post-test) τη χρήση του λογισμικού (προκειμένου να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα του λογισμικού). Μετά τη χρήση του λογισμικού δόθηκε και ένα ερωτηματολόγιο στάσεων, όπου οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν ερωτήσεις σχετικές με το λογισμικό (αν τους δυσκόλεψε, αν τους βοήθησε να κατανοήσουν τα φαινόμενα κτλ). Η εκπαιδευτική παρέμβαση κράτησε 2 διδακτικές ώρες και χρησιμοποιήθηκε ένας διαδραστικός πίνακας (βλ. Εικόνα 3).

Εικόνα 3: Στιγμιότυπο από την εφαρμογή του λογισμικού στην τάξη.



3. Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών (βάσει των σκίτσων και των περιγραφών) κατηγοριοποιήθηκαν σε αρχικές, εναλλακτικές, σωστές και πλήρεις και η ανάλυση έδειξε ότι πριν την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές έδιναν αρχικές και εναλλακτικές απαντήσεις για το στερεό (75%), το υγρό (80%), το αέριο (80%) καθώς και για την εξάτμιση (75%) και πολλοί λίγοι προσέγγισαν τις σωστές απαντήσεις, όμως μετά την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές μετακινήθηκαν προς τις σωστές απαντήσεις (25%, 25%, 25% και 40%, αντίστοιχα) με αρκετούς να φτάνουν ακόμη και στις πλήρεις (50%, 50%, 50% και 40%, αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας βρίσκονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών μας που έδειξαν ότι το λογισμικό βοηθά τους μαθητές να ξεπεράσουν γνωσιακές δυσκολίες που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία, αλλά



και που είχαν παρατηρηθεί στο πλαίσιο διδακτικών παρεμβάσεων κατά το παρελθόν χωρίς τη χρήση ανάλογου λογισμικού (πχ. δυσκολία κατανόησης της σωματιδιακής δομής της ύλης, δυσκολία κατανόησης της αέριας κατάστασης, δυσκολία κατανόησης της κοινής σύστασης του νερού στις τρεις καταστάσεις, δυσκολία ερμηνείας της εξάτμισης κτλ). Επίσης, οι μαθητές συμμετείχαν με ενθουσιασμό και δήλωσαν ότι τους άρεσε η διαδικασία, ενώ δεν αντιμετώπισαν ιδιαίτερες δυσκολίες κατά τη χρήση του λογισμικού.

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό που αγγίζει θεματικές του μικρόκοσμου στις οποίες πολύ συχνά συναντάμε εκπαιδευτικά εμπόδια, τόσο σε επίπεδο διδασκαλίας μικροσκοπικών φαινομένων, αλλά και σε ό,τι αφορά τη μικροσκοπική εξήγηση μακροσκοπικών φυσικών φαινομένων της καθημερινότητας μας. Το λογισμικό έχει ολοκληρωθεί ώστε να οπτικοποιεί τη δομή του πυρήνα, τη δομή του ατόμου, μερικά συνήθη μόρια άλλα και φυσικά φαινόμενα που συναντάμε στην ύλη των φυσικών επιστημών δημοτικού, γυμνασίου αλλά και λυκείου. Στη παρούσα φάση η λειτουργία του λογισμικού βρίσκεται σε επίπεδο έρευνας για την ανταπόκριση που θα έχει από τους μαθητές. Τα πρώτα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά.

5. Βιβλιογραφία

Γκικοπούλου Ρ., Καλκάνης Γ.Θ., Βοσνιάδου Σ., (2016). «Σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού προτύπου του μικροκόσμου για τη διδασκαλία της έννοιας της ύλης στο δημοτικό σχολείο», Συμπόσιο «Το Πρόβλημα της Ενωσιολογικής Αλλαγής: Γνωστικοί Μηχανισμοί και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες» (Οργανωτές: Ειρήνη Σκοπελίτη & Νατάσσα Κυριακοπούλου, Συζητητής: Νίκος Μακρής), Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γνωστικής Ψυχολογίας «60 χρόνια Γνωστική Ψυχολογία», Κλάδος Γνωστικής Ψυχολογίας της Ελληνικής Ψυχολογικής Εταιρείας (ΕΛ.Ψ.Ε.) και Τμήμα Ψυχολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ), <http://www.gnostiki2016.gr>

Δρόλαπας, Α. & Καλκάνης, Γ. (2011). "Αναζήτηση ενός εκπαιδευτικού μοντέλου του ατόμου για την προσομοίωση / οπτικοποίηση φυσικών φαινομένων", 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΚοΔιΦΕΕΤ Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη, 15-17 Απριλίου 2011.

Δρόλαπας, Α. Γκικοπούλου, Ο, και Καλκάνης, Γ. (2017). «Ανάπτυξη Λογισμικού ανεξαρτήτου πλατφόρμας για τη διδασκαλία διαδικασιών του μικρόκοσμου στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση», 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 7-9 Απριλίου 2017 σελ. 340-345.

Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (1985). *“Children's Ideas in Science”*. Open University Press.

Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkheimer, G.d., & Blakeslee, T.D., (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270.



Nakhleh M., & Samarapungavan A., (1999), “Elementary school children’s beliefs about matter”, *Journal of Research in Science Teaching*, 36, p. 777-805.

Nussbaum J., (1985). “*The particulate nature of matter in the gaseous phase*”. Chapter in R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.) Book *Children's ideas in science* (pp. 124-144). Milton Keynes, UK: Open University Press.

Snir J., Smith C., & Raz G. (2003). “Linking phenomena with competing underlying models: A software tool for introducing students to the particulate model of matter”. *Science Education*, 87, 794-830.

Stavy R., and Stachel D. (1985). Children’s ideas about “solid” and “liquid”. *European Journal of Education*, 7, p. 407-421.

Wiser M., & Smith C., (2008). “Teaching about matter in grades K-8: When should the atomic-molecular theory be introduced?” Chapter in *International Handbook of Research on Conceptual Change*, Edited by Stella Vosniadou.



Ανάπτυξη αξιών και περιβαλλοντικής ηθικής μέσω της επιλογής προϊόντων νανοτεχνολογίας

Παντελής Κίζος¹, Γεώργιος Μαλανδράκης², Άννα Σπύρτου¹

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας¹, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης²

Περίληψη

Στην παρούσα αναρτημένη ανακοίνωση παρουσιάζεται μια προσπάθεια σύνδεσης μεταξύ της περιβαλλοντικής ηθικής και της Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας (N-ET). Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται στοιχεία μιας διεξαγόμενης έρευνας με σκοπό την ανάπτυξη περιβαλλοντικών αξιών, προς την ενίσχυση της αειφορίας, μέσα από τη διαδικασία επιλογής νανοτεχνολογικών προϊόντων. Στην έρευνα θα αναπτυχθεί μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) βασισμένη στη διδακτική προσέγγιση Values and Knowledge Education (VaKE). Οι συμμετέχοντες θα είναι προπτυχιακοί φοιτητές της Παιδαγωγικών Τμημάτων. Τα ερευνητικά ερωτήματα εστιάζουν στην καταγραφή των αξιών που χρησιμοποιούν οι φοιτητές για να επιλέξουν προϊόντα νανοτεχνολογίας και στην ανίχνευση της ανάπτυξης αυτών των αξιών μέσω της ΔΜΑ.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Ηθική, Νανοτεχνολογία, Περιβαλλοντικές αξίες, Αειφορία, Εγγενής Αξία.

The development of environmental ethics through nanotechnology products

Pantelis Kizos¹, Georgios Malandrakis², Anna Spyrtou¹

¹University of Western Macedonia, ²Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

The aim of this study is to connect environmental ethics with Nanoscience – Nanotechnology (NST). Moreover, we present the fundamentals of an ongoing research aiming to develop environmental values, towards the enhancement of sustainability, through the selection of nanotechnology products. During the study we will develop a Teaching Learning Sequence (TLS) based on the teaching approach of Values and Knowledge Education (VaKE). Participants will be undergraduate students from Departments of Education. Our research questions aim to explore the values that are considered as important by students in selecting nanotechnological products, and the development of these environmental values through the TLS.

Key words: Environmental Ethics, Nanotechnology, Environmental Values, Sustainability, intrinsic Value



1. Εισαγωγή

Η περιβαλλοντική ηθική ορίζεται ως το σύνολο των ηθικών κανόνων που οργανώνονται με σκοπό να συμπεριληφθούν στην ηθική κοινότητα, όντα από το ευρύτερο περιβάλλον και όχι μόνο ο άνθρωπος (Γεωργόπουλος 2002). Από την άλλη μεριά, οι ανθρώπινες κοινωνίες πρέπει να επαναπροσανατολιστούν προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης (ή αειφορίας) προκειμένου να αντιμετωπίσουν τα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα της εποχής μας. Ως αειφορία ονομάζουμε «την ανάπτυξη η οποία συναντά τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες» (World Commission on Environment and Development 1987). Έτσι, η αειφορία εκφράζει αρχές και ζητήματα, όπως όρους για την υπεύθυνη ανάπτυξη και χρήση των νέων τεχνολογιών, καθώς και διαδικασίες, όπως την ενσωμάτωση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβληματισμών στη λήψη οικονομικών αποφάσεων και τη διαδικασία της εμπλοκής της κοινωνίας στη λήψη αποφάσεων (Meaney 2006). Επιπρόσθετα, μέσα στις αξίες που πρεσβεύει η αειφορία βρίσκονται ο συνδυασμός των τριών πυλώνων προς την αειφορική ζωή, όπως και ο σεβασμός προς τη φύση που προϋποθέτει τη φροντίδα προς όλα τα ζωντανά όντα και τους φυσικούς πόρους με τέτοιο τρόπο ώστε όλα τα πλούτη που παίρνουμε από τη φύση να είναι εκμεταλλεύσιμα και από τις επερχόμενες γενιές (Kates et al. 2005, Leiserowitz et al. 2006).

Η νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία (N-ET) σχετίζεται με την κατανόηση και τον έλεγχο της ύλης σε διαστάσεις περίπου από 1 μέχρι 100 νανόμετρα (10^{-9}m) (Stevens et al. 2009). Το περιεχόμενο της N-ET στη τριτοβάθμια εκπαίδευση θεμελιώνεται από 9 Μεγάλες Ιδέες (MI) οι οποίες είναι σημαντικές για την κατανόηση του συγχρόνου αυτού πεδίου (Μάνου κ.α. 2015, Stevens et al. 2009, Sakhnini & Blonder 2015).

Σχήμα 1: Χρονοδιάγραμμα εμπορευματοποίησης προϊόντων νανοτεχνολογίας και το επίπεδο του κινδύνου της κάθε γενιάς (Χαριτίδης & Βιτάλης 2010, Renn & Roco 2006)

1η Γενιά Παθητικές νανοδομές	2η Γενιά Ενεργές νανοδομές	3η Γενιά Ολοκληρωμένα νανοσυστήματα	4η Γενιά Μοριακά νανοσυστήματα
<ul style="list-style-type: none">• Νανოსωματίδια, νανοσωλήνες, νανούμνια για την βελτίωση προϊόντων• Σχετικά απλοί κίνδυνοι	<ul style="list-style-type: none">• Στόχευση φαρμάκων, βιοδιατάξεις, τρανζίστορες 3D• Πολύπλοκοι κίνδυνοι	<ul style="list-style-type: none">• Ανάπτυξη τεχνικών οργάνων και ιστών, νανοηλεκτρονικά• Αβέβαιοι κίνδυνοι	<ul style="list-style-type: none">• Μοριακές διατάξεις "κατά παραγγελία", σχεδιασμός σε ατομική κλίμακα• Ασαφείς κίνδυνοι

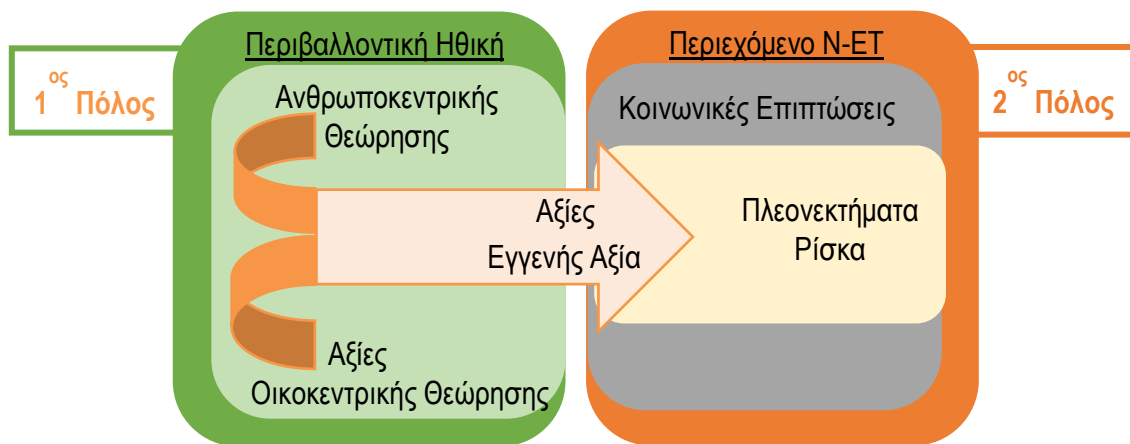
Στα πλαίσια αυτής της μελλοντικής ανάπτυξης της N-ET έχει διατυπωθεί ένα χρονοδιάγραμμα το οποίο απεικονίζει την εμπορευματοποίηση των προϊόντων της (Σχήμα 1). Έτσι, υπάρχουν τέσσερις γενιές νανοτεχνολογίας: 1^η γενιά – Παθητικές νανοδομές, 2^η γενιά – Ενεργές νανοδομές, 3^η γενιά – Ολοκληρωμένα νανοσυστήματα, 4^η γενιά – Μοριακά νανοσυστήματα (Renn & Roco 2006). Οι Χαριτίδης και Βιτάλης (2010) αναφέρουν ότι από τις τέσσερις αυτές γενιές, μόνο για την πρώτη γνωρίζουμε μερικούς κινδύνους που μπορούν να επιφέρουν τα νανοϊκικά είτε στον άνθρωπο είτε στο περιβάλλον και ότι για τις υπόλοιπες γενιές οι κίνδυνοι είναι είτε περίπλοκοι είτε απροσδιόριστοι. Για παράδειγμα, οι ίδιοι υποστηρίζουν ότι μερικοί από τους κινδύνους που



ελλοχεύουν οι παθητικές νανοδομές είναι ότι μπορούν να επιφέρουν φλεγμονές κυττάρων και σε μερικές περιπτώσεις οι ίδιες μπορούν να διεισδύσουν σε ανθρώπινα όργανα, όπως επίσης είναι πιθανό, αυτές οι νανοδομές να μεταφέρονται στην τροφική αλυσίδα ή να λειτουργούν ως μη βιοδιασπώμενοι ρυπαντές που λόγω του μεγέθους τους δεν ανιχνεύονται με τις υπάρχουσες τεχνικές. Άρα, εν κατακλείδι, οι ερευνητές δεν είναι σίγουροι για τις επιπτώσεις των προϊόντων νανοτεχνολογίας στο περιβάλλον. Επιπρόσθετα, ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού δεν γνωρίζει το περιεχόμενο της N-ET με αποτέλεσμα ούτε και τα ρίσκα της (Siegrist et al. 2007).

Στο σχήμα 2 περιγράφεται η σύνδεση του περιεχομένου της N-ET με την περιβαλλοντική ηθική. Σκοπός αυτής της σύνδεσης είναι ο ορισμός του περιεχομένου για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της ΔΜΑ. Πιο αναλυτικά, από στον πρώτο πόλο του σχήματος βλέπουμε τις δύο θεωρήσεις για το περιβάλλον που θεμελιώνουν την περιβαλλοντική ηθική. Μέσα στις θεωρήσεις αυτές υπάρχουν αξίες προς την ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης. Από αυτές τις αξίες επικεντρωνόμαστε σε αυτές που εκφράζονται από την έννοια της αειφορίας καθώς και στην εγγενή αξία του περιβάλλοντος. Στον δεύτερο πόλο βλέπουμε ότι από το περιεχόμενο της N-ET, οι εφαρμογές της είναι αυτές που μπορούν να συμβάλλουν είτε θετικά (πλεονεκτήματα) είτε αρνητικά (ρίσκα) στο περιβάλλον. Έτσι, εισάγοντας περιβαλλοντικές αξίες σε μια αναπτυσσόμενη επιστήμη – τεχνολογία αναδεικνύουμε, παράλληλα με το περιεχόμενο της, τα ρίσκα της με σκοπό την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης, μέσω της ανάπτυξης του γνωστικού αντικειμένου της N-ET και ανάδειξη των κινδύνων που αυτή κρύβει προς το περιβάλλον.

Σχήμα 2: Σύνδεση περιεχομένου περιβαλλοντικής ηθικής με το περιεχόμενο της N-ET.



2. Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανίχνευση και ανάπτυξη περιβαλλοντικών αξιών προς την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης μέσω της διαδικασίας της επιλογής νανοτεχνολογικών προϊόντων.

Οι συμμετέχοντες της έρευνας θα είναι μια ομάδα προπτυχιακών φοιτητών/τριών Παιδαγωγικού Τμήματος. Πιο συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα (ΕΕ) είναι τα εξής:

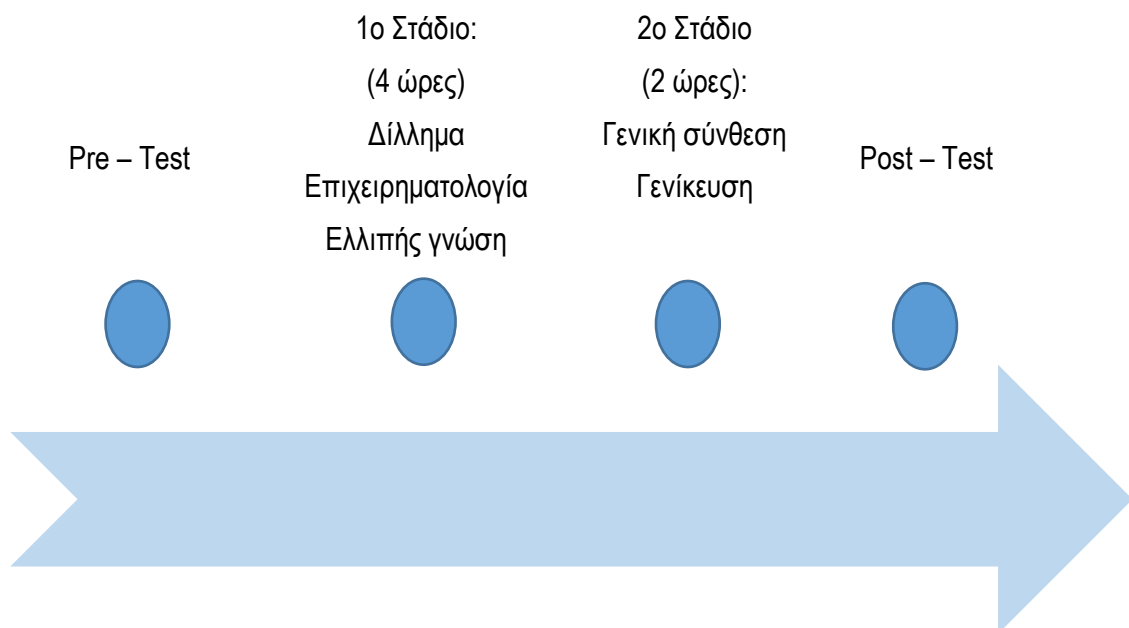
1. Συνδυάζουν οι φοιτητές/τριες την επιλογή προϊόντων νανοτεχνολογίας με τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχουν στο περιβάλλον;



2. Ποιες είναι οι αξίες που παρακινούν τους/τις φοιτητές/τριες να αγοράσουν προϊόντα νανοτεχνολογίας;
3. Κατά πόσο οι φοιτητές/τριες ανέπτυξαν περιβαλλοντικές αξίες που να συνδέονται με την αγορά προϊόντων νανοτεχνολογίας μετά την παρέμβαση;
4. Ποιες από τις περιβαλλοντικές αξίες που ανέφεραν οι φοιτητές/τριες μετά την παρέμβαση αναφέρονται στην ανθρωποκεντρική θεώρηση του περιβάλλοντος και ποιες στην οικοκεντρική θεώρηση;

Στα πλαίσια της έρευνας θα σχεδιαστεί, αναπτυχθεί και θα εφαρμοστεί μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (DMA) σε ικανό αριθμό φοιτητών/τριών η οποία θα στηριχθεί στην προσέγγιση VaKE (Διδασκαλία Αξιών και Γνώσεων) με σκοπό να αναπτυχθούν περιβαλλοντικές αξίες στα πλαίσια της ανθρωποκεντρικής και οικοκεντρικής θεώρησης του περιβάλλοντος, μέσω της αειφορίας και της εγγενούς αξίας αντίστοιχα. Η διάρκεια της DMA υπολογίζεται περίπου σε τρεις δίωρες συναντήσεις, οι οποίες θα χωριστούν σε δύο στάδια (Σχήμα 3).

Σχήμα 3: Χρονοδιάγραμμα DMA



Στο πρώτο στάδιο (2 δίωρα) θα εισαχθεί ένα δίλλημα και οι φοιτητές/τριες αρχικά θα πρέπει να επιχειρηματολογήσουν υπέρ ή κατά αυτού με βάση τις γνώσεις που διαθέτουν για τη N-ET. Στη συνέχεια θα προσεγγίσουν από το περιεχόμενο της N-ET τις MI1 (μέγεθος και κλίμακα) και MI9 (επιπτώσεις της νανοτεχνολογίας στον άνθρωπο και το περιβάλλον). Πιο συγκεκριμένα, στόχος αυτού του σταδίου είναι να προσεγγίσουν τα μεγέθη των αντικειμένων του νανόκοσμου, την κλίμακα που δίνει στα νανοϋλικά τις μοναδικές ιδιότητες τους, καθώς και τις αρνητικές επιπτώσεις της νανοτεχνολογίας στην ανθρώπινη ζωή και το περιβάλλον, λόγω του μικρού μεγέθους και της μικρής κλίμακας στην ανθρώπινη ζωή και το περιβάλλον. Σκοπός είναι να βρουν τις πληροφορίες αυτές που χρειάζονται (ελλιπής γνώση) για να συνδέσουν τα επιχειρήματά τους με το γνωστικό αντικείμενο της N-ET.



Στο *δεύτερο στάδιο* (1 δίωρο) θα προσεγγίσουν το δίλλημα εστιάζοντας πάλι στο περιεχόμενο της ΜΙ9, αλλά θα προσεγγίσουν τις θετικές επιπτώσεις της νανοτεχνολογίας προς στο περιβάλλον. Βασικός στόχος αυτού του σταδίου είναι αρχικά να ανακαλύψουν οι φοιτητές/τριες τις ευεργετικές για το περιβάλλον εφαρμογές και στη συνέχεια να εστιάσουν σε αξίες της αειφορίας, όπως το συμφέρον των επερχόμενων γενεών, ο σεβασμός προς τη φύση, τους τρεις πυλώνες ως οδηγό προς την έννοια της αειφορικής ζωής (κοινωνία, οικονομία, περιβάλλον) και την εγγενή αξία του περιβάλλοντος. Τέλος, θα γίνει η γενική σύνθεση και η γενίκευση, όπου θα κληθούν να χρησιμοποιήσουν το VaKE και σε άλλες περιπτώσεις όμοιων διλλημάτων.

3. Αποτελέσματα

Η συλλογή των δεδομένων θα γίνει μέσω ερωτηματολογίων τα οποία θα επιδοθούν πριν (pre) και περίπου 2 εβδομάδες μετά (post) τη διδακτική παρέμβαση και η ανάλυση τους θα γίνει σε τρία στάδια.

Πρώτο Στάδιο: Τα δεδομένα του αρχικού ερωτηματολογίου θα κατηγοριοποιηθούν με βάση τους πυλώνες της αειφορίας και πιο συγκεκριμένα στο ποιος ή ποιοι από αυτούς καθοδηγούν τους συμμετέχοντες στην επιλογή προϊόντων νανοτεχνολογίας. Το στάδιο αυτό αναφέρεται στο 1^ο και 2^ο ερευνητικό ερώτημα.

Δεύτερο Στάδιο: Θα γίνει συσχέτιση μεταξύ αρχικών και τελικών ερωτηματολογίων για να ανιχνευθεί το αν αναπτύχθηκαν και σε ποιο βαθμό, περιβαλλοντικές αξίες μέσω της ΔΜΑ (3^ο ερευνητικό ερώτημα).

Τρίτο Στάδιο: Τα δεδομένα του τελικού ερωτηματολογίου θα κατηγοριοποιηθούν με βάση τις αξίες που έχουν ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα και τις αξίες που έχουν οικοκεντρικό χαρακτήρα, ανιχνεύοντας έτσι τις περιβαλλοντικές αξίες που αναφέρονται στην ανθρωποκεντρική θεώρηση του περιβάλλοντος και αυτές που αναφέρονται στην οικοκεντρική θεώρηση του περιβάλλοντος (4^ο ερευνητικό ερώτημα).

4. Συμπεράσματα

Σε αυτήν την αναρτημένη εργασία παρουσιάζουμε τα στοιχεία μιας διεξαγόμενης έρευνας με σκοπό να ανιχνεύσει την ανάπτυξη περιβαλλοντικών αξιών μέσω της Ν-ΕΤ. Προς αυτόν τον σκοπό, αρχικά έγινε η σύνδεση μεταξύ των δυο μεγάλων πόλων, της περιβαλλοντικής ηθικής και της Ν-ΕΤ, μέσω της εισαγωγής περιβαλλοντικών αξιών στην εκτίμηση των ρίσκων και των πλεονεκτημάτων της Ν-ΕΤ. Στα πλαίσια αυτής της διεξαγόμενης έρευνας βρίσκεται και η δημιουργία μιας ΔΜΑ με σκοπό να εισάγει τους καταναλωτές στα πλαίσια της αειφορίας με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να κρίνουν μόνοι τους τις επιδράσεις των προϊόντων νανοτεχνολογίας στο περιβάλλον.

5. Βιβλιογραφία

Γεωργόπουλος, Α. (2002). *Περιβαλλοντική Ηθική*. Αθήνα: Gutenberg.

Μάνου, Λ., Σπύρτου, Α., Χατζηκρανιώτης, Ε., Καριώτογλου, Π. (2015). Βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου της διδασκαλίας της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας στις τρεις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Στα Δ.Ψύλλος, Α., Μολοχίδης, Μ. Καλλέρη, (Επιμ.), *Πρακτικά 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο*



Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, (σελ. 203-211). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. ISBN: 978-960-243-702-5

Χαριτίδης, Κ., & Βιτάλης, Τ. (2010). *Δίκαιο και Κοινωνία στον 21^ο Αιώνα*. Θεσσαλονίκη: ΣΑΚΚΟΥΛΑ.

Kates R, Parris R, Leiserowitz A (2005). What is Sustainable Development? Goals, Indications, Values, and Practice. *Science and Policy for Sustainable Development*, 47, 8-21.

Leiserowitz, A., Kates, R., & Parris, T. (2006). Sustainability values, attitudes, and behaviors: A Review of Multinational and Global Trends. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, 413-444.

Meaney, M. E. (2006). Lessons from the sustainability movement: Toward an integrative decision-making framework for nanotechnology. *Journal of law, medicine & ethics*, 34, 682-688.

Renn O, Roco M (2006). Nanotechnology and the need for risk governance. *Journal of Nanoparticle Research*, 8, 153-191.

Sakhnini, S., & Blonder, R. (2015). Essential Concepts of Nanoscale Science and Technology for High School Students Based on a Delphi Study by the Expert Community. *International Journal of Science Education*, 37 (11), 1699-1738.

Siegrist, M., Keller, C., Kastenholz, H., Frey, S., & Wiek, A. (2007). Laypeople's and experts' perception of nanotechnology hazards. *Society for Risk Analysis*, 27, 59-69.

Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science & engineering: A guidebook for secondary teachers*. Arlington, Virginia: NSTApress.

World Commission on Environment and Development (Ed.). (1987). *Our common future*. Oxford ; New York: Oxford University Press.



Η επίδραση επιμορφωτικών σεμιναρίων στις Φυσικές Επιστήμες στις αντιλήψεις φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. για βασικές έννοιες Μηχανικής κι Επιστημονικού Γραμματισμού

Ελένη Σ. Κίτσιου, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η επίδραση της παρακολούθησης επιμορφωτικών σεμιναρίων στις Φυσικές Επιστήμες στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με έννοιες της Φυσικής και του Επιστημονικού Γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες. Οι συμμετέχοντες ήταν 534, φοιτητές και φοιτήτριες ενός Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα γραπτό ερωτηματολόγιο 50 ερωτήσεων. Τα άτομα που είχαν παρακολουθήσει, όμως, κάποιο επιμορφωτικό σεμινάριο Φυσικών Επιστημών ήταν ελάχιστα. Παρά ταύτα, για αυτά τα άτομα παρατηρείται στις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού και στο σύνολο των ερωτήσεων στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των συμβατών με την επιστημονική γνώμη απαντήσεων, σε σύγκριση με αυτούς των απαντήσεων των υπόλοιπων συμμετεχόντων.

Λέξεις-κλειδιά: επιμορφωτικά σεμινάρια, Φυσικές Επιστήμες, Επιστημονικός Γραμματισμός, Μηχανική, εσφαλμένες αντιλήψεις

The effect of educational seminars on Natural Sciences in students' misconceptions from a Department of Primary Education for basic terms of Mechanics and of Scientific Literacy

Eleni S. Kitsiou, Konstantinos T. Kotsis

University of Ioannina, Department of Primary Education

Abstract

In this current part of the presentation examines the effect of attending educational seminars on Natural Sciences in the participants' misconceptions on both the notions of Physics and of Scientific Literacy in Sciences. The participants were 534 in total, male and female students in a Department of Primary Education and they were asked to fill in a written questionnaire of 50 questions. But, the individuals, who had attended an educational seminar on Natural Sciences, were just a few. Nevertheless, for those individuals, a statistically, important difference can be observed, both on the questions of scientific literacy and on the total amount of the questions, concerning the average compatible answers with the scientific attitude answers, in comparison with those of the rest of the participants.

Keywords: educational seminars, Natural Sciences, Scientific Literacy, Mechanics, misconceptions



1. Εισαγωγή

Η διαρκής επιμόρφωση ενός εκπαιδευτικού θεωρείται κοινωνική απαίτηση κάθε εποχής προκειμένου να ανταποκριθεί σε νέες εκπαιδευτικές, επιστημονικές, κοινωνικοπολιτιστικές ανάγκες (Γεωργιάδου κ.ά. 2014), αλλά και αναπόσπαστο κομμάτι της επαγγελματικής του ανάπτυξης με στόχο τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και τον μετασχηματισμό του σε ενεργό, κριτικό συνδημιουργό του νέου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (Αναστασιάδης 2013). Ο όρος «επιμόρφωση», συναντάται βιβλιογραφικά, κυρίως για τους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς και όχι τους μελλοντικούς. Σύμφωνα με την Καραγιάννη (2018) μπορεί να λάβει δύο μορφές, την υποχρεωτική και την προαιρετική. Η δεύτερη αφορά τόσο αναπληρωτές όσο και μόνιμους εκπαιδευτικούς και παρέχεται συνήθως από Π.Ε.Κ, σχολικούς συμβούλους και πανεπιστημιακά τμήματα (Καραγιάννη 2018). Σε αυτή τη μορφή επιμόρφωσης, δύναται να ενταχθεί ένα επιμορφωτικό σεμινάριο που θα συμμετείχαν και φοιτητές Παιδαγωγικών Τμημάτων. Τα προαιρετικά επιμορφωτικά προγράμματα είναι βραχύχρονα ή μακροχρόνια με δυνατότητα πραγματοποίησης είτε εντός είτε εκτός διδακτικού ωραρίου (Καραγιάννη 2018), είτε μη εργάσιμες μέρες. Σύμφωνα με Lieberman (1996) οι τύποι επιμόρφωσης διακρίνονται σε επιμόρφωση εντός κι εκτός σχολείου, σε εξ αποστάσεως, σε έρευνα-δράση και σε δίκτυα μάθησης (όπ. αναφ. στην Καραγιάννη 2018). Η σεμιναριακού τύπου επιμόρφωση είναι συνήθως εκτός σχολείου. Και η εξ αποστάσεως, όμως, θα μπορούσε να αποτελεί τύπο επιμόρφωσης που αφορά το δείγμα μας, καθώς δίνει τη δυνατότητα να ρυθμίζουν οι εκπαιδευόμενοι τον χρόνο, τρόπο και ρυθμό πρόσβασης στη νέα γνώση, υπό το πρίσμα των νέων, ευέλικτων μορφών μάθησης. Από έρευνα των Νάννη κ.ά. (2017) προέκυψε ότι οι εκπαιδευτικοί πιστεύουν στην συμβολή ενός επιμορφωτικού σεμιναρίου Φυσικών Επιστημών για βελτίωση γνώσεων, προετοιμασία για μια αποτελεσματική διδασκαλία και ενημέρωση. Εξάλλου, η επαγγελματική βελτίωση μπορεί να στηρίζεται στην προσωπική εμπειρία, αλλά πάντα υποστηριζόμενη από επιμορφωτικές δράσεις (Ρες 2006). Έτσι, η συνεχής επιμόρφωση αποτελεί επιτακτική ανάγκη για την εύρυθμη λειτουργία ενός εκπαιδευτικού συστήματος (Γεωργιάδου κ.ά. 2014), προσφέροντας τη δυνατότητα αξιοποίησης σύγχρονων θεμάτων παιδαγωγικής θεωρίας κι έρευνας (Χατζηπαναγιώτου 2001), όπως ο επιστημονικός γραμματισμός στον τομέα των Φυσικών Επιστημών.

Τις τελευταίες δεκαετίες, ο όρος «επιστημονικός γραμματισμός» κατέχει εξέχουσα θέση στη Διδακτική Φυσικών Επιστημών (Χατζηγεωργίου & Έξαρχος 2004), ορίζεται ως «η ικανότητα να χρησιμοποιεί κάποιος την επιστημονική γνώση, να διατυπώνει ερωτήματα και να εξάγει συμπεράσματα βασισμένα σε εμπειρικά δεδομένα, έτσι ώστε να κατανοεί και να βοηθά στη λήψη αποφάσεων για το φυσικό κόσμο και τις αλλαγές που συμβαίνουν σ' αυτόν μέσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα» (OECD 2000, p. 10) και θεωρείται απαραίτητος για την ορθολογική σκέψη και χρήση εννοιών των Φυσικών Επιστημών σχετικά με προσωπικά, κοινωνικοπολιτικά, οικονομικά ζητήματα (Σιάχος & Σπηλιωτοπούλου 2002). Ο Πρακτικός (Practical), Πολιτικός (Civic), Πολιτισμικός (Cultural), Δημόσιος Επιστημονικός Γραμματισμός (Public Scientific Literacy) αποτελούν επίπεδά του (Husén & Postlethwaite 1994, Χατζάβαλος & Τσαπαρλής 2009). Ακόμη, ανάλογα με τις ατομικές ικανότητες, χωρίζεται σε: Ονομαστικό Επιστημονικό Γραμματισμό (Nominal Scientific Literacy), Λειτουργικό (Functional), Εννοιολογικό-Διαδικαστικό (Conceptual-Procedural), Πολυδιάστατο (Multidimensional) και Επιστημονικό Αναλφαβητισμό (Scientific Illiteracy) (Trowbridge et al. 2000, Χατζάβαλος & Τσαπαρλής 2009). Πιο αναλυτικά στις ανωτέρω κατηγοριοποιήσεις αναφέρεται η Κίτσιου (2015). Ο Καρύδας (2010) αναδεικνύει το ζήτημα του Επιστημονικού Γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες με στόχο την ουσιαστική συμμετοχή εκπαιδευτικών στην εκπαιδευτική διαδικασία και την μετατροπή τους σε κοινωνικά ενεργούς διανοούμενους, που ενδιαφέρονται για την δημοκρατική αλλαγή του σχολείου, της κοινωνίας και



την προστασία του περιβάλλοντος. Έτσι, ο επιστημονικός γραμματισμός για όλους αποτελεί επιτακτική ανάγκη του 21^{ου} αιώνα (Nelson 1999) και επιβάλλεται να μεγιστοποιηθεί η ικανότητά μας κατανόησής του και εκμάθησης περισσότερων γι' αυτόν (AAAS 2001). Ως βασικές δεξιότητες του αιώνα λογίζονται οι συσχετιζόμενες με Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική (Engineering), Μαθηματικά (OECD 2007). Βέβαια, λίγοι εκπαιδευτικοί διαθέτουν στοιχειώδη εκπαίδευση σε Φυσικές Επιστήμες και Μαθηματικά (AAAS 1989). Ο επιστημονικός γραμματισμός, όμως, δύναται να αποτελέσει κινητήριο δύναμη για την κατανόηση του κόσμου σε μια κοινωνία με τόσο αυξανόμενη επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη (Papadopoulos & Seroglou 2016). Συνεπώς, η βασική κατανόηση επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών κρίνεται απαραίτητη για την καθημερινή ζωή κι αποτελεί βάση για δια βίου εκπαίδευση (Hahn et al. 2013). Στην παρούσα εργασία, εξετάζουμε αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών τόσο για έννοιες επιστημονικού γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες, όσο και για βασικές έννοιες μηχανικής υπό το πρίσμα του ομώνυμου κεφαλαίου της Φυσικής –κι όχι του τεχνολογικού γραμματισμού-. Από τους κλάδους της Φυσικής, επιλέχθηκε η μηχανική, διότι συμπεριλαμβάνει τις περισσότερες έννοιες και πολλοί τη θεωρούν το σημαντικότερο κεφάλαιο. Οι Carson & Rowlands (2005) της προσδίδουν εξέχουσα θέση, καθώς αρκετοί τομείς της Φυσικής (π.χ. ηλεκτρισμός) ορίζονται από αυτήν - για παράδειγμα, χωρίς τους νόμους της κίνησης δε θα υπήρχε η ηλεκτρομαγνητική θεωρία (όπ. αναφέρεται στον Κώστη 2011). Σύμφωνα με τον Hewitt (1997) τα κεφάλαια της μηχανικής είναι η μελέτη της κίνησης, η κίνηση βλημάτων και δορυφόρων, οι νόμοι της κίνησης του Νεύτωνα, η ορμή, η ενέργεια, η περιστροφική κίνηση και η παγκόσμια έλξη.

Τέλος, ο Καράογλου (2015) υποστηρίζει ότι τα άτομα που έχουν διδαχθεί κάτι παραπάνω στις Φυσικές Επιστήμες εμφανίζουν καλύτερες επιδόσεις σε θέματα επιστημονικού γραμματισμού και αναφέρεται σε παρόμοια αποτελέσματα από έρευνες National Science Board (1992-2012). Αντίστοιχα αποτελέσματα αναμένουμε για τα άτομα που έχουν παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο. Διαπιστώσεις από διαγωνισμό PISA (2006) δείχνουν ότι μαθητές με υψηλότερο ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις στον δείκτη επιστημονικού γραμματισμού (OECD 2007). Έτσι, το προσωπικό ενδιαφέρον επιτελεί σημαντικό ρόλο στη μάθηση και σχετίζεται με το γνωστικό περιεχόμενο, τη διατήρηση θετικής σχέσης με την επιστημονική γνώση και την ικανότητα για μάθηση (Καράογλου 2015). Οι Papadopoulos & Seroglou (2016) εκτιμούν ότι οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσελκύσουν τους μαθητές σε δια βίου ενδιαφέρον για τις Φυσικές Επιστήμες, αρκεί να υπάρχει υψηλό επίπεδο κατοχής επιστημονικής γνώσης, ενδιαφέρον και αγάπη των ίδιων για αυτές. Μέσω της παρούσας έρευνας, διερευνούμε αν το επιπλέον ενδιαφέρον για θέματα Φυσικών Επιστημών, εκφραζόμενο μέσω της παρακολούθησης επιμορφωτικού σεμιναρίου, συμβάλλει στην αύξηση των απαντήσεων των συμμετεχόντων, που συνάδουν με την επιστημονική γνώση, σε έννοιες Μηχανικής (Mechanics) και Επιστημονικού Γραμματισμού (Scientific Literacy).

2. Μεθοδολογία

Ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο τριών ενότητων -12 ερωτήσεις δημογραφικών στοιχείων, 19 (πολλαπλής επιλογής) Μηχανικής και 19 (πολλαπλής επιλογής) Επιστημονικού Γραμματισμού-. Οι συμμετέχοντες ήταν 72 άνδρες, 462 γυναίκες. Ως δειγματοληπτική μέθοδος χρησιμοποιήθηκε η απλή τυχαία συνδυαστικά με τη δειγματοληψία κατά συστάδες. Η σπουδαιότητα της έρευνας έγκειται στη σύνθεση του δείγματος (μελλοντικοί εκπαιδευτικοί) και στην επικαιρότητα του θέματος (επιτακτική ανάγκη συνεχής συμμετοχής σε επιμορφωτικά σεμινάρια)· ενώ η πρωτοτυπία, στις εξεταζόμενες μεταβλητές. Ως στατιστική μέθοδος χρησιμοποιήθηκαν τα t-tests. Για την εξασφάλιση της προϋπόθεσης ύπαρξης κανονικότητας



δημιουργήθηκαν ιστογράμματα για κάθε υποπληθυσμό -Group1=όσοι παρακολούθησαν σεμινάριο Φυσικών Επιστημών, Group2=όσοι δεν παρακολούθησαν-. Μάλιστα για την 1^η ομάδα διενεργήθηκαν έλεγχοι Kolmogorov-Smirnov, επειδή απ' τα ιστογράμματα δεν ήταν ξεκάθαρη η ύπαρξη κανονικότητας.

3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώσαμε ότι μόλις 8 άτομα (1,5%) απάντησαν καταφατικά· ποσοστό αναμενόμενο, καθότι το δείγμα είναι εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί. Τα συγκεκριμένα άτομα έχουν διδαχθεί, όπως προέκυψε απ' τις απαντήσεις τους, από 1 έως 4 Πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικών Επιστημών και κατανέμονται ως προς το φύλο: 2 άνδρες, 6 γυναίκες, ως προς το έτος: 3 δευτεροετείς, 5 τεταρτοετείς και ως προς την κατεύθυνση (του Λυκείου): 6 θεωρητικής, 2 τεχνολογικής. Επιπλέον στο υποερώτημα «Ποιο σεμινάριο ή εκπαιδευτικό πρόγραμμα;» απάντησαν ως εξής:

- Big bang/ Cern (2 άτομα)
- Αστροφυσική (1 άτομο)
- Εναλλακτικές ιδέες μαθητών, Βόλος 2013 (1 άτομο)
- Οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο (1 άτομο)
- Ύλη & Ενέργεια (1 άτομο)
- καμία απάντηση (2 άτομα)

H_{0.1}: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο απαντήσεων, σύμφωνων με την επιστημονική γνώμη, για τις ερωτήσεις Μηχανικής μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο/-α επιμορφωτικό/-ά σεμινάριο/-α Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

H_{1.1}: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο απαντήσεων, σύμφωνων με την επιστημονική γνώμη, για τις ερωτήσεις Μηχανικής μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο/-α επιμορφωτικό/-ά σεμινάριο/-α Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

Ενδεικτικά, μια απ' τις ερωτήσεις μηχανικής (μέρος Β' του ερωτηματολογίου) ήταν:

«*Η δύναμη είναι μια μορφή ενέργειας.* *Σωστό* *Λάθος* *Δε γνωρίζω.*»

Τα άτομα, λοιπόν, που παρακολούθησαν κάποιο επιμορφωτικό σεμινάριο Φυσικών Επιστημών κατά μέσο όρο απάντησαν σύμφωνα με την επιστημονική γνώμη σε 8,75 από τις 19 ερωτήσεις Μηχανικής, ενώ αυτά που δηλώνουν ότι δεν έχουν παρακολουθήσει σε 8,05. Από τα αποτελέσματα του t-test προκύπτει $p_{\text{mix}}=0,471$, $t(531)=0,722$ και $p_{\text{μον}}=0,471:2=0,236>5\%$. Συνεπώς δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι η παρακολούθηση κάποιου σεμιναρίου δεν επηρεάζει τον αριθμό των συμβατών με την επιστημονική γνώμη απαντήσεων στο Β' μέρος του ερωτηματολογίου.

H_{0.2}: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο απαντήσεων, σύμφωνων με την επιστημονική γνώμη, για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο/-α επιμορφωτικό/-ά σεμινάριο/-α Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

H_{1.2}: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο απαντήσεων, σύμφωνων με την επιστημονική γνώμη, για τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο/-α επιμορφωτικό/-ά σεμινάριο/-α Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

Ενδεικτικά, μία από τις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού (μέρος Γ' του ερωτηματολογίου) ήταν:



- «Ο ευτροφισμός είναι ένα είδος ρύπανσης των υδάτων, λόγω:
- φυσικών επιδράσεων.
 - χημικών επιδράσεων.
 - παθογενών επιδράσεων.
 - ραδιενεργών επιδράσεων.
 - πετρελαιογενών επιδράσεων.
 - όλων των ανωτέρω.
 - άλλων επιδράσεων.»

Τα άτομα που παρακολούθησαν, λοιπόν, κάποιο επιμορφωτικό σεμινάριο με θεματολογία τις Φυσικές Επιστήμες απάντησαν σύμφωνα με την επιστημονική γνώμη κατά μέσο όρο σε 9,88 ερωτήσεις από τις 19 που περιείχε το Γ' μέρος του ερωτηματολογίου. Από την άλλη, τα άτομα που δεν παρακολούθησαν απάντησαν ορθά κατά μέσο όρο σε 7,6 ερωτήσεις. Υπάρχει αξιοπρόσεκτη διαφορά μεταξύ των δύο υποομάδων. Από τον έλεγχο t έχουμε $t(531)=2,433$ και $r_{\text{σπ}}=0,015$. Έτσι προκύπτει $r_{\text{μον}}=0,015:2=0,0075<0,05$. Επομένως συμπεραίνουμε ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική και η παρακολούθηση ή μη κάποιου σεμιναρίου επηρεάζει τον αριθμό των συμβατών με την επιστημονική γνώμη απαντήσεων του δείγματος στις ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού.

H_{0.3}: Δεν υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο απαντήσεων, σύμφωνων με την επιστημονική γνώμη, μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο/-α επιμορφωτικό/-ά σεμινάριο/-α Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

H_{1.3}: Υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο απαντήσεων, σύμφωνων με την επιστημονική γνώμη, μεταξύ των ατόμων που παρακολούθησαν κάποιο/-α επιμορφωτικό/-ά σεμινάριο/-α Φυσικών Επιστημών και αυτών που δεν παρακολούθησαν.

Ο μέσος όρος απαντήσεων που δεν αντιτίθενται στην επιστημονική γνώμη για την πρώτη ομάδα ανέρχεται σε 18,63 σε σύνολο 38 ερωτήσεων και είναι μεγαλύτερος από το μέσο όρο της δεύτερης ομάδας, 15,64. Η τιμή του κριτηρίου είναι $t(531)=1,856>0$ και η τιμή δίπλευρου ελέγχου $r_{\text{διπ}}=0,064$, διαμορφώνοντας τη τιμή του μονόπλευρου ελέγχου ως εξής: $r_{\text{μον}}=0,064:2=0,032<5\%$. Επομένως, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% (όχι όμως και για $\alpha=1\%$), ο μέσος όρος των συμβατών με την επιστημονική γνώμη απαντήσεων είναι μεγαλύτερος στην πρώτη ομάδα απ' ό,τι στη δεύτερη.

4. Συμπεράσματα

Τα άτομα που παρακολούθησαν κάποιο επιμορφωτικό σεμινάριο ή εκπαιδευτικό πρόγραμμα εντασσόμενο στη θεματική των Φυσικών Επιστημών ανέρχονται σε πολύ μικρό ποσοστό σε σχέση με αυτά που δηλώνουν ότι δεν έχουν παρακολουθήσει κάτι αντίστοιχο. Συνεπώς, δεν γενικεύουμε στον ευρύτερο πληθυσμό. Όμως, απ' τα αποτελέσματα, συμπεράναμε ότι ο αριθμός των συμβατών με την επιστημονική άποψη απαντήσεων, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%, δεν είναι ανεξάρτητος της παρακολούθησης ή μη επιμορφωτικών σεμιναρίων από τον κλάδο των Φυσικών Επιστημών. Επιμέρους, και ο αριθμός των απαντήσεων στο Γ' μέρος (ερωτήσεις επιστημονικού γραμματισμού), που συμφωνούν με την επιστημονική γνώμη, επηρεάζεται από την παρακολούθηση επιμορφωτικών σεμιναρίων και παρατηρείται αύξηση του μέσου όρου τους. Δηλαδή τα άτομα που έχουν παρακολουθήσει κάτι σχετικό έχουν ευρύτερες γνώσεις Φυσικών Επιστημών που αποτυπώνονται σε περισσότερες απαντήσεις σύμφωνες με την επιστημονική γνώμη· το οποίο συμφωνεί και με ευρήματα ερευνών που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή. Αντίθετα η παρακολούθηση κάποιου σεμιναρίου προέκυψε ότι δεν επηρεάζει τον αντίστοιχο αριθμό απαντήσεων στο Β' μέρος του ερωτηματολογίου (ερωτήσεις μηχανικής) και οι διαφορές μεταξύ των δύο υποπληθυσμών είναι τυχαίες και μη στατιστικά σημαντικές.

Τέλος, προτείνεται η πραγματοποίηση μελλοντικής έρευνας με δείγμα -που έχει παρακολουθήσει αντίστοιχα επιμορφωτικά σεμινάρια- μεγαλύτερο, ώστε να είναι ασφαλέστερο στατιστικά να προβούμε σε γενικεύσεις των συμπερασμάτων. Επιπροσθέτως, συνίσταται η διεξαγωγή έρευνας



εις βάθος σχετικά με τα επιμορφωτικά σεμινάρια των εκπαιδευτικών στις Φυσικές Επιστήμες, τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τους και τη πιθανή τους σύνδεση με τον επιστημονικό γραμματισμό.

5. Βιβλιογραφία

Αναστασιάδης, Π. (2013). Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών. Βασικές Αρχές Σχεδιασμού και Υλοποίησης. *Εκπαίδευση Ενηλίκων και Πολιτισμός στην Κοινότητα*, 10. Ανακτήθηκε από <http://cretaadulteduc.gr/blog/?cat=26> .

Γεωργιάδου, Α., Γκάγκαλη, Α., & Σιδηροπούλου, Σ., (2014). *Επιμορφωτικές ανάγκες εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης – Έρευνα* (Πτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Θράκης/Π.Τ.Δ.Ε., Αλεξανδρούπολη.

Hewitt, P. G. (1997). *Οι έννοιες της Φυσικής* (5^η έκδ., τομ. 1), (μτφ.: Ε. Σηφάκη). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. (έτος έκδοσης πρωτότυπου 1985).

Καραγιάννη, Γ. – Κ. (2018). *Η Επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στο πλαίσιο της Δια βίου Μάθησης* (Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος. Ανακτήθηκε από <http://hellenicus.lib.aegean.gr/> .

Καράογλου, Γ. (2015). *Σχέση των αντιλήψεων ενήλικων σε έννοιες και νόμους της φυσικής με τον επιστημονικό εγγραμματισμό τους* (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Καρύδας, Α. Κ. (2010). Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες με στόχο τη διαμόρφωση των εκπαιδευτικών ως κοινωνικά ενεργών διανοούμενων. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 32-33, 80-86. Ανακτήθηκε από: <http://pc204.lib.uoi.gr/serp/index.php/serp/article/viewFile/99/121> .

Κίτσιου, Ελ. (2015). *Ο επιστημονικός γραμματισμός φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. ως συνάρτηση των εναλλακτικών ιδεών σε έννοιες της Φυσικής* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων/Π.Τ.Δ.Ε., Ιωάννινα.

Κώτσης, Κ. Θ. (2011). *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της Φυσικής*. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Νάννη, Ε., Κολοκορή, Ε., Κορνελάκη, Α., Κολιός, Ν., Σταμούλης, Ε. (2017). Νερό και Αειφορία: μία πρόταση επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στο πλαίσιο της Θεωρίας της Δραστηριότητας. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 64-65, 68-82. Ανακτήθηκε από <http://www.lib.uoi.gr/serp/> .

Ρες, Γ. (2006). Σκέψεις και προσδοκίες των εκπαιδευτικών για την επιμόρφωσή τους, *Νέα Παιδεία*, 118, 116-130.

Σιάχος, Χ., & Σπηλιωτοπούλου, Β. (2002). Διερεύνηση όψεων του επιστημονικού αλφαριθμητισμού: Η περίπτωση της νανοτεχνολογίας. *Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Κρήτη*. Ανακτήθηκε από <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/337.pdf> .

Χαρτζάβαλος, Σ., & Τσαπαρλής, Γ. (2009). Επιστημονικός αλφαριθμητισμός των αποφοίτων του λυκείου και πυρηνική φυσική-γνώση βασικών εννοιών από πρωτοετείς φοιτητές φυσικής, με προεκτάσεις και σε θέματα ειρήνης και αειφόρου ανάπτυξης. *Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Φλώρινα*. Ανακτήθηκε από <http://www.uowm.gr/kodifeet/el/node/236.html>

Χατζηγεωργίου, Ι., & Έξαρχος, Ι. (2004). Προς μια λειτουργική έννοια του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. *Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», (τόμ. 1), Αθήνα*.

Χατζηπαναγιώτου, Π. (2001). *Επιμόρφωση εκπαιδευτικών: Ζητήματα Οργάνωσης, Σχεδιασμού και Αξιολόγησης*. Αθήνα: Τυπωθήτω.



American Association for the Advancement of Science (AAAS), (2001). *Designs For Science Literacy*. New York: Oxford University Press. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/designs/online/default.htm>

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/intro.htm> .

Hahn I., Schops K., Ronnebeck S., Martensen M., Hansen S., Sab S., Dalehefte I., Prenzel M. (2013), Assessing scientific literacy over the lifespan - A description of the NEPS science framework and the test development, *Journal for Educational Research Online*, 5 (2), 110-138.

Husén, T., & Postlethwaite (1994). *The International Encyclopedia of Education* (Vol. 9, p. 5345-5349). England, Kidlington: Pergamon.

Nelson, G. (1999). Science Literacy for All in the 21st Century. *Educational Leadership*, 57 (2). Retrieved from <http://www.project2061.org/research/articles/ascd.htm> .

OECD (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World*. Retrieved from <http://oecd.org> .

OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD

Papadopoulos, P., & Seroglou, F., (2016). Developing Analysis Frameworks for Scientific Literacy Activities. *Science Education: Research & Praxis*, 40-41, 5-29. Retrieved from <http://pc204.lib.uoi.gr/serp/index.php/serp/article/viewFile/128/164> .

Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Powell, J. C. (2000). *Teaching Secondary School Science. Strategies for Developing Scientific Literacy* (7nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.



Εργαστηριακές ασκήσεις στο μάθημα της Χημείας: Δυσκολίες υλοποίησης και κριτήρια αξιολόγησης από τους καθηγητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Άννα Κουκά, Μανώλης Βαρβαντάκης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧηNET)

Περίληψη

Διερευνήθηκαν οι δυσκολίες 250 εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και τα κριτήρια επιτυχούς διδασκαλίας των υποχρεωτικών εργαστηριακών ασκήσεων στο μάθημα της Χημείας μέσω 74 κλειστών ερωτήσεων ομαδοποιημένων σε 9 ενότητες. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι κυριαρχούν τα πειράματα επιβεβαίωσης και επίδειξης, ο περιορισμένος χρόνος για τις εργαστηριακές ασκήσεις και το μάθημα δυσκολεύουν τους καθηγητές, το αυξημένο ενδιαφέρον και η ευχαρίστηση των μαθητών αποτελούν τα κριτήρια επιτυχίας της διδασκαλίας τους.

Λέξεις-κλειδιά: Καθηγητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Μαθήματα Φυσικών Επιστημών στο Σχολείο, Χημεία, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Διδασκαλία της Χημείας

Laboratory experiments in the course of Chemistry: Difficulties and Success Criteria used by Secondary Education Teachers

Anna Kouka, Manolis Varvantakis

Graduate Programme "Chemical Education and New Educational Technologies", University of Athens, Greece

Abstract

We investigated the difficulties that faced 250 Secondary Education teachers when conducting laboratory experiments Chemistry, as well as the criteria that they set for evaluating laboratory teaching successful, using 74 closed questions in 9 groups. Analysis of the results showed that the majority of teachers used primarily expository and verification experiments, the main difficulties they faced are the large number of students per class and the limited hours available for the laboratory exercises and the teaching hours of the course, the main success criteria were the increase of interest for the subject of Chemistry and the pleasure of the whole process they gain.

Keywords: Secondary Education Teachers, Secondary School Science, Chemistry, Laboratory Experiments, Chemistry Instruction.



1. Εισαγωγή

Η επιτυχής διδασκαλία της Χημείας και η δημιουργία ενός κατάλληλου περιβάλλοντος μάθησης δημιουργεί προβληματισμούς καθώς έρευνες τα τελευταία χρόνια έχει αναδείξει ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν βασικές έννοιες και παρουσιάζουν πληθώρα παρανοήσεων. Οι εργαστηριακές ασκήσεις, αναπόσπαστο κομμάτι του μαθήματος της Χημείας μοιάζει να προσφέρουν σημαντικές εμπειρίες για μάθηση που δεν είναι διαθέσιμες σε άλλα σχολικά μαθήματα. Για παράδειγμα αναγνωρίζεται (Hofstein et al. 2013, Trowbridge et al. 2004) πως αποτελούν βάση για την ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως ακρόαση, παρατήρηση, διερεύνηση, συλλογή δεδομένων και έρευνα, αλλά και επικοινωνιακών, οργανωτικών, δημιουργικών και δεξιοτήτων χειρισμού. Επίσης, σύμφωνα με άλλες έρευνες είναι πολλά υποσχόμενες για την καλλιέργεια γενικότερων δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου όπως μεταγνώση, διατύπωση σχετικών και επιστημονικά ορθών ερωτήσεων και επιστημονική επιχειρηματολογία, δεξιοτήτων ικανών να προάγουν *μάθηση με κατανόηση* όπως επισημαίνεται στις ίδιες έρευνες.

Μια άλλη διάσταση προβληματισμών, εστιάζεται στις κοινωνικές παραμέτρους της μάθησης και την κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών κατά τη διαδικασία της μάθησης και της αξιολόγησης. Στο σχολικό εργαστήριο η συνεργατική μάθηση, η οποία δημιουργεί νέες δυνατότητες για βελτίωση της ποιότητας της μάθησης, εύκολα εφαρμόζεται ιδίως μέσω των πειραματικών δραστηριοτήτων σε μικρές ομάδες μαθητών.

Τέλος η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών στη μάθηση κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική, κι αυτό αποτελεί ένα από τα σημαντικά πορίσματα της σύγχρονης έρευνας που οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να δώσουν βάση (Βοσνιάδου, 2001). Στο περιβάλλον της εργαστηριακής άσκησης, κατά τη διάρκεια των πειραμάτων ή των δραστηριοτήτων η εμπλοκή των μαθητών είναι αυξημένη.

Η παρούσα μελέτη με σκοπό να διερευνήσει το πώς οι εκπαιδευτικοί υλοποιούν τις υποχρεωτικές εργαστηριακές ασκήσεις της Χημείας στο ελληνικό σχολείο είχε τα ερευνητικά ερωτήματα: α) Ποιες δυσκολίες συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων στο μάθημα της Χημείας; β) Πόσο η προτεινόμενη ομαδοσυνεργατική διδασκαλία των εργαστηριακών ασκήσεων της Χημείας δημιουργεί δυσκολίες στους εκπαιδευτικούς; γ) Ποια κριτήρια θέτουν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί για να θεωρήσουν επιτυχή τη διδασκαλία της Χημείας μέσω των εργαστηριακών ασκήσεων; δ) Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών και η κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ τους που ενισχύονται κατά την ομαδοσυνεργατική διεξαγωγή των πειραμάτων λαμβάνονται ως κριτήρια επιτυχίας;

2. Μεθοδολογία

Από τα αναλυτικά προγράμματα, τους σχολικούς εργαστηριακούς οδηγούς και τα βιβλία για τον καθηγητή Γυμνασίου και Λυκείου μελετήσαμε τους στόχους και τα κριτήρια αξιολόγησης για τις υποχρεωτικές εργαστηριακές ασκήσεις. Με βάση τα προηγούμενα κατασκευάσαμε ένα ερωτηματολόγιο 74 κλειστών ερωτήσεων τύπου (3βαθμη) Likert κατανεμημένων σε 9 ενότητες. Στις Ενότητες Ερωτήσεων 1, 2, 3 και 4, οι ερωτήσεις αναφέρονται τόσο στον τόπο στον οποίο λαμβάνουν χώρα οι ασκήσεις (σχολικό εργαστήριο, σχολική αίθουσα κ.λπ.), στο είδος (πειράματα επίδειξης, πειράματα από τους μαθητές ατομικά ή σε ομάδες, κ.λπ.), όσο και στον τρόπο με τον οποίο διεξάγονται (τι κάνουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της ασκήσεως π.χ. συμπλήρωση φύλλων εργασίας, διατύπωση υποθέσεων, συνόψιση των σημαντικότερων σημείων του πειράματος κ.λπ.). Στην Ενότητα Ερωτήσεων 5, στις απόψεις των εκπαιδευτικών για την ομαδοσυνεργατική διδασκαλία των εργαστηριακών ασκήσεων. Στην Ενότητα Ερωτήσεων 6, στους τρόπους που

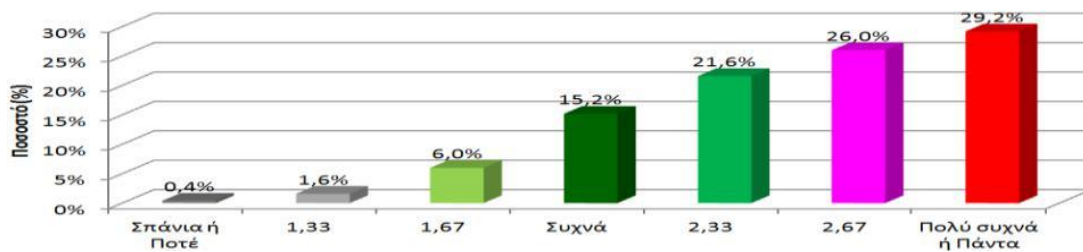


εργάζονται, αξιολογούνται και γενικά συμμετέχουν οι μαθητές. Στην επόμενη ενότητα στους στόχους που τίθενται από τους εκπαιδευτικούς, στην Ενότητα 8 στις δυσκολίες που συναντούν και, τέλος, στην Ενότητα 9, στα κριτήρια για να αξιολογήσουν ως επιτυχή τη διδασκαλία μιας άσκησης. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε επίσης ερωτήσεις δημογραφικές (φύλο, βαθμίδα εκπαίδευσης και είδος σχολείου, ειδικότητα, τόπος και χρόνια υπηρεσίας, εκπαιδευτικό επίπεδο) και ελέγχθηκε για την εγκυρότητα περιεχομένου και την αξιοπιστία «εσωτερικού περιεχομένου» (δείκτης Cronbach $\alpha=0.855$). Η στατιστική επεξεργασία έγινε με το πρόγραμμα IBM SPSS v 21.

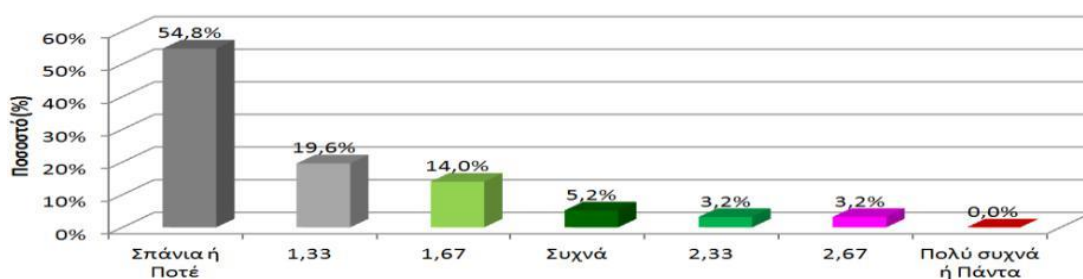
3. Αποτελέσματα

Η **Ενότητα Ερωτήσεων 6**, που ενδεικτικά παρουσιάζουμε, εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί ζητούν από τους μαθητές να συμμετέχουν στην πειραματική διαδικασία. Ο σκοπός των επιμέρους 11 ερωτήσεων (παρουσιάζονται στους Πίνακες 1, 2, 3) είναι να διερευνηθεί αν συνιστούν «κλασικά» πειράματα επιβεβαίωσης ή πειράματα διερεύνησης / ανακάλυψης και, επίσης, ποιες δεξιότητες επιδιώκεται να αποκτήσουν οι μαθητές (παρατήρηση, πρόβλεψη, διατύπωση υποθέσεων, εξήγηση, αξιολόγηση).

Σχήμα 1: Κατανομή σχετικών συχνοτήτων των απαντήσεων για τη χρήση πειραμάτων Επιβεβαίωσης ($M=2,50$ ($SD=0,44$))

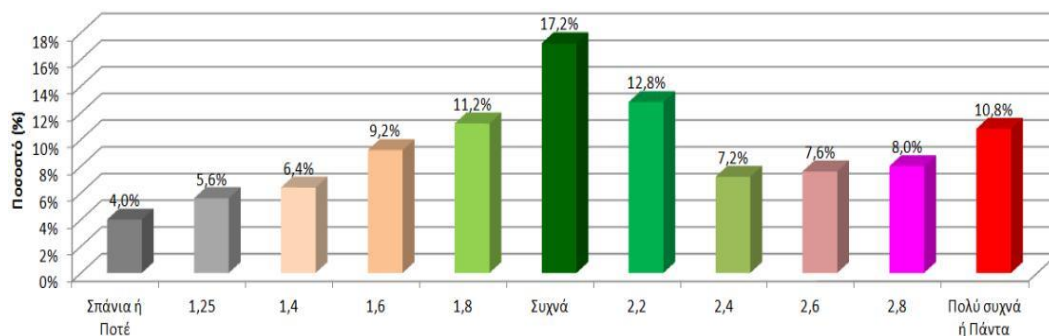


Σχήμα 2 : Κατανομή σχετικών συχνοτήτων των απαντήσεων για τη χρήση πειραμάτων Δημιουργικών Δεξιοτήτων ($M=1,31$ ($SD= 0,43$))





Σχήμα 3 : Κατανομή σχετικών συχνοτήτων των απαντήσεων για τη χρήση πειραμάτων Διερεύνησης
($M=2,10$ ($SD= 0,56$))



Βρέθηκε ότι τα πειράματα Επιβεβαίωσης (Σχήμα 1) αποτελούν τον συνηθέστερο τύπο πειραμάτων που χρησιμοποιούν οι Έλληνες εκπαιδευτικοί ($M=2,50$). Συχνή ($M = 2,10$) είναι η χρήση πειραμάτων στα οποία περιλαμβάνεται κάποιο στοιχείο Διερεύνησης (π.χ. σχεδίαση πειράματος ή ανάλυση και ερμηνεία εμπειρικών δεδομένων) όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Τα πειράματα Δημιουργικών Δεξιοτήτων (Σχήμα 3) στα οποία ζητείται επίσης από τους μαθητές διαδικασίες αξιολόγησης των συμμαθητών και αυτοαξιολόγηση φαίνεται να ζητούνται μάλλον σπάνια ($M = 1,31$).

Συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων του Ερωτηματολογίου

Για μια σφαιρική εικόνα για τη γνώμη των εκπαιδευτικών για τις πειραματικές διαδικασίες, προσπαθήσαμε να ανιχνεύσουμε την πιθανή ύπαρξη συσχέτισης παραγόντων του ερωτηματολογίου μεταξύ τους με το δείκτη Pearson (r), εντός των Ενοτήτων Ερωτήσεων και μεταξύ των Ενοτήτων Ερωτήσεων. Παρουσιάζουμε ενδεικτικά τη συσχέτιση παραγόντων εντός της Ενότητας Ερωτήσεων 6.

Πίνακας 1: Ερωτήσεις της Ενότητας 6 που σχετίζονται με τα πειράματα Διερεύνησης

Παράγοντας 1: Διερεύνηση

	Μεταβλητές	Φορτίσεις	Μέση τιμή (M)	Τυπική απόκλιση (SD)
1	κάνουν προβλέψεις (δ)	0.865	2.10	0.56
2	διατυπώσουν υποθέσεις (γ)	0.850		
3	αξιολογήσουν το αποτέλεσμα σε σχέση με την (αρχική) υπόθεση (ε)	0.790		
4	διατυπώσουν ερευνητικά ερωτήματα (στ)	0.564		
5	εφαρμόσουν ότι έμαθαν από την εργαστηριακή άσκηση στην επίλυση νέων προβλημάτων (ζ)	0.414		

Σημείωση Τα (δ), (γ), (ε), (στ), (ζ) δηλώνουν τις επιμέρους ερωτήσεις της Ενότητας 6.



Πίνακας 2: Ερωτήσεις της Ενότητας 6 σχετικές με τα πειράματα Δημιουργικών Δεξιοτήτων

Παράγοντας 2: Δημιουργικές δεξιότητες

	Μεταβλητές	Φορτίσεις	Μέση τιμή (M)	Τυπική απόκλιση (SD)
1	αξιολογήσουν οι ίδιοι την συμμετοχή τους στο εργαστήριο (ι)	0.826	1.31	0.43
2	αξιολογήσουν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας με τα οποία εκτέλεσαν το πείραμα (ια)	0.813		
3	σχεδιάσουν οι ίδιοι την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσουν (β)	0.487		

Σημείωση Τα (ι), (ια), (β) δηλώνουν τις επιμέρους ερωτήσεις της Ενότητας 6.

Πίνακας 3: Ερωτήσεις της Ενότητας 6 που σχετίζονται με τα πειράματα Επιβεβαίωσης

Παράγοντας 3: Πειράματα επιβεβαίωσης

	Μεταβλητές	Φορτίσεις	Μέση τιμή (M)	Τυπική απόκλιση (SD)
1	δώσουν εξηγήσεις για τις παρατηρήσεις τους (η)	0.732	2.50	0.44
2	συνοψίσουν τα σημαντικότερα σημεία του πειράματος, με βάση τις παρατηρήσεις τους (θ)	0.666		
3	ακολουθήσουν τις οδηγίες βήμα προς βήμα (α)	0.623		

Σημείωση Τα (η), (θ), (α) δηλώνουν τις επιμέρους ερωτήσεις της Ενότητας 6.

Βρέθηκε ότι οι παράγοντες 1 (πειράματα επιβεβαίωσης) και 3 (πειράματα διερεύνησης) έχουν τη μεγαλύτερη συσχέτιση (0.43 για $p < 0.01$ και $N = 250$). Επομένως, οι εκπαιδευτικοί που πραγματοποιούν πειράματα Επιβεβαίωσης ζητούν συγχρόνως και στοιχεία Διερεύνησης από τους μαθητές τους.

Τα πειράματα επιβεβαίωσης εμπλουτισμένα με στοιχεία διερεύνησης υλοποιούνται από την πλειοψηφία των εκπαιδευτικών, όπως παρουσιάσαμε παραπάνω. Τα συμπεράσματα της ευρύτερης έρευνας δείχνουν ότι τα πειράματα επίδειξης κυριαρχούν με διευρυμένη συμμετοχή των μαθητών. Οι εκπαιδευτικοί συναντούν δυσκολίες με τους πολλούς μαθητές ανά τάξη και τις λίγες ώρες διδασκαλίας της Χημείας. Έχουν θετική γνώμη για τα πειράματα από τους ίδιους τους μαθητές σε μικρές ομάδες γιατί αυξάνεται η συμμετοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών. Τα πλεονεκτήματα αυτά και η συνεργασία των μαθητών μεταξύ τους αποτελούν για τα κριτήρια επιτυχίας της πειραματικής διδασκαλίας. Το πλέον εντυπωσιακό αποτέλεσμα αποτελεί όμως η απάντηση της πλειοψηφίας των καθηγητών ότι δεν χρειάζονται περαιτέρω επιμόρφωση.

4. Συμπεράσματα

Το γενικό συμπέρασμα από την έρευνα είναι ότι οι εκπαιδευτικοί πολύ λίγο επωφελούνται από τις δυνατότητες των εργαστηριακών ασκήσεων για να εμπλουτίσουν τη διδασκαλία τους. Από τις απαντήσεις τους φαίνεται ότι δεν είναι ενήμεροι για τα πλεονεκτήματα που αυτές προσφέρουν και ότι χρειάζονται κατάλληλη εκπαίδευση στα πορίσματα της σύγχρονης έρευνας. Η γνώμη των



ίδιων των εκπαιδευτικών ότι δεν χρειάζονται επιμόρφωση πιστεύουμε ότι βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με τα προηγούμενα.

5. Βιβλιογραφία

Βοσνιάδου, Σ., (2001). Πώς μαθαίνουν οι μαθητές. Educational Practices Series, The International Academy of Education (IAE) and the International Bureau of Education (UNESCO).

Hofstein, A., Kipnis, M. & Abrahams, I. (2013). How to learn in and from the chemistry laboratory. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Teaching Chemistry - A Studybook* (pp. 153 - 182). Rotterdam: Sense Publishers.

Trowbridge, L., Bybee, R. & Powel - Carlson, J. (2004). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy* (8th ed.). Columbus: Merrill Prentice Hall.



Εφαρμογές Διαστημικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Σεισμογράφος κατασκευασμένος από μαθητές, βασισμένος σε διαστημικό όργανο

Γεώργιος Μπαμπασιδής

ΠΤΔΕ, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Περίληψη

Οι εφαρμογές της Διαστημικής επιστήμης και της Αστρονομίας στην εκπαίδευση προσφέρουν ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ομάδα μαθητών Γυμνασίου κατασκεύασε ένα ψηφιακό σεισμογράφο με υλικά και λογισμικό βασισμένα σε διαστημικό όργανο που είναι ήδη εγκατεστημένο στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό, αξιοποιώντας την εμπειρία της συμμετοχής τους από τον πανευρωπαϊκό διαστημικό διαγωνισμό «Astro Pi Challenge». Η κατασκευή υποβλήθηκε στον πανελλήνιο σχολικό διαγωνισμό «Φτιάξε το δικό σου σεισμογράφο», όπου βραβεύτηκε. Παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και τα μαθησιακά αποτελέσματα από αυτήν την διαδικασία.

Λέξεις-κλειδιά: Διαστημική, σεισμογράφος, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Space Science applications in Secondary Education: Space equipment-based seismograph made by students

Georgios Bampasidis

*Department of Primary Education, National & Kapodistrian University of Athens,
Secondary Education*

Abstract

Space Science and Astronomy educational applications offer a modern teaching tool in Science Education. Senior high school students built a digital seismograph by using materials and software based on space equipment that is installed in the International Space Station. The team exploited the experience gained by the participation in the European space science school competition «Astro Pi Challenge». The construction was submitted in the national school competition «Build your own seismograph», where it was awarded. The method and the learning results of the procedure are presented.

Keywords: Space Science, seismograph, secondary education



1. Εισαγωγή

Υπάρχει μια αντίληψη στο ευρύ κοινό ότι οι θετικές επιστήμες είναι δύσκολες και ακατανόητες για το μέσο πολίτη. Αυτή η αντίληψη οδηγεί σε αποστροφή των νέων από την ενασχόλησή τους με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία και τα Μαθηματικά (Osborne et al. 2003). Όμως, μέσω των θετικών επιστημών οι μαθητές αποκτούν επιπλέον εγκάρσιες δεξιότητες χρήσιμες για τον μελλοντικό πολίτη, όπως η ανάπτυξη επικοινωνιακών δεξιοτήτων και η συνεργασία σε ομάδες (UNESCO 2014).

Σε αυτό το πλαίσιο, η εκπαιδευτική κοινότητα αναζητά μεθόδους και καλές πρακτικές ώστε να ενισχυθεί η θετική στάση των μαθητών απέναντι στις επιστήμες και την τεχνολογία. Τελευταία συζητείται η εισαγωγή πρόσφατων ερευνητικών αποτελεσμάτων στην τυπική εκπαίδευση, ώστε η επιστήμη να προσεγγίσει τους μαθητές (π.χ. Blonder 2017), αλλά και την κοινωνία (Owen et al. 2012) μέσω των επιτευγμάτων της. Η Διαστημική επιστήμη, με την πληθώρα αποστολών σε όλες σχεδόν τις περιοχές του ηλιακού συστήματος, έχει παρουσιάσει εντυπωσιακές και σημαντικές ανακαλύψεις, όπως η μελέτη του συστήματος του Κρόνου από το διαστημόπλοιο Cassini (π.χ. Κριμιζής 2017) και μοιάζει ιδανική για εκπαιδευτικές εφαρμογές. Το ενδιαφέρον των μαθητών για το Διάστημα είναι τεράστιο, ενώ σχεδόν κάθε εβδομάδα μια είδηση από την Αστρονομία αναγνωρίζεται ως ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα παγκοσμίως (deGrasse Tyson 2019). Ειδικά στη χώρα μας, σχετικές με την Αστρονομία και το Διάστημα εκπαιδευτικές εφαρμογές βρίσκουν ανταπόκριση σε μεγάλο αριθμό μαθητών (Μουσάς 2018, Christidou 2006). Στο ελληνικό σχολείο όμως, δεν προσφέρεται ανεξάρτητο μάθημα Αστρονομίας και Διαστημικής από το 2014. Παρόλα αυτά, ποικίλες εκπαιδευτικές δραστηριότητες βασισμένες στην Αστρονομία έχουν σχεδιαστεί και δοκιμαστεί από εκπαιδευτικούς και επιστήμονες και τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά την εμπλοκή των μαθητών αλλά και τη στάση τους απέναντι στις Φυσικές επιστήμες (Bampasidis et al. 2019, Μπαμπασίδης 2018, Moussas et al. 2009, Ξενάκης & Σπανός 2012).

Στο παρόν άρθρο εξετάζεται εάν είναι εφικτή η μεταφορά γνώσης από τα διαστημικά πειράματα στο σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον και ποιες δεξιότητες καλλιεργούν οι εμπλεκόμενοι μαθητές μέσα από τέτοια εγχειρήματα.

2. Μεθοδολογία

Τα παραπάνω ερωτήματα διερευνήθηκαν μέσω της συμμετοχής ομάδας μαθητών Γυμνασίου σε δύο σχολικούς διαγωνισμούς. Η ομάδα συγκροτήθηκε από 8 μαθητές της Β' και Γ' τάξης του 20^{ου} Γυμνασίου Αθήνας, ηλικίας 13-14 ετών το σχολικό έτος 2017-18, που συμμετείχαν εθελοντικά με την συναίνεση των κηδεμόνων τους. Η ομάδα αποτελούνταν από 2 κορίτσια και 6 αγόρια τα οποία επιλέχθηκαν με βάση τη σχολική τους επίδοση. Τα βασικά κίνητρα ήταν το ενδιαφέρον τους για την Αστρονομία και η παρουσία σε δύο ανεξάρτητους μαθητικούς διαγωνισμούς. Το δείγμα χαρακτηρίζεται βολικό, αφού ο συγγραφέας ήταν και ο επιβλέπων εκπαιδευτικός και στους δύο διαγωνισμούς. Η σχολική μονάδα η οποία συμμετείχε στην υλοποίηση του προγράμματος, βρίσκεται στα Κάτω Πατήσια, μια περιοχή του κέντρου της Αθήνας που φιλοξενεί από χαμηλά μέχρι και μεσαία οικονομικά στρώματα. Οι επιπτώσεις της πρόσφατης οικονομικής κρίσης επηρεάζουν σημαντικά την κοινωνική ζωή των κατοίκων της περιοχής και ειδικότερα των νέων (π.χ. ανεργία, ανασφάλεια, παραβατικότητα, χαμηλή αυτοεκτίμηση, αβεβαιότητα για το μέλλον).

Χρονολογικά προηγήθηκε η συμμετοχή στον πανευρωπαϊκό διαγωνισμό διαστημικής «Astro Pi



Challenge» που συνδιοργανώθηκε από την European Space Agency (ESA) και το Raspberry Pi Foundation. Η πρόκληση του διαγωνισμού ήταν ο σχεδιασμός ενός επιστημονικού πειράματος που θα εκτελεστεί, εφόσον επιλεγεί από την επιτροπή του διαγωνισμού, στο μικροϋπολογιστή Raspberry Pi που είναι ήδη εγκατεστημένος στο Διεθνές Διαστημικό Σταθμό (ΔΔΣ). Η ESA παρέιχε τον απαραίτητο εξοπλισμό που αποτελείται από την αναπτυξιακή πλατφόρμα Raspberry Pi 3B και την κάρτα αισθητήρων Raspberry Pi Sense Hat με βαρόμετρο, θερμόμετρο, κάμερα, γυροσκόπιο, επιταχυνσιόμετρο, μαγνητόμετρο και αισθητήρα υγρασίας. Βασική επιδίωξη της ομάδας ήταν η εξοικείωση των μαθητών με την πλατφόρμα και τον προγραμματισμό των αισθητήρων σε γλώσσα Python v3.4. Η γλώσσα προγραμματισμού Python είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα ανοικτού κώδικα και έχει τη δυνατότητα να μπορεί να εκτελεστεί σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Είναι αρκετά φιλική προς το χρήστη, εύκολη στην εκμάθηση και έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά εκπαιδευτικά εγχειρήματα (McGuffee & Salan 2018). Η ιδέα της ομάδας ήταν ο σχεδιασμός ενός πειράματος μέτρησης της μεταβολής της πίεσης και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του Σταθμού σε σχέση με τη θέση του ΔΔΣ ως προς τον Ήλιο. Η εργασία της ομάδας και τα αποτελέσματα αυτού του εγχειρήματος περιγράφονται στο Bampasidis et al. (2019).

Ο δεύτερος διαγωνισμός ήταν ο πανελλήνιος μαθητικός διαγωνισμός «Φτιάξε το δικό σου σειсмоγράφο» που συνδιοργάνωσαν το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Αστεροσκοπείου Αθηνών και η Ελληνογερμανική Αγωγή. Το αντικείμενο του διαγωνισμού ήταν η κατασκευή ενός λειτουργικού οργάνου καταγραφής της σεισμικής δόνησης.

Στο παρόν άρθρο θα εστιάσουμε στη συμμετοχή στο δεύτερο διαγωνισμό, όπου η ομάδα επιχείρησε να κατασκευάσει έναν ψηφιακό σειсмоγράφο, βασισμένο στην πλατφόρμα Astro Pi. Οι μαθητές επεξεργάστηκαν το αντικείμενο του διαγωνισμού με καθοδηγούμενη διερεύνηση. Επιλέχθηκε αυτός ο τρόπος προσέγγισης διότι το υπό μελέτη θέμα αντιμετωπίστηκε ως εργαλείο οικοδόμησης στάσεων, ώστε να ερευνηθούν οι μαθητές μόνοι τους τα προβλήματα (Bigge & Shermis 2014). Πραγματοποιήθηκαν εβδομαδιαίες συναντήσεις της ομάδας όπου οι μαθητές συζητούσαν τα ζητήματα που προέκυπταν και αναζητούσαν λύσεις. Αρχικά έγινε χαρτογράφηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών από τον εκπαιδευτικό. Διατυπώθηκαν ερωτήματα πάνω στα οποία εργάστηκε η ομάδα και αναπτύχθηκαν έννοιες όπως το φαινόμενο του σεισμού, οι αρχές λειτουργίας του σειсмоγράφου και οι τρόποι καταγραφής των σεισμικών δονήσεων. Οι μαθητές κλήθηκαν να συσχετίσουν τις δυνατότητες του διαθέσιμου εξοπλισμού (μικροϋπολογιστής Raspberry Pi και αισθητήρες) με την καταγραφή της δόνησης και οδηγήθηκαν στην ανάγκη μέτρησης της σεισμικής επιτάχυνσης. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να τροποποιήσουν τον κώδικα που είχαν ήδη συντάξει σε γλώσσα Python (ένα δείγμα στο Bampasidis et al. 2019) για τον διαγωνισμό Astro Pi, ώστε να καταγράφει τις σεισμικές επιταχύνσεις του εδάφους. Τέλος, αναζητήσαν τρόπους κατασκευής της κατάλληλης διάταξης για την καταγραφή, στηριζόμενοι στις αρχές λειτουργίας των σειсмоγράφων.

Η ομάδα εργάστηκε με επιτυχία και για τους δύο διαγωνισμούς από τον Οκτώβριο του 2017 έως και το Μάρτιο του 2018. Η συνεργασία των μελών της ήταν αρμονική.

Μετά το πέρας των διαγωνισμών ζητήθηκε από τους μαθητές να αποτιμήσουν τις συμμετοχές τους και να περιγράψουν τις εμπειρίες τους μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων. Επιλέχθηκε το εργαλείο των ημιδομημένων συνεντεύξεων αντί των ερωτηματολογίων, λόγω του μικρού δείγματος των εμπλεκόμενων μαθητών-μελών της ομάδας. Επιπλέον με αυτόν τον τρόπο οι συμμετέχοντες μπορούν να περιγράψουν τις εμπειρίες τους, αναδεικνύοντας ενδιαφέρουσες παραμέτρους από τη συμμετοχή τους. Αντίστοιχες τεχνικές είναι συνήθεις στην βιβλιογραφία (π.χ. Shirazi 2017). Οι συνεντεύξεις έλαβαν χώρα στο περιβάλλον του σχολείου από τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό. Η αποδελτίωση των συνεντεύξεων περιγράφεται στην ενότητα των αποτελεσμάτων.



3. Αποτελέσματα

Σε όλη τη διάρκεια του εγχειρήματος της κατασκευής του σειсмоγράφου ήταν αξιοσημείωτη η διάθεση των μαθητών-μελών της ομάδας να εφαρμόσουν όσα έμαθαν από το χώρο του διαστήματος σε ένα άλλο επιστημονικό αντικείμενο. Ο διαγωνισμός της ESA δεν άφηνε πολλά περιθώρια αυτενέργειας λόγω του μικρού διαθέσιμου χρόνου για την προετοιμασία και κατάθεση της πρότασης. Οι μαθητές θα έπρεπε να σχεδιάζουν, να μαθαίνουν προγραμματισμό, να δοκιμάζουν και να βελτιώνουν, αλλά και ταυτόχρονα να συγκροτήσουν την ομάδα τους, αναλαμβάνοντας ρόλους και αναζητώντας ρυθμό εργασίας. Κατά τη διάρκεια των εργασιών της ομάδας παρατηρήθηκε ότι στην περίπτωση του «Astro Pi Challenge» ήταν έκδηλη η επιθυμία των παιδιών να ασχοληθούν με θέματα Διαστήματος (Bampasidis et al. 2019). Η εκμάθηση της γλώσσας Python δεν δυσκόλεψε τους μαθητές, που αξιοποίησαν διαδικτυακές πηγές όσες φορές χρειάστηκε.

Η συμμετοχή στο διαγωνισμό του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου και της Ελληνογερμανικής Αγωγής ήταν πιο ελεύθερη, δεδομένου ότι η ομάδα είχε αποκτήσει συνοχή, οι ρόλοι ήταν καθορισμένοι και η αυτοπεποίθηση των μελών είχε ενισχυθεί. Η κατασκευή επιλέχθηκε να είναι ένας επιταχυνσιογράφος, λόγω των διαθέσιμων αισθητήρων επιτάχυνσης και προσανατολισμού (γυροσκόπιο) του kit της ESA και του μικροϋπολογιστή Raspberry Pi (Εικόνα 1). Οι μαθητές έπρεπε πρώτα να κατανοήσουν τις αρχές λειτουργίας των σεισμικών οργάνων, ώστε να μπορέσουν εφαρμόσουν βασικές γνώσεις προγραμματισμού που απέκτησαν από το Astro Pi σε ένα πραγματικό πρόβλημα. Επιπλέον, για να κατασκευάσουν ένα λειτουργικό επιταχυνσιογράφο με απλά υλικά, χρειάστηκε να σχεδιάσουν, να πειραματιστούν και να επεκταθούν σε άλλους τομείς της Τεχνολογίας, όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση.

Η κατασκευή που υλοποίησαν οι μαθητές αποτελείται από 3 μέρη. Ο μικροϋπολογιστής βρίσκεται σε θήκη (Εικ. 1 μεσαίο τμήμα). Τοποθετήθηκε οθόνη αφής επίσης σε θήκη για τον έλεγχο του συστήματος (Εικ. 1 ανώτερο τμήμα). Η τροφοδοσία της διάταξης παρέχεται από φορητή μπαταρία – powerbank (Εικ. 1 κατώτερο τμήμα). Όλες οι θήκες τυπώθηκαν σε 3D εκτυπωτή. Οι σεισμικές επιταχύνσεις καταγράφονται από τους αισθητήρες επιτάχυνσης σαν συνάρτηση του χρόνου, ενώ ταυτόχρονα ένα γυροσκόπιο μετρά τις γωνίες κλίσης του οργάνου κατά την ταλάντωση. Το σύστημα αναρτήθηκε με ελατήριο σε τρίποδο σχολικού εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών, ώστε να λειτουργεί ταυτόχρονα και ως εκκρεμές και ως καταγραφικό. Έτσι το όργανο μετρά την επιτάχυνση σε τρεις κατευθύνσεις, βορράς-νότος, ανατολή-δύση και κατακόρυφα. Η προσπάθεια της ομάδας βραβεύθηκε ως μία από τις 8 καλύτερες από τις 120 περίπου υποψηφιότητες που υποβλήθηκαν πανελληνίως σε ειδική τελετή το 2018.

Εικόνα 1: Ο επιταχυνσιογράφος που κατασκεύασε η ομάδα των μαθητών στο πλαίσιο του διαγωνισμού «Φτιάξε το δικό σου σειсмоγράφο».





Επιγραμματικά, οι μαθητές με τη συμμετοχή τους στους διαγωνισμούς στη μία περίπτωση διαχειρίστηκαν μία έτοιμη πειραματική πλατφόρμα, ενώ στη δεύτερη κατασκεύασαν οι ίδιοι τη διάταξη του πειράματός τους. Στις συνεντεύξεις τους όλοι οι μαθητές αξιολόγησαν θετικά τη συμμετοχή τους και εξέφρασαν την επιθυμία να συμμετάσχουν ξανά σε τέτοια εγχειρήματα. Τόνισαν ότι το θέμα από την Αστρονομία τους οδήγησε να δηλώσουν συμμετοχή αρχικά στην ομάδα και ότι η μέθοδος προσέγγισης της κατασκευής του σειсмоγράφου τους βοήθησε να κατανοήσουν το πρόβλημα και να προχωρήσουν στην κατασκευή. Περιέγραψαν με ενθουσιασμό την ενασχόλησή τους με ένα θέμα από το Διάστημα και εντυπωσιάστηκαν από την εφαρμογή του αντικείμενου σε άλλο πεδίο. Ανέφεραν ότι θα εφαρμόσουν τον προγραμματισμό και σε άλλες δραστηριότητες στη ζωή τους ή σε μαθήματα. Τέλος, δήλωσαν ότι βελτιώθηκε η στάση τους για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία αλλά και για το σχολείο γενικότερα και ότι θα σκεφτούν να ακολουθήσουν σχετικές σπουδές.

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετάται εάν ένα αντικείμενο από την επιστήμη του Διαστήματος μπορεί να μεταφερθεί στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και ποιες δεξιότητες καλλιεργούνται μέσα από τέτοια εγχειρήματα.

Ως μοντέλο κατά τη συμμετοχή της ομάδας στο διαγωνισμό «Φτιάξε το δικό σου σεισογράφο», χρησιμοποιήθηκε η καθοδηγούμενη διερεύνηση, η οποία προτείνεται για ανάλογα εγχειρήματα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οι μαθητές εφάρμοσαν τις γνώσεις και δεξιότητες (προγραμματισμός, χειρισμός μικροϋπολογιστή και αισθητήρων) που απέκτησαν από τη δραστηριότητα του Διαστήματος με επιτυχία σε άλλο επιστημονικό αντικείμενο (Γεωλογία – Γεωγραφία, Φυσική). Το γεγονός αυτό αναδεικνύει ότι οι δραστηριότητες εμπνευσμένες από την Αστρονομία δεν αποτέλεσαν απλή πληροφόρηση, αλλά ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που συνδέει τη γνώση που προσφέρεται στο σχολείο (γνωστικά αντικείμενα και έννοιες που διδάσκονται) καλλιεργώντας και αξιοποιώντας ταυτόχρονα τις δεξιότητες των μαθητών.

Διαπιστώνεται ότι η ενασχόληση με την Αστρονομία και με διαστημικά ζητήματα όπως είναι η ζωή στο Διάστημα και οι συνθήκες μέσα στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό λειτούργησαν θετικά για τους μαθητές ως προς τη στάση τους για τις Φυσικές Επιστήμες. Οι μαθητές όχι μόνο καλλιεργήσαν εγκάρσιες δεξιότητες (επικοινωνία, συνεργασία σε ομάδες), αλλά απέκτησαν γνώσεις και δεξιότητες στον προγραμματισμό. Αντίστοιχα αποτελέσματα προκύπτουν από παρόμοια εγχειρήματα όπου δραστηριότητες βασισμένες σε θέματα Αστρονομίας και Διαστημικής (Fitzerald et al. 2016, Cole et al. 2018). Αξίζει να σημειώσουμε ότι σημαντικό μέρος της εργασίας των μαθητών προετοιμάστηκε εκτός διδακτικού ωραρίου και για τους δύο διαγωνισμούς, γεγονός που αναδεικνύει το ισχυρό ενδιαφέρον τους και για τα δύο αντικείμενα. Η συμμετοχή σε επιστημονικούς διαγωνισμούς έδωσε την ευκαιρία τόσο στους συμμετέχοντες μαθητές, όσο και στο σύνολο της σχολικής μονάδας να διευρύνουν τους ορίζοντές τους, να αναβαθμίσουν την ποιότητα της προσφερόμενης εκπαίδευσης και να διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών.

Το παρόν εγχείρημα εφαρμόστηκε σε πλαίσιο διαγωνισμών όπου το κίνητρο του συναγωνισμού με ομάδες συνομιλικών ήταν έντονο. Η ανταπόκριση των μαθητών σε άλλες συνθήκες (π.χ. σε συνθήκες έντονης πίεσης, περιορισμένου χρόνου λόγω εκπαιδευτικών υποχρεώσεων) αποτελεί αντικείμενο περαιτέρω μελέτης. Άλλος περιορισμός είναι ο διαθέσιμος χρόνος, δεδομένου ότι οι μαθητές απασχολήθηκαν σε μεγάλο βαθμό εκτός σχολικού ωραρίου και στις διακοπές τους. Το δείγμα είναι μικρό για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα, αλλά μπορεί να αποτελέσει μια βάση για μελλοντική έρευνα με σκοπό την ενίσχυση των προγραμμάτων της τυπικής εκπαίδευσης αλλά και τη δημιουργία σχετικών ομίλων.



Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μαθητές του 20ου Γυμνασίου Αθήνας (σχολικό έτος 2017-18) Φίλιππο Κουσιουρή, Κατερίνα Μάρα, Στανισλάβ Ντραγκόφ, Ελευθερία Μαυροδήμου, Αράς Σάγια, Χαράλαμπο Παπασταματίου, Μηνά Μιγκάλι και Σάντο Νανίς από το 20^ο Γυμνάσιο Αθήνας για την εθελοντική συμμετοχή τους στην ομάδα και τον ενθουσιασμό τους, τη συνάδελφο Κατερίνα Παπαδαντωνάκη και τη διευθύντρια του σχολείου Παρασκευή Βάγια. Επίσης, θερμές ευχαριστίες στο Δρ. Γ. Κόλλια από το Thomas J. Watson Research Center για τα εύστοχα σχόλιά του και την Επίκουρη Καθηγήτρια του ΕΚΠΑ Δρ. Αποστολία Γαλάνη για την προτροπή συγγραφής του άρθρου και τα εύστοχα σχόλια. Όλος ο εξοπλισμός χορηγήθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ESA).

5. Βιβλιογραφία

Bigge, M., & Shermis S. (2014). Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς, β' έκδοση, Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.

deGrasse Tyson, N. (2019). Αστροφυσική για βιαστικούς. Εκδόσεις Παπαδόπουλος, Αθήνα.

Κριμιζής, Σ. (2017). Ταξίδι στο Ηλιακό Σύστημα, Από τον Ερμή στον Πλούτωνα σε 50 χρόνια. Εκδόσεις Παπαδόπουλος, Αθήνα.

Μουσάς, Ξ. (2018). Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, Το αρχαιότερο μηχανικό σύμπαν. Εκδόσεις Canto Mediterraneo, Αθήνα.

Μπαμπασίδης, Γ. (2018). Η ενσωμάτωση της Αστρονομίας και της Διαστημικής στην εκπαιδευτική διαδικασία: Η διαστημική περιπέτεια του ανθρώπου στην υπηρεσία της εκπαίδευσης, *Physics News – Οι εκπαιδευτικοί στο προσκήνιο*, τεύχος 8, ΕΕΦ.

Ξενάκης Χ., & Σπανός Σ. (2012). Στοιχεία Αστρονομίας Αστροφυσικής και Διαστημικής, τεύχος 4ο, Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος, Βόλος.

Ιστοσελίδα διαγωνισμού «Φτιάξε το δικό σου σειсмоγράφο». <http://seismografos.ea.gr/>

Ιστοσελίδα διαγωνισμού «Astro Pi». <https://astro-pi.org/>

Bampasidis, G., Galani, L., & Koutromanos, G. (2019). Astronomy in education: simulating space research experiment in the classroom by writing computer codes. *Proceedings of INTED2019 Conference*, 11th-13th March 2019, Valencia, Spain.

Blonder, R. (2017). Learning science through contemporary research and integrating responsible research and innovation (RRI) into science education. Στο Σταύρου Δ., Μιχαηλίδη Α. & Κοκολάκη Α. (επιμ). *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* – (σελ. 22-29). <http://synedrio2017.enepnet.gr>.

Christidou, V. (2006). Greek Students' Science related Interests and Experiences: Gender differences and correlations, *International Journal of Science Education*, 28, 1181-1199.

Cole, M., Cohen, C., Wilhelm, J., & Lindell, R. (2018). Spatial thinking in astronomy education research, *Physical Review Physics Education Research*, 14, 010139-1-27.



- Fitzgerald, M., McKinnon, D.H., Danaia, L., & Deehan, J. (2016). A large-scale inquiry-based Astronomy intervention project: impact on students' content knowledge performance and views of their high school science classroom, *Research in Science Education*, 46, 901-916.
- McGuffee, J., & Salan, S. (2018). Engaging constructivist oriented learners with Python, *Journal Computer Sciences in Colleges*, 33, 63-69.
- Moussas, X., Bampasidis, G., & Antoniou, P. (2009). The gears of the Antikythera Mechanism: An educational pathfinder to the solar system, *Proceedings of the International Astronomical Union*, 5, S260, E1.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications, *International Journal of Science Education*, 25, 1049-1079.
- Owen, R., Macnaghten, P., & Stilgoe, J. (2012). Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society. *Science and Public Policy*, 39, 751-760.
- Shirazi, S. (2017). Student experience of school science, *International Journal of Science Education*, 39, 1891-1912.
- UNESCO (2014). Asia-Pacific Education Policy Brief, 2.



Ανάπτυξη ολοκληρωμένου ψηφιακού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος διδασκαλίας του Ηλεκτρισμού σε μαθητές και μαθήτριες της Ε' Δημοτικού

Φλωρίνα Μπλιούμη

ΠΤΕΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Η εύκολη και ανοιχτή πρόσβαση σε ένα απεριόριστο εύρος πληροφοριών και η συνεχής βελτιστοποίηση των τεχνολογικών εργαλείων και πληροφοριών παρέχουν δυνατότητες άνευ προηγουμένου στους πολίτες του 21^{ου} αιώνα. Η παρούσα εργασία επιδιώκει να αξιοποιήσει αυτές τις δυνατότητες και αφορά στην παρουσίαση ενός ολοκληρωμένου εκπαιδευτικού εργαλείου που συνδυάζει την εκτέλεση πειραμάτων σε πραγματικό και εικονικό περιβάλλον με την αφήγηση για τη δημιουργία ενός ψηφιακού περιβάλλοντος, όπου παιδιά Ε' Δημοτικού μαθαίνουν για τον ηλεκτρισμό με παιγνιώδη τρόπο.

Λέξεις-κλειδιά: διδασκαλία ηλεκτρισμού, αφήγηση, Τ.Π.Ε., πειράματα

Development of an integrated digital educational environment for teaching electricity to 5th grade students

Florina Mplioumi

SED, University of Thessaly

Abstract

The easy and unlimited access to a prodigious range of information and the constant improvement of technological tools and information provide unprecedented opportunities for 21st century citizens. The current study uses these possibilities and presents an integrated educational tool that combines experimentation in real and virtual environments with storytelling in order to create a digital environment in which 5th grade students learn about electricity in a playful way.

Keywords: teaching electricity, storytelling, ICT, experiments



1. Εισαγωγή

Τα ψηφιακά μέσα έχουν γίνει μέρος της καθημερινότητάς μας και ιδιαίτερα των παιδιών και των νέων (Livingstone 2012, Zhang et al. 2010). Για τον λόγο αυτό, η χρήση των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία θα μπορούσε να επιφέρει θετικά αποτελέσματα και να προσελκύσει το ενδιαφέρον των παιδιών. Εντούτοις, για να καταφέρει το εκπαιδευτικό παιχνίδι να δημιουργήσει κίνητρα για την εμπλοκή των παιδιών στη μάθηση, πρέπει να δοθεί έμφαση και προτεραιότητα στην ίδια την ιστορία που θα το πλαισιώνει, ώστε να γίνει ενδιαφέρουσα και όχι να ενσωματωθούν απλά κάποια μεμονωμένα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών σε ένα τυπικό εκπαιδευτικό περιβάλλον (Zyda 2005). Οι αφηγηματικές ιστορίες παρουσιάζουν μια πιο συνεκτική εικόνα της επιστήμης που είναι πιο εύκολο να κατανοηθεί και έχει νόημα για τα παιδιά (Rowcliffe 2004). Μέσω της χρήσης αφηγήσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών διεγείρεται η φαντασία των παιδιών, επιτυγχάνεται η αποπλαισίωση της γνώσης και η μάθηση μέσω ανακάλυψης (Corni et al. 2010, Kokkotas et al. 2008).

Το παρόν εκπαιδευτικό εργαλείο αποτελείται από ένα περιβάλλον λογισμικού ανοιχτού κώδικα, όπου οι μαθητές είναι σε θέση να εκτελούν εικονικά πειράματα. Παράλληλα, οι μαθητές καλούνται να εκτελέσουν και ορισμένα πειράματα σε πραγματικό περιβάλλον. Τα παιδιά συμμετέχουν στην εξέλιξη μιας ιστορίας περιπέτειας και μυστηρίου σε εικονικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της οποίας καλούνται να λύσουν γρίφους και να εκτελέσουν πειράματα προκειμένου να συνεχιστεί η εκδίπλωση της ιστορίας. Η ιστορία ξεκινά με τον ήρωα του παιχνιδιού να αποκτά ένα αντικείμενο που του δίνει τη δυνατότητα να μεταφέρεται στον χρόνο. Στην πρώτη του στάση συναντά τον Βενιαμίν Φραγκλίνου και συμμετέχει μέσα από προσομοίωση στο πείραμα που έκανε με τον χαρταετό. Ακολουθεί η τηλεμεταφορά του στην εποχή του Φάραντ, του Έντισον και του Τέσλα, κατά την οποία όχι μόνο εκτελεί πειράματα αλλά γνωρίζει και βιογραφικά στοιχεία των επιστημόνων. Σε άλλη τηλεμεταφορά ο ήρωας μετατρέπεται εικονικά σε μικροσκοπικό σωματίδιο και έτσι γνωρίζει εκ των έσω τη συμπεριφορά των ηλεκτρονίων, των πρωτονίων και των νετρονίων.

2. Μεθοδολογία

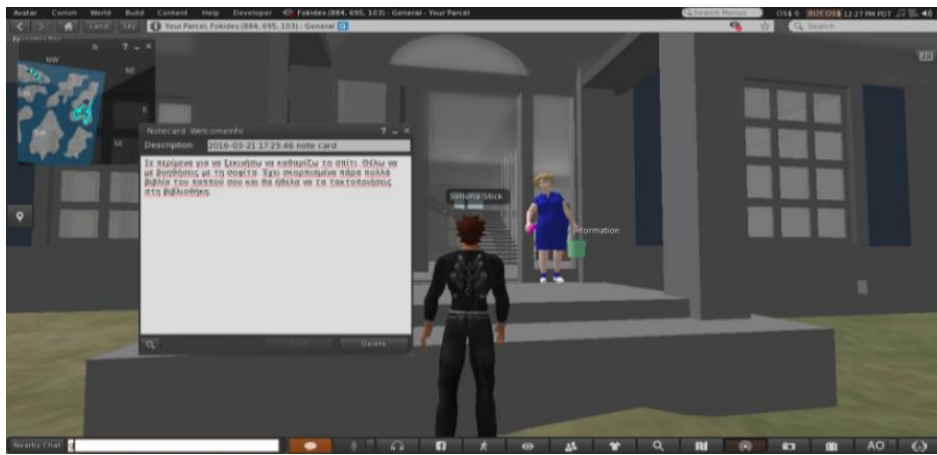
Από τις ενότητες Φυσικής που διδάσκονται στο δημοτικό επιλέχθηκε ο Ηλεκτρισμός, διότι περιέχει αφηρημένες έννοιες, οι οποίες δύσκολα κατανοούνται και συχνά παρανοούνται από τα παιδιά. Για την ανάπτυξη του ψηφιακού περιβάλλοντος διδασκαλίας του ηλεκτρισμού χρησιμοποιήθηκε το OpenSimulator, η δωρεάν διαδικτυακή πλατφόρμα τρισδιάστατων εικονικών κόσμων. Μετά από σύγκριση και χρήση και άλλων αντίστοιχων πλατφορμών, κρίθηκε ως η καταλληλότερη τόσο από άποψη ευχρηστίας όσο και από την άποψη του τελικού αποτελέσματος. Το γεγονός ότι περιλαμβάνει μία μεγάλη βιβλιοθήκη με τρισδιάστατα αντικείμενα έτοιμα προς χρήση και αμέτρητα tutorial videos με βήμα προς βήμα οδηγίες, την κάνει να υπερτερεί σε σχέση με τις υπόλοιπες πλατφόρμες. Ακόμη, η ομοιότητά της με την αντίστοιχη πλατφόρμα SecondLife της δίνει το πλεονέκτημα να μπορεί να εκμεταλλευτεί τα βίντεο αλλά και εικονικά αντικείμενα που έχουν σχεδιαστεί για χρήση σε αυτήν. Επιπρόσθετα, υπάρχει μια μεγάλη διαδικτυακή κοινότητα χρηστών στην οποία μπορεί να απευθυνθεί κάποιος για ένα πρόβλημα που μπορεί να προκύψει αναφορικά με το OpenSimulator.

Πρώτο σταθμό των μαθητών στον εικονικό κόσμο αποτελεί η εποχή του Βενιαμίν Φραγκλίνου, οι οποίοι καλούνται αρχικά να κάνουν υποθέσεις με την ομάδα τους για τους λόγους που ο επιστήμονας χρησιμοποίησε για το πείραμά του κλωστή από μετάξι στο σημείο που θα ερχόταν σε επαφή το χέρι του με τον χαρταετό. Ακολουθεί μια αναφορά στα γεγονότα που οδήγησαν τον



Φραγκλίνο να ασχοληθεί τόσο επισταμένα με τον ηλεκτρισμό και οι ομάδες διατυπώνουν υποθέσεις σχετικές με το πείραμα και την απόφαση του επιστήμονα να το εκτελέσει μια μέρα με άσχημες καιρικές συνθήκες. Σειρά έχει η εκτέλεση του πειράματος από τους μαθητές σε περιβάλλον προσομοίωσης. Έπειτα, επιχειρείται η σύνδεση με την καθημερινότητα, καθώς ζητείται από τα παιδιά να συνδέσουν το τίναγμα που ένωσε ο Βενιαμίν με αντίστοιχα τινάγματα που έχουν νιώσει τα ίδια. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται μια προσομοίωση της δημιουργίας κεραυνών και οι ομάδες των μαθητών κάνουν υποθέσεις για το αν υπάρχει συσχέτιση του κεραυνού και του τινάγματος που έχουν βιώσει κατά καιρούς.

Εικόνα 1: Παράθυρο διαλόγου στον εικονικό κόσμο



Σε επόμενο σταθμό και συγκεκριμένα στην εποχή του Μάικλ Φάραντεϊ, οι μαθητές πραγματοποιούν ένα εικονικό πείραμα στατικού ηλεκτρισμού με ένα μπαλόνι και ένα πουλόβερ και συνεχίζουν εκτελώντας ένα πραγματικό πείραμα με δύο μπαλόνια και ένα πουλόβερ για να κάνουν υποθέσεις και να διαπιστώσουν αν έλκονται μεταξύ τους ή απωθούνται. Δύο ακόμη πραγματικά πειράματα εμφανίζονται στο τέλος των περιπετειών του ήρωα, ο οποίος έχει πλέον επιστρέψει από την περιήγησή του στον χρόνο και αφορά την κατασκευή ενός αυτοσχέδιου συναγερμού και ενός παιχνιδιού με βάση τον ηλεκτρισμό.

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής και βρίσκεται στο στάδιο της ολοκλήρωσης του ερευνητικού εργαλείου. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η συγγραφή αφηγηματικής ιστορίας για τον ηλεκτρισμό, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία των εννοιών του ηλεκτρισμού. Θα ακολουθήσει εφαρμογή της σε μαθητές και μαθήτριες Ε' Δημοτικού και θα συλλεχθούν τα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα με χρήση ενός κατάλληλα διαμορφωμένου ερωτηματολογίου. Θα ακολουθήσει διδασκαλία με χρήση του εικονικού περιβάλλοντος μάθησης που δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια και περιλαμβάνει ψηφιακή αφήγηση και τα αποτελέσματα που θα συλλεχθούν θα συγκριθούν με αυτά που θα προκύψουν από τη διδασκαλία με χρήση μόνον της αφήγησης.



Εικόνα 2: Προσομοίωση πειράματος χαρταετού



Πιο συγκεκριμένα, θα μοιραστούν ερωτηματολόγια πριν ξεκινήσει η διδακτική παρέμβαση για να ανιχνευτούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα και τον στατικό ηλεκτρισμό, θα ακολουθήσει διδασκαλία με χρήση της αφηγηματικής ιστορίας που δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια και στο τέλος θα μοιραστούν εκ νέου ερωτηματολόγια. Τα αποτελέσματα θα προκύψουν από τη διαφοροποίηση που αναμένεται να υπάρξει στις απαντήσεις ανάμεσα στα αρχικά και τελικά ερωτηματολόγια, καθώς και από την καταγραφή των απαντήσεών τους στα επιμέρους ερωτήματα που θέτει το εργαλείο που κατασκευάστηκε. Σε σημεία που ενδεχομένως χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης θα διενεργηθούν συμπληρωματικές συνεντεύξεις στα παιδιά για διασαφήνισή τους. Στη συνέχεια, θα γίνει διδασκαλία στο εικονικό περιβάλλον μάθησης, θα μοιραστούν ερωτηματολόγια και από την ανάλυση περιεχομένου στις απαντήσεις των μαθητών θα μετρηθεί το αν προέκυψε αλλαγή των αρχικών εναλλακτικών ιδεών τους και κατά πόσο οι νέες ιδέες που δημιουργήθηκαν προσεγγίζουν κάποιο επιστημονικό μοντέλο. Τέλος, θα συγκριθούν τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων που θα συμπληρωθούν μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, ώστε να διαπιστωθεί αν η διδασκαλία στο εικονικό περιβάλλον επιφέρει αλλαγές στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τη διδασκαλία μέσω της αφηγηματικής ιστορίας.

Εικόνα 3: Πείραμα κατασκευής συναγερμού

ΠΕΙΡΑΜΑ: Αν θες να φτιάξεις και εσύ έναν συναγερμό για το δωμάτιό σου θα χρειαστείς:

Υλικά:

- 1 καλώδιο
- 2 κομμάτια αλουμινόχαρτο
- 1 βομβητής
- 1 μπαταρία που να ταυριάζει σε volt με τον βομβητή
- κολλητική ταινία

Οδηγίες κατασκευής:

- 1) Σύνδεσε το ένα καλώδιο του βομβητή με τον θετικό πόλο της μπαταρίας.
- 2) Είλεξε αν χτυπάει ο βομβητής. Αν δεν χτυπάει, σύνδεσέ το με τον αρνητικό της πόλο.
- 3) Σύνδεσε ένα καλώδιο με τον πόλο της μπαταρίας που έχεις αφήσει ελεύθερο.
- 4) Βάλε στην ελεύθερη άκρη του κάθε καλωδίου από ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο.
- 5) Τοποθέτησε την κατασκευή σου πίσω από την πόρτα εκεί που βρίσκονται οι μεντεσέδες και κόλλησε με κολλητική ταινία το ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο στον τοίχο και το άλλο στην πόρτα, έτσι ώστε όταν την ανοίξεις να ακουμπάνε το ένα το άλλο (ΠΡΟΣΟΧΗ!!!! Για να λειτουργήσει ο συναγερμός σου πρέπει η πόρτα σου να ανοίγει προς τα μέσα, αλλιώς δε θα ενώνονται τα καλώδια και δε θα χτυπά ο βομβητής!)

3. Αποτελέσματα

Στόχος της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο δεν είναι τόσο η γνώση αυτή καθαυτή, όσο η γνωριμία με την επιστημονική μέθοδο, η ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων



και η κατάκτηση ορισμένων βασικών επιστημονικών εννοιών. Ο κοινωνικός κονστρουκτιβισμός χαρακτηρίζει ως ζωτικής σημασίας την προφορική και γραπτή επικοινωνία για την οικοδόμηση νοήματος στις φυσικές επιστήμες. Οι Νέες Τεχνολογίες μπορούν να δράσουν διευκολυντικά στο πλαίσιο μιας εποικοδομητικής διδασκαλίας ως εργαλείο και ερευνητικό μέσο αλλά και ως μέσο επικοινωνίας σε διάφορα επίπεδα (Murphy 2003).

Με τη συγκεκριμένη έρευνα προσδοκάται να εξακριβωθεί το κατά πόσο η σύζευξη των Νέων Τεχνολογιών, της διδασκαλίας ενότητας της Φυσικής και της αφηγηματικής μεθόδου διδασκαλίας μπορεί να επιφέρει τα βέλτιστα μαθησιακά αποτελέσματα όσον αφορά τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού σε μαθητές δημοτικού οι οποίοι εργάζονται και επικοινωνούν σε ομάδες. Αναλυτικότερα, αναμένεται να επιβεβαιωθεί ότι η αλληλεπίδραση εικονικών και πραγματικών πειραμάτων σε ένα αφηγηματικό ψηφιακό παιχνίδι επιτυγχάνει την εννοιολογική κατανόηση των φαινομένων που άπτονται του ηλεκτρισμού. Παράλληλα, επιδιώκεται να διαπιστωθεί πως η συνύπαρξη πραγματικού και εικονικού κόσμου συμβάλλει στην ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και στην αποπλαισίωση της γνώσης.

Η μνήμη εργασίας των παιδιών δεν είναι σε θέση να επεξεργαστεί με ευκολία εκτενείς και περίπλοκους επιστημονικούς συλλογισμούς. Η χρήση ιστοριών βοηθά τους μαθητές να αφομοιώσουν τις πληροφορίες και να τις αποθηκεύσουν στη μακρόχρονη μνήμη τους με τη μορφή αλυσιδωτών γεγονότων και επακόλουθα να συνδέσουν την αιτία με το αποτέλεσμα (Rowcliffe 2004). Με την ολοκλήρωση της παρούσας έρευνας, προσδοκάται να επιβεβαιωθεί ότι η αφήγηση σε παιχνιδιοποιημένο ψηφιακό περιβάλλον προσφέρει μεγαλύτερη κατανόηση των αιτιωδών σχέσεων στις έννοιες του ηλεκτρισμού που αφορούν τα ηλεκτρικά κυκλώματα και τον στατικό ηλεκτρισμό συγκριτικά με την απλή αφήγηση. Συνακόλουθα, καθώς εκτυλίσσεται η ιστορία και ο πρωταγωνιστής της περνά από διάφορους σημαντικούς σταθμούς της ιστορίας του ηλεκτρισμού, οι μαθητές αναμένεται να εμπλακούν σε διαδικασίες που προσιδιάζουν στην επιστημονική μέθοδο, όπως συλλογή δεδομένων της ιστορίας, διατύπωση υποθέσεων για την έκβαση των γεγονότων που διαδραματίζονται κατά την εξέλιξη της και έλεγχός τους με βάση τα νέα δεδομένα που προκύπτουν (Kokkotas et al. 2008).

4. Συμπεράσματα

Σε μία εποχή που οι περισσότεροι μαθητές κατέχουν τον δικό τους Η/Υ ή κάποια αντίστοιχη ηλεκτρονική συσκευή, δεν πρέπει να αρκούμαστε απλά και μόνο στην εισαγωγή των υπολογιστών στα σχολεία για την παροχή κινήτρων μάθησης (Livingstone 2012, Robin 2008). Οι στόχοι της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών πρέπει να εκσυγχρονιστούν, προκειμένου να ανταποκριθούν στα νέα δεδομένα και να καταστήσουν τους μαθητές επιστημονικά εγγράμματους (Murphy 2003). Επιπλέον, το γεγονός ότι τα παιδιά αφιερώνουν ένα σημαντικό μέρος του χρόνου τους στην ενασχόληση με ηλεκτρονικά παιχνίδια δεν πρέπει να μας αφήνει ανεπηρέαστους (Beheshti 2012). Τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να αποτελέσουν ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον που θα είναι ελκυστικό και θα επιτυγχάνει την εμπύθιση των παιδιών σε αυτό επιτυγχάνοντας μια έμμεση μάθηση (collateral learning) που διενεργείται με μηχανισμούς διαφορετικούς από αυτούς της συμβατικής διδασκαλίας (Zyda 2005). Η ενσωμάτωση της αφήγησης στο ψηφιακό περιβάλλον μπορεί με τη σειρά της να ενισχύσει τη μετάβαση των επιστημονικών ιδεών από τη βραχύχρονη στην μακρόχρονη μνήμη καθώς, όταν τα παιδιά βρίσκουν νόημα και ενδιαφέρον σε αυτά που διδάσκονται, εμπειδώνουν πιο εύκολα και ουσιαστικά τη νέα γνώση (Rowcliffe 2004).

Εν κατακλείδι, πρωταρχική επιδίωξη της συγκεκριμένης έρευνας, η οποία κινείται στο πλαίσιο μιας εποικοδομητικής προσέγγισης διδασκαλίας του ηλεκτρισμού, είναι να αποτελέσει ο μαθητής το κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας. Καθώς το παιδί εξερευνά τα φυσικά φαινόμενα, όπως για



παράδειγμα όταν συναντά τον Βενιαμίν Φραγκλίνο, συμμετέχει εικονικά στο πείραμα με τον χαρταετό και παρακολουθεί μια προσομοίωση δημιουργίας κεραυνών, λαμβάνουν χώρα διάφορες αλλαγές στον εγκέφαλό του. Η ενεργητική μάθηση, που συντελείται εκείνη τη στιγμή, συμβάλλει ώστε αυτές οι αλλαγές στα νευρωνικά δίκτυα και τις συνδέσεις μεταξύ τους να είναι πιο διεισδυτικές (Murphy 2003).

5. Βιβλιογραφία

- Beheshti, J. (2012). Virtual Environments for Children and Teens. In C. Eichenberg (Ed.), *Virtual reality in psychological, medical and pedagogical applications* (pp. 271-286). Croatia: InTech.
- Corni, F., Giliberti, E., & Mariani, C. (2010). *A story as innovative medium for science education in primary school*. Paper presented at GIPER-ICPE-MPTL International Conference-Teaching and Learning Physics today: Challenges? Benefits?, Reims, France.
- Kokkotas P., Malamitsa K., Rizaki A. (2008). *Storytelling as a Strategy for Understanding Concepts of Electricity and Electromagnetism*. Paper presented at the Second International Conference on Story in Science Teaching, Munich, Germany.
- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford review of education*, 38(1), 9-24.
- Murphy, C. (2003). *Report 5: Literature Review in Primary Science and ICT*. Bristol: Futurelab.
- Robin, B. R. (2008). Digital Storytelling: A Powerful Technology Tool for the 21st Century Classroom. *Theory Into Practice*, 47, 220-228.
- Rowcliffe, S. (2004). Storytelling in science. *School Science Review*, 86(314), 121-126.
- Zhang, X., Liu, C., Wang, L., & Piao Q. (2010). Effects of Violent and Non-violent Computer Video Games on Explicit and Implicit Aggression. *Journal of Software*, 5(9), 1014-1021.
- Zyda, M. (2005). From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. *IEEE Computer Society*, 38(9), 25-32.



Κατανόηση πρωτοετών φοιτητών Φυσικής των γραφικών παραστάσεων στην κινηματική

Μαίρη Παπαδοπούλου, Γεώργιος Στύλος, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα ποσοτικής έρευνας η οποία πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές του Φυσικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση της κατανόησης των φοιτητών στη χρήση των γραφικών παραστάσεων της κινηματικής μέσω ενός ερωτηματολογίου κλειστού τύπου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι φοιτητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν πλήρως τις γραφικές παραστάσεις της κινηματικής.

Λέξεις-κλειδιά: αντιλήψεις, φοιτητές, γραφικές παραστάσεις, κινηματική

Freshman Physics students understanding of graphs depicting kinematics

Mary Papadopoulou, Georgios Stylos, Konstantinos Th. Kotsis

School of Primary Education, University of Ioannina

Abstract

This article presents the results of a qualitative research that took place during 2016-2017 at the University of Ioannina, Department of Physics, studying first year students during the 2nd semester. The purpose was to investigate students' difficulties in understanding and using the graphics dealing with kinematics. The results of the survey have shown that students face difficulties in understanding the graphics of kinematics, from what they already know at the time.

Keywords: perceptions, students, graphs, kinematics



1. Εισαγωγή

Στη σύγχρονη εποχή οι γραφικές παραστάσεις χρησιμοποιούνται ευρέως από τους κλάδους των φυσικών επιστημών, αφού μόνο με οπτική παρατήρηση, χωρίς χρήση τύπων και εξισώσεων, βγαίνουν σημαντικά συμπεράσματα (Ozgun-Koca 2001). Με τη σωστή ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων και συγκεκριμένα στο θέμα της κινηματικής, προκύπτουν συμπεράσματα για την κίνηση δίχως τη χρήση τύπων και πράξεων και έτσι επιτυγχάνεται η πλήρης (και όχι μόνο θεωρητική) κατανόηση του θέματος από τον μαθητή (Mazur 1997). Ειδικότερα στη μελέτη των κινηματικών φαινομένων οι γραφικές παραστάσεις της θέσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης θεωρούνται ως ο καλύτερος τρόπος για την κατανόηση μιας αλγεβρικής σχέσης, δεδομένου ότι προσφέρουν μια πολύτιμη εναλλακτική ερμηνεία σε αντίθεση με την λεκτική και αλγεβρική περιγραφή του φαινομένου (Arons 1990, Ozgun-Koca 2001). Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, οι μαθητές και οι φοιτητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην «ανάγνωση» αλλά και στην κατανόηση των γραφικών παραστάσεων γενικώς (Bliss & Ogborn 1988). Ακόμα και απόφοιτοι κολλεγίων και κάτοχοι μεταπτυχιακών τίτλου σπουδών στις Φ.Ε. δεν έχουν αναπτύξει τις κατάλληλες ικανότητες για την ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων (Roth et al. 1998). Πιο συγκεκριμένα, οι φοιτητές δυσκολεύονται στην κλιμάκωση και στην κατανόηση των εννοιών της κλίσης και ύψους ενώ παρουσιάζουν και εικονική σύγχυση (Leinhardt et al. 1990). Σύμφωνα με έρευνα των McDermott et al. (1987), η οποία ως αντικείμενο είχε μια γραφική παράσταση θέσης σε συνάρτηση με τον χρόνο για δύο οχήματα, οι μαθητές αδυνατούσαν να απαντήσουν για το ποιο όχημα έχει μεγαλύτερη ταχύτητα (με βάση την κλίση).

Οι παρανοήσεις αυτές φαίνεται να σχετίζονται με το γεγονός ότι οι μαθητές-φοιτητές δεν αντιλαμβάνονται τη γραφική παράσταση ως μία σχέση μεταξύ μεταβλητών, αλλά σαν εικόνα και παρερμηνεύουν την μορφή της γραφικής παράστασης με την μορφή της πειραματικής διάταξης, θεωρώντας ότι πρέπει να έχουν ίδια μορφή (McDermott et al. 1987).

Σκοπός της παρούσας έρευνας, είναι η διερεύνηση των αντιλήψεων, των πρωτοετών φοιτητών του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, σχετικά με τις γραφικές παραστάσεις της κινηματικής, αλλά και η παρατήρηση των παρανοήσεων και κατά πόσο αυτές υπάρχουν ακόμα.

2. Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 120 πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2016-2017. Στους φοιτητές δόθηκε ερωτηματολόγιο των 13 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής το οποίο προσαρμόστηκε στα ελληνικά και είναι βασισμένο στην έρευνα και στο αντίστοιχο εργαλείο του Beichner (1994).

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τρεις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου (φύλο, ενδιαφέρον προς το αντικείμενο της Φυσικής, εμπιστοσύνη στις γνώσεις τους) και από 10 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με γραφικές παραστάσεις. Ο συντελεστής αξιοπιστίας Cronbach του ερωτηματολογίου κυμαίνεται στο 0,75, ενώ η εγκυρότητα του διασφαλίστηκε μέσω πιλοτικής έρευνας στην οποία συμμετείχαν 5 φοιτητές του Φυσικού Τμήματος.



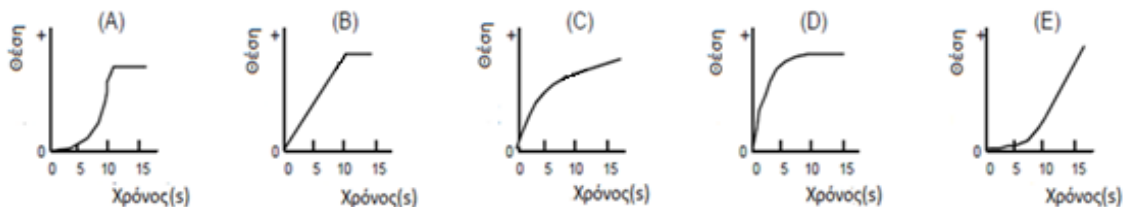
3. Αποτελέσματα

Τα ευρήματα της έρευνας δείχνουν πως οι φοιτητές συγχέουν την γραφική αναπαράσταση των εννοιών της ταχύτητας και της επιτάχυνσης και αδυνατούν να εντοπίσουν το σωστό γράφημα το οποίο τις αναπαριστά. Η σύγχυση γίνεται μεγαλύτερη σε διαγράμματα θέσης σε συνάρτηση με τον χρόνο.

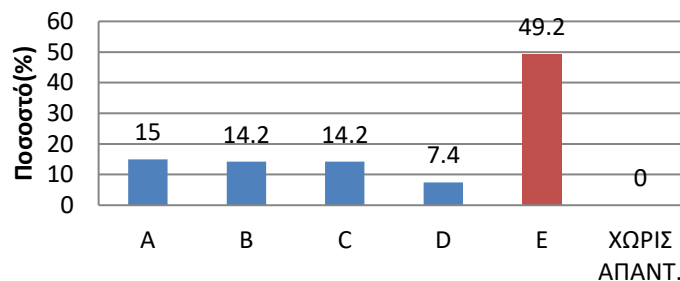
Ενδεικτικά στην Ερώτηση 4:

Ένα σώμα ξεκινά από την ηρεμία και υφίσταται μια θετική, σταθερή επιτάχυνση για 10 δευτερόλεπτα. Έπειτα συνεχίζει την πορεία του με σταθερή ταχύτητα.

Ποιό από τα παρακάτω γραφήματα περιγράφει σωστά την κατάσταση αυτή;



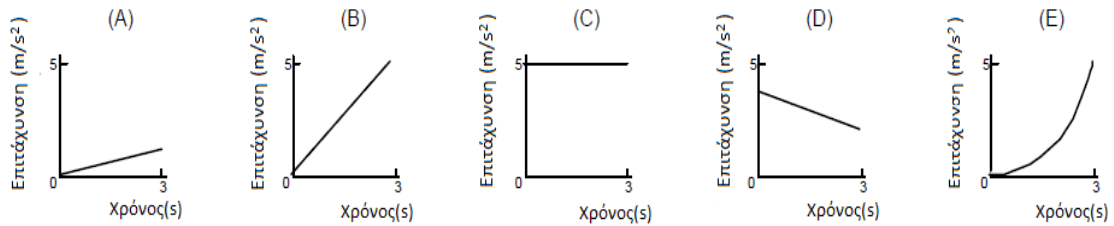
Σχήμα 1. Κατανομή απαντήσεων στην Ερώτηση 4



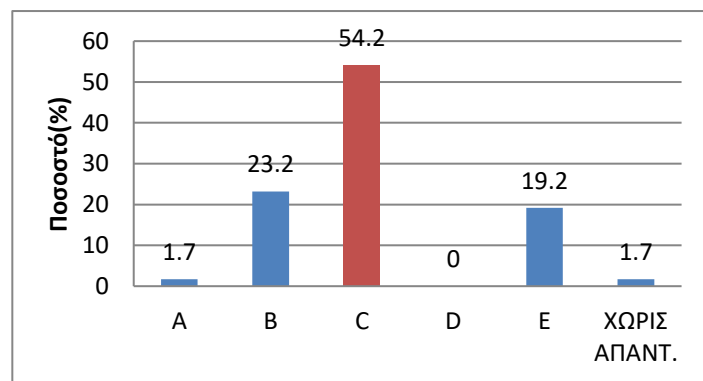
Στην συγκεκριμένη ερώτηση, ένας στους τρεις φοιτητές (οι επιλογές A ή B) επέλεξαν λανθασμένα τις γραφικές παραστάσεις που αναπαριστούν την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση του σώματος με μια ευθεία γραμμή παράλληλη ως προς τον άξονα του χρόνου από το 10^ο sec και μετά, συγχέοντας τα διαγράμματα ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο με τα διαγράμματα θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο.

Το ίδιο παρατηρείται και κατά την αντίθετη διαδικασία. Οι φοιτητές φαίνεται να συγχέουν την έννοια της θέσης όταν αυτή αναπαριστάται σε διάγραμμα επιτάχυνσης σε συνάρτηση με τον χρόνο. Ενδεικτικά στην ερώτηση 9:

Παρακάτω παρουσιάζονται γραφήματα **επιτάχυνσης σε συνάρτηση με τον χρόνο** για πέντε αντικείμενα. Όλοι οι άξονες έχουν την ίδια κλίμακα. Ποιό αντικείμενο είχε την μεγαλύτερη μεταβολή θέσης κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων δευτερολέπτων;



Σχήμα 2. Κατανομή απαντήσεων στην Ερώτηση 9

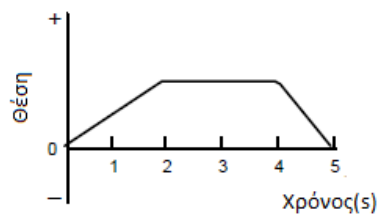


Περίπου ένας στους τρεις φοιτητές (επιλογές B και E) απαντά λανθασμένα στην συγκεκριμένη ερώτηση, ίσως επειδή θεωρούν πως εφόσον αυξάνεται η επιτάχυνση, τότε και η μεταβολή της θέσης θα είναι μεγαλύτερη.

Επίσης, όσον αφορά την κλίση και το ύψος, παρατηρείται η δυσκολία των φοιτητών στην σωστή επιλογή γραφημάτων όταν σε αυτό εμπλέκονται και οι δύο έννοιες. Υπάρχει, δηλαδή, μία σύγχυση των εννοιών αυτών.

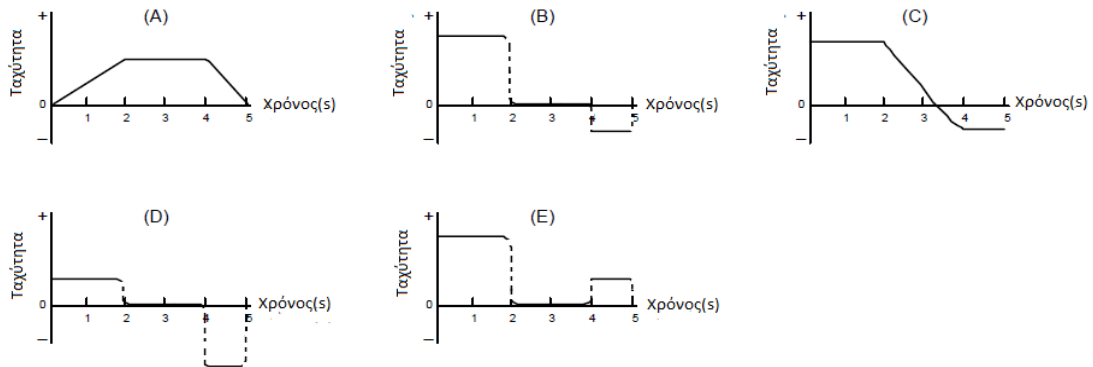
Ενδεικτικά στην Ερώτηση 8:

Η παρακάτω είναι μία γραφική παράσταση **θέσης σε συνάρτηση με τον χρόνο** για ένα αντικείμενο σε διάστημα 5 δευτερολέπτων.

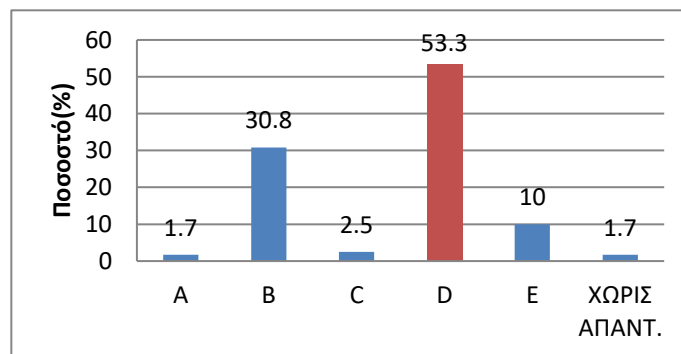




Ποιο από τα παρακάτω γραφήματα ταχύτητας σε συνάρτηση με τον χρόνο, αντιπροσωπεύει καλύτερα την κίνηση του σώματος κατά την διάρκεια του ίδιο διαστήματος;



Σχήμα 3. Κατανομή απαντήσεων στην Ερώτηση 8



Παρατηρείται πως ένας στους τρεις φοιτητές (επιλογή Β) δεν μπορεί να ξεχωρίσει με επιτυχία το σωστό γράφημα που αναπαριστά την κίνηση του σώματος συγχέοντας την έννοια του ύψους αλλά και της κλίσης. Αυτό συμπεραίνεται καθώς οι επιλογές Β και D είναι πανομοιότυπες εξάφραση η διαφορά στο ύψος.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση των φοιτητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και ανεξάρτητες μεταβλητές το φύλο, το ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο και την εμπιστοσύνη τους ως προς το περιεχόμενο. Η εφαρμογή του Mann-Whitney test έδειξε πως οι άντρες έχουν καλύτερη επίδοση σε σχέση με τις γυναίκες ($U = 553.000, p = .000$). Ως προς το ενδιαφέρον τους για το γνωστικό αντικείμενο της φυσικής οι φοιτητές δεν εμφανίζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές στην επίδοσή τους. Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί που νιώθουν εμπιστοσύνη για τις γνώσεις τους ως προς το περιεχόμενο έχουν υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας σε σχέση με εκείνους με μέτρια ($U = 852.000, p = .018$) ή χαμηλή εμπιστοσύνη ($U = 145.000, p = .011$).



4. Συμπεράσματα

Οι φοιτητές έχοντας διδαχθεί τις έννοιες της κίνησης, τις αρχές των γραφικών παραστάσεων και τον συνδυασμό αυτών των δύο, εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών της κίνησης και την απεικόνισή τους με γραφικές παραστάσεις. Συγκεκριμένα, συγχέουν τις έννοιες της ταχύτητας και της επιτάχυνσης και αδυνατούν να εντοπίσουν το σωστό γράφημα το οποίο τις αναπαριστά κυρίως όταν αυτό απεικονίζει την θέση σε συνάρτηση με τον χρόνο (x,t) το οποίο αποτέλεσμα συμφωνεί με έρευνα των McDermott et al. (1987). Όσον αφορά την κλίση και το ύψος, παρατηρείται η δυσκολία των φοιτητών στην σωστή επιλογή γραφημάτων όταν σε αυτό εμπλέκονται και οι δύο έννοιες, υπάρχει δηλαδή μία σύγχυση των εννοιών αυτών, πράγμα που επιβεβαιώνουν και οι Leinhardt et al. (1990), McDermott et al. (1987). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, συμφωνούν με τις προαναφερόμενες παλαιότερες έρευνες και αποδεικνύεται πως οι φοιτητές στο πέρασμα του χρόνου και έπειτα από διάφορες έρευνες, οι φοιτητές-μαθητές δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις γραφικές παραστάσεις πλήρως. Οι φοιτητές θα πρέπει να έχουν τις απαραίτητες γνώσεις ώστε να χρησιμοποιούν, κατασκευάζουν και ερμηνεύουν με επιτυχία τις γραφικές παραστάσεις, καθώς αποτελούν σημαντική πηγή πληροφοριών στον σύγχρονο κόσμο, αλλά είναι απαραίτητο εργαλείο και στις φυσικές επιστήμες για την διεξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

5. Βιβλιογραφία

- Arons, B., (1990). Physics in classroom: how can we do better?. New York.
- Beichner, R. J. (1994). Testing students' interpretation of kinematic graphs. *Am. J. Phys.*, 62(8), 750-762.
- Bliss, J., & Ogborn, J. (1988). A common-sense theory of motion: Issues of theory and methodology examined through a pilot study. In P. J. Black & A. M. Lucas (Eds.): *Children's informal ideas in science*, pp. 120-133, London: Routledge.
- Mazur, L., (1997), Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals, *International Journal of Science Education*, 14(3), 279-293.
- McDermott, L.C., Rosenquist, M., van Zee, E., (1987). Student difficulties in connecting graphs with physics: Examples from kinematics, *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513.
- Ozgun-Koca, A. (2001). The graphing skills of students in mathematics and science education. ERIC Digest.
- Roth, W., McGinn, M., & Bowen, G., (1998). *Interpretations of Graphs by University Biology Students and Practicing Scientists: Toward a Social Practice View of Scientific Representation Practices*, Canada.



Η χρήση αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία εννοιών της μηχανικής σε μαθητές Γυμνασίου

Γίουριν Πιτούλι¹, Αντώνιος Χριστονάσης² και Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης²

¹Τμήμα Φυσικής Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

²Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η μελέτη επικεντρώνεται στα μαθησιακά αποτελέσματα που φέρει η συμμετοχή μαθητών Γυμνασίου σε αισθησιοκινητικές δραστηριότητες, καθώς και στον βαθμό έγκρισης της χρησιμότητάς της από τους ίδιους. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε: (α) με δοκιμασίες αξιολόγησης πριν και μετά την παρέμβαση και (β) με τη χρήση ερωτηματολογίου αυτο-αναφοράς. Τα αποτελέσματα της μελέτης καταδεικνύουν θετικό αντίκτυπο στη μάθηση και θετική στάση των μαθητών απέναντι στη χρησιμότητα των σωματικών δραστηριοτήτων, κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Μέσω των αποτελεσμάτων αναδεικνύεται η ανάγκη για παροχή ευκαιριών και υποστηρικτικών δομών για τη συστηματικότερη συμμετοχή των μαθητών σε τέτοιου είδους δραστηριότητες.

Λέξεις-κλειδιά: ενσώματη μάθηση, αισθησιοκινητικές δραστηριότητες, μηχανική

The use of sensorimotor activities in the teaching of concepts of mechanics to high school students

Giourin Pituli¹, Antonios Christonasis² and Konstantinos T. Kotsis²

¹Department of Physics, University of Ioannina

²Department of Primary Education, University of Ioannina

Abstract

The study focuses on both the learning outcomes of students' participation in sensorimotor activities and the extend of its approval by them. The collection of primary data was carried out: (a) with assessment tests before and after the intervention and (b) using a self-referential questionnaire. The results of the study show positive effect on learning and students' positive attitude towards the usefulness of bodily activities within the educational process. In conclusion, the results demonstrate the need to provide opportunities and support structures for a more systematic participation of students in such activities.

Keywords: embodied learning, sensorimotor activities, mechanics



2. Εισαγωγή

Η θεμελιώδης ιδέα στο βιβλίο του Johnson (1990) «The body in the mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination and Reason» είναι πως σχεδόν ολόκληρη η γνώση μας, πηγάζει από τις σωματικές εμπειρίες. Στοιχεία για τη σωματική βάση της σκέψης και τη συνέχεια της πέρα από το αισθησιοκινητικό στάδιο ή ακόμα και από την πρώιμη παιδική ηλικία (Seitz 2000), κάνει την ιδέα της αξιοποίησης των αισθησιοκινητικών εμπειριών για τη διδασκαλία και εκμάθηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών, άξια περαιτέρω διερεύνησης.

Οι αισθησιοκινητικές δραστηριότητες, οι δραστηριότητες δηλαδή όπου γίνεται χρήση κινήσεων ολόκληρου του σώματος, αν εισαχθούν καταλλήλως βοηθούν τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν αρχές και έννοιες, τους φέρνουν σε επαφή με έναν παιγνιώδη τρόπο μάθησης που διαφέρει από αυτόν που έχουν συναντήσει μέχρι σήμερα, βιώνοντας το φαινόμενο και αλληλεπιδρώντας με τις επιμέρους διάστασεις του (Iverson 2012, Thorburn & Stolz 2017), τους βοηθούν να αναπτυχθούν νοητικά (Canfield & Ceci 1992) αλλά και λειτουργούν ως οργανωτές ή εννοιολογικά ικρίωματα για την οργάνωση της μετέπειτα γνώσης (Ausubel et al. 1978).

Η αποτελεσματικότητα των αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων ως προς την κατανόηση εννοιών της Φυσικής έχει διερευνηθεί, καταδεικνύοντας θετικά αποτελέσματα (Herakleioti & Pantidos 2016, Kontra et al. 2015, Hadzigeorgiou et al. 2009). Πέρα όμως από το κατά πόσο μια εκπαιδευτική προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στη μάθηση, η επιτυχία της εξαρτάται και από τον βαθμό έγκρισής της από τους συμμετέχοντες, καθώς, η επιτυχία ή αποτυχία οποιουδήποτε πρότζεκτ, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αποδοχή του από το υποκείμενο. Η αποδοχή αυτή συνδέεται με την αρχή της Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας, δηλαδή τον βαθμό στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο προϊόν, θα αυξηθεί η απόδοσή του σε κάποια εργασία (Davis 1989).

Αντιμετωπίζοντας τις αισθησιοκινητικές δραστηριότητες ως ένα ανερχόμενο εκπαιδευτικό “προϊόν” μιας σύγχρονης και εναλλακτικής διδασκαλίας και μάθησης, η παρούσα έρευνα στοχεύει να: (α) διερευνήσει την επίδραση της συμμετοχής σε αισθησιοκινητικές δραστηριότητες στην κατανόηση εννοιών της μηχανικής και (β) να ελέγξει τον βαθμό έγκρισης της συγκεκριμένης προσέγγισης από τους συμμετέχοντες μαθητές. Συγκεκριμένα, η μελέτη καλείται να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Η συμμετοχή των μαθητών σε αισθησιοκινητικές δραστηριότητες επιδρά θετικά στην κατανόηση των υπό μελέτη εννοιών;
2. Ποιές είναι οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων αναφορικά με τη χρησιμότητα τέτοιου είδους δραστηριοτήτων;

3. Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2017-2018, σε 30 μαθητές Γυμνασίου της Ηγουμενίτσας. Το συγκεκριμένο δείγμα πληροί το κριτήριο της καταλληλότητας, καθώς τα ερευνητικά ερωτήματα αναφέρονταν σε άτομα τα οποία δεν έχουν συμμετάσχει σε ανάλογη διαδικασία στο παρελθόν. Εφόσον πραγματοποιήθηκε παρέμβαση με στόχο την ατομική εξέλιξη, δεν θεωρήθηκε ότι η ισοδύναμη μαθησιακή ετοιμότητα των μαθητών συνιστά προαπαιτούμενη συνθήκη. Οι μαθητές αρχικά παρακολούθησαν τρία ωριαία μαθήματα εντός σχολικής τάξης αναφορικά με τις επιστημονικές έννοιες της απλής αρμονικής ταλάντωσης, της αδράνειας και της ελεύθερης πτώσης, και στη συνέχεια απάντησαν σε τριάντα ερωτήσεις αξιολόγησης. Σε δεύτερη φάση, τα παιδιά σχημάτισαν μεικτές ομάδες των πέντε ατόμων, και συμμετείχαν σε τρεις δραστηριότητες-παιχνίδια στο λούνα παρκ (Εικόνα 1), χωρίς ταυτόχρονα να πραγματοποιείται κάποιου είδους διδακτική παρέμβαση.



Εικόνα 1: α) Πειρατικό καράβι, β) Πύργος του τρόμου, γ) Ελεύθερη πτώση



Στη πρώτη δραστηριότητα, οι μαθητές επιβιβάζονται στο κεντρικό μέρος του καραβιού, το οποίο στη συνέχεια πραγματοποιεί ταλαντεύσεις που ξεπερνούν τις 90° κατά πλευρά κίνησης. Οι μαθητές μέσω αυτής της δραστηριότητας εμπειρικά κατανοούν ότι η ταχύτητα του εκκρεμούς παίρνει την μέγιστη τιμή της στο κατώτερο σημείο της τροχιάς και μηδενική τιμή στις ακραίες θέσεις της τροχιάς. Στη δεύτερη δραστηριότητα, οι μαθητές επιβιβάζονται στην πλατφόρμα του «πύργου του τρόμου», ενός στύλου ύψους είκοσι μέτρων, ο οποίος τους ανεβάζει με αργή κίνηση και στη συνέχεια αφήνει απότομα προς τα κάτω με αύξουσα ταχύτητα, σταματώντας λίγο πριν αγγίξει το έδαφος. Οι μαθητές εμπειρικά αντιλαμβάνονται την αντίσταση του σώματός τους στη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης, τόσο από την κατάσταση ηρεμίας στην κίνηση, όσο και από την κίνηση στην απότομη ηρεμία.

Τέλος, η δραστηριότητα «ελεύθερη πτώση» επιτρέπει στους μαθητές να πραγματοποιήσουν μια ελεύθερη πτώση, καταλήγοντας σε προστατευτικό δίχτυ. Οι μαθητές εμπειρικά διαπιστώνουν πως όταν ένα σώμα αφήνεται από κάποιο ύψος, χωρίς αρχική ταχύτητα, κινείται με την επίδραση του βάρους του και εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

Στη συνέχεια, μετά το πέρας των δραστηριοτήτων, δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο αυτο-αναφοράς κλειστού τύπου, πεντάβαθμης διαβάθμισης (κλίμακας τύπου Likert), η οποία περιελάμβανε δηλώσεις αναφορικά με τη χρησιμότητα των αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων.

4. Αποτελέσματα

Η ποσοστιαία μέση τιμή των σωστών απαντήσεων των μαθητών στις τριάντα ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, πριν και μετά τη συμμετοχή των μαθητών στα παιχνίδια του λούνα παρκ, από το 63,2% αυξήθηκε στο 80,4%. Αξίζει να αναφερθεί πως 16 μαθητές που αντιμετώπιζαν σοβαρές δυσκολίες, καθώς ο μέσος όρος των απαντήσεων τους πριν την παρέμβαση κυμαινόταν από 27%-40%, κατάφεραν στο δεύτερο τεστ να επιτύχουν μέσο όρο σωστών απαντήσεων από 62% έως 100%. Επομένως, αναφορικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, η μελέτη, με εμπειρικά δεδομένα καταδεικνύει πως η συμμετοχή των μαθητών σε αισθησιοκινητικές δραστηριότητες λειτουργεί βοηθητικά στην κατανόηση των διαστάσεων των εννοιών.

Ως προς το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, υπολογίζοντας τον μέσο όρο των απαντήσεων των μαθητών στις προτάσεις του ερωτηματολογίου αυτο-αναφοράς, εμφανίζεται στο δείγμα Μέση Τιμή= 4.4, συνεπώς εκφράζεται σαφής θετική στάση απέναντι στη χρησιμότητα των αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων.

Οι μαθητές δηλώνουν πως η προσέγγιση αυτή είναι ενδιαφέρουσα (Μ.Τ 1=4.5), λειτουργεί βοηθητικά (Μ.Τ 2=4.5) και πως είναι αποτελεσματικότερη από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (Μ.Τ 3=4.2). Οι ίδιοι εξέφρασαν πως ήρθαν πιο κοντά στην επιστημονική γνώση (Μ.Τ 4= 4.2) και πως μπορούν μελλοντικά να ανακαλέσουν ευκολότερα στοιχεία που συνδέονται με τις έννοιες λόγω της εμπειρίας αυτής (Μ.Τ 5=4.2). Παράλληλα, δήλωσαν πως προτιμούν το μάθημα να έχει τέτοια παιγνιώδη μορφή (Μ.Τ 6=4.6), βγαίνοντας περισσότερο από το περιβάλλον της αίθουσας (Μ.Τ 7=4.8), καθώς κατ'αυτόν τον τρόπο, οι ίδιοι νιώθουν να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία του μαθήματος (Μ.Τ 8=4.7) αλλά και αλληλεπιδρούν περισσότερο με τους συμμαθητές



τους (M.T 9=4.3).

5. Συμπεράσματα

Η παρέμβαση αυτής της μορφής συνέβαλε θετικά στην κατανόηση των διαστάσεων των εννοιών, βοηθώντας τους μαθητές να διαφοροποιήσουν κάποιες από τις προηγούμενες απαντήσεις τους και οδηγώντας τους πιο κοντά στο επιστημονικά αποδεκτό. Το δεύτερο βασικό εύρημα της παρούσας μελέτης είναι ότι οι μαθητές απέκτησαν θετική στάση απέναντι στη χρησιμότητα των αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων κατά τη μαθησιακή διαδικασία, συνεπώς, θα πρέπει να δοθούν ευκαιρίες σε επίπεδο σχολικής μονάδας για τη συστηματικότερη συμμετοχή των μαθητών σε τέτοιου είδους εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα προκρίνουν τη διδακτική αξία των αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων, καθώς φαίνεται πως διαφοροποιεί τις στάσεις των μαθητών απέναντι στο ίδιο το μάθημα της Φυσικής. Ταυτόχρονα, η συμμετοχή των μαθητών σε τέτοιου είδους δραστηριότητες, μπορεί να ενισχύσει την επικοινωνία με τους συμμαθητές και τα κίνητρά τους για μάθηση (Evans et al. 2009), σημείο που αναδεικνύεται και ως άποψη των μαθητών στη συγκεκριμένη μελέτη.

Η παρούσα εργασία προσφέρει επιπλέον στοιχεία για τον ρόλο του σώματος στη μάθηση και αναδεικνύει την ανάγκη για αναδιαμόρφωση του Αναλυτικού Προγράμματος, έτσι ώστε πολύπλοκες επιστημονικές έννοιες να εισάγονται μέσω αισθησιοκινητικών δραστηριοτήτων. Παράλληλα, η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών θεωρείται αναγκαία, ώστε ο σχεδιασμός τέτοιου είδους δραστηριοτήτων να επιφέρει τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα.

Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αποτελούν ενδείξεις για τα προσδοκώμενα και θα χρειαστεί να ενισχυθούν από μεταγενέστερες έρευνες, σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών και σε μεγαλύτερο εύρος επιστημονικών εννοιών.

5. Βιβλιογραφία

- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, J. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Wilson.
- Canfield, L. R., & Ceci, J. S. (1992). Incorporating learning into a theory of intellectual development. In J. R. Sternberg, & C. A. Berg, *Intellectual development* (pp. 278-300). New York : Cambridge University Press.
- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319–339.
- Evans J., Davies B., Rich E. (2009), The body made flesh: embodied learning and the corporeal device, *British Journal of Sociology of Education*, 30(4), 391-406
- Hadzigeorgiou, Y., Anastasiou, L., Konsolas, M., & Prevezanou, B. (2009). A Study of The Effect of Preschool Children's Participation in Sensorimotor Activities on Their Understanding of the Mechanical Equilibrium of a Balance Beam. *Research in Science Education*, 39(1), 39-55.
- Herakleioti, E., & Pantidos, P. (2016). The Contribution of the Human Body in Young Children's Explanations About Shadow Formation. *Research in Science Education*, 46(1), 21-42.
- Ivinson G., (2012) The body and pedagogy: beyond absent, moving bodies in pedagogic practice. *British Journal of Sociology of Education*, 33(4),489-506
- Johnson, M. (1990). *The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason*. University of Chicago Press.
- Kontra, C., Lyons, D. J., Fischer, S. M., & Beilock, S. L. (2015). Physical Experience Enhances Science Learning. *Psychological Science*, 26(6), 737-749.
- Seitz, J. (2000). The bodily basis of thought. *New ideas in Psychology*, 18, 23-40.



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

Thorburn M. & Stolz S. (2017), Embodied learning and school-based physical culture: implications for professionalism and practice in physical education. *Sport, Education and Society*, 22(6), 721-731



Όψεις της Διαφοροποιημένης Διδασκαλίας σε Κοινότητες Μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Η περίπτωση του Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών

Γαρυφαλλιά Τζίμα, Κατερίνα Δημητριάδου, Άννα Σπύρτου

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στην αναρτημένη αυτή εργασία παρουσιάζονται οι απόψεις εκπαιδευτικών, φοιτητών, μαθητών και σχολικού συμβούλου για όψεις της διαφοροποιημένης διδασκαλίας σε κοινότητες μάθησης, στην περίπτωση του Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών. Εργαλείο συλλογής δεδομένων αποτέλεσε η ημιδομημένη συνέντευξη και η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την ανάλυση περιεχομένου. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι συμμετέχοντες εστίαζαν: (α) στους τομείς της διαφοροποιημένης διδασκαλίας, όπως στην διαφοροποίηση ανάλογα με τα ενδιαφέροντα του μαθητή, (β) στη σημασία της συνεργασίας μεταξύ των ομάδων αναφοράς της κοινότητας μάθησης και (γ) στην ανάπτυξη των διερευνητικών δεξιοτήτων των μαθητών.

Λέξεις-κλειδιά: διαφοροποιημένη διδασκαλία, κοινότητες μάθησης, Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών

Aspects of differentiated instruction in learning communities in elementary education: The case of Science Festival

Garyfallia Tzima, Catherine Dimitriadou, Anna Spyrtou

University of Western Macedonia

Abstract

This poster concerns the views of primary teachers, pre-service teachers, primary students, and a primary school consultant, regarding aspects of differentiated instruction in learning communities in the case of Science Festival. The research tool was a semi-structured interview protocol and the data analysis was based on the content analysis method. The results show that the participants focused on (a) the fields of differentiated instruction, such as the differentiated teaching process, which was based on students' interests, (b) the collaboration among the members of learning communities, and (c) the development of students' inquiry skills.

Keywords: differentiated instruction, learning communities, Science Festival



1. Εισαγωγή

Διαφοροποιημένη Διδασκαλία

Η πολύπλοκη κοινωνία του 21^{ου} αιώνα προϋποθέτει την προσαρμογή του σχολείου στα επιστημο-τεχνολογικά, πολιτισμικά και κοινωνικά δεδομένα της εποχής, τα οποία απαιτούν αλλαγές στην εκπαιδευτική λειτουργία. Οι διδακτικές προσεγγίσεις οφείλουν να ανταποκρίνονται στις τάσεις της εποχής, στις διαφορετικές ανάγκες και στα κοινωνικο-πολιτισμικά χαρακτηριστικά των μαθητών, που επίσης αλλάζουν. Η διαφοροποιημένη διδασκαλία (Δ.Δ.) είναι μία σύγχρονη τάση της διδακτικής σύμφωνα με την οποία η εκπαιδευτική διαδικασία προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά των μαθητών (Tomlinson & Allan 2000). Υπό το πρίσμα αυτό, ο εκπαιδευτικός είναι απαραίτητο να δημιουργεί ευέλικτα περιβάλλοντα μάθησης, στα οποία ευνοείται η ευκαιρία προσωπικής έκφρασης και μαθησιακής προόδου ανεξάρτητα από την ετερογένεια των μαθητών (Δημητριάδου 2016). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συγκεκριμένες αρχές και τομείς που περιλαμβάνει η Δ.Δ.

Πίνακας 1. Αρχές και τομείς της Δ.Δ.

Αρχές της Δ.Δ. (Hopf 1982)	Τομείς της Δ.Δ. (Tomlinson & Allan 2000)
<ul style="list-style-type: none">• Η παιδαγωγική προσέγγιση για κάθε μαθητή πρέπει να γίνεται με βάση το πώς είναι ο μαθητής στην πραγματικότητα.• Η οικοδόμηση της γνώσης πρέπει να πραγματοποιείται από τον ίδιο το μαθητή.• Στόχος είναι η σταδιακή αύξηση της αυτονομίας του μαθητή.	Διαφοροποίηση: <ul style="list-style-type: none">• του περιεχομένου προς διδασκαλία,• της εκπαιδευτικής διαδικασίας,• των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων,• του περιβάλλοντος μάθησης, ανάλογα με: (α) τη μαθησιακή ετοιμότητα, (β) το μαθησιακό προφίλ, (γ) τα ενδιαφέροντα του μαθητή.

Αναλυτικότερα σχετικά με τους τομείς της Δ.Δ. η μαθησιακή ετοιμότητα αναφέρεται στην προσωρινή μαθησιακή κατάσταση του μαθητή η οποία μπορεί να βελτιωθεί μέσω της Δ.Δ., το μαθησιακό προφίλ αφορά τον τρόπο που ο κάθε μαθητής προσεγγίζει την γνώση, και τα ενδιαφέροντα σχετίζονται με την κινητοποίηση και την περιέργεια που προκαλεί ένα συγκεκριμένο θέμα στον μαθητή (Παντελιάδου 2008). Για την ανίχνευση των ενδιαφερόντων των μαθητών στην βιβλιογραφία προτείνονται συγκεκριμένες δραστηριότητες. Για παράδειγμα ο εκπαιδευτικός μπορεί να συλλέξει δεδομένα για τα ενδιαφέροντα των μαθητών καλώντας τους να γράψουν ένα άρθρο στο οποίο θα παρουσιάζουν τον εαυτό τους. Επίσης μια ακόμη δραστηριότητα θα μπορούσε να είναι η «γνωριμία μέσα από τις λέξεις», κατά την οποία οι μαθητές φτιάχνουν μια λίστα με δύο χαρακτηριστικά που τους αντιπροσωπεύουν και δύο που δεν τους αντιπροσωπεύουν. Έπειτα με τις λέξεις που έχουν καταγράψει δημιουργούν προτάσεις οι οποίες πιθανόν αποκαλύπτουν τα ενδιαφέροντά τους (Βαλιαντή & Νεοφύτου 2017).

Κοινότητες μάθησης

Ένας καταλυτικός παράγοντας για τη μάθηση είναι το κοινωνικό περιβάλλον και η αλληλόδραση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών (Φρυδάκη 2009). Οι κοινότητες μάθησης φαίνεται να ικανοποιούν την παραπάνω θέση καθώς περιλαμβάνουν ετερογενείς ομάδες με κοινά ενδιαφέροντα, όπως εκπαιδευτικούς, μαθητές, φοιτητές και ακαδημαϊκούς. Τα μέλη των κοινοτήτων μάθησης συνήθως έχουν διαφορετικές δεξιότητες, εμπειρίες και γνώσεις, τις οποίες αξιοποιούν για



την ικανοποίηση κοινών στόχων, μέσα σε ένα περιβάλλον συνεργασίας και σεβασμού (Δημητριάδου 2016).

Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών

Το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) ανήκει στη μη τυπική εκπαίδευση και αποτελεί ένα «δημοφιλές επιστημονικό γεγονός που δίνει έμφαση στην επιστήμη ως τρόπο διασκέδασης, πετυχαίνοντας τη βελτίωση των σχέσεων μεταξύ κοινωνίας και επιστήμης» (Σπύρτου & Ζάχου 2015). Αναπαράγεται στις αρχές της αυθεντικής μάθησης, καθώς συνδέεται με την πραγματική ζωή, προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών για τις ΦΕ και προωθεί τη συνεργασία. Επιπλέον, αποσκοπεί στην ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού. Οι μαθητές αφενός οικοδομούν γνώσεις για τα φυσικά φαινόμενα, αφετέρου αναπτύσσουν δεξιότητες διερεύνησης και κριτικής σκέψης, ώστε να χειρίζονται καταστάσεις της καθημερινότητας που βασίζονται στην επιστήμη και την τεχνολογία (Χαλκιά 2012). Το Φεστιβάλ ΦΕ το οποίο διεξήχθη στη Φλώρινα περιλάμβανε πέντε φάσεις. Στην πρώτη φάση σχηματίστηκαν κοινότητες μάθησης, αποτελούμενες από μαθητές και εκπαιδευτικούς ή προπτυχιακούς/μεταπτυχιακούς φοιτητές. Στη δεύτερη φάση, οι μαθητές επέλεξαν ένα θέμα προς διερεύνηση με βάση τα ενδιαφέροντά τους, συνέλεξαν πληροφορίες και πρότειναν ιδέες. Στην τρίτη φάση, κατασκεύασαν τα εκθέματά τους, τα οποία αξιολογούσαν συχνά και πρότειναν βελτιώσεις. Στην τέταρτη φάση, προετοιμάστηκαν για την παρουσίαση των εκθεμάτων τους. Στην πέμπτη φάση, παρουσίασαν τα εκθέματά τους στους επισκέπτες στον χώρο του Φεστιβάλ ΦΕ. Κατά τη διάρκεια των πέντε φάσεων οι εκπαιδευτικοί και οι φοιτητές συνεργάζονταν στενά μεταξύ τους, καθώς και με ερευνητές της διδακτικής των ΦΕ του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας και με τον σχολικό σύμβουλο. Η συνεργασία εστίαζε σε ζητήματα που προέκυπταν κατά την εκπαιδευτική διαδικασία π.χ. δυσκολίες μαθητών, έλλειψη υλικών κ.α. (Σπύρτου & Ζάχου 2015).

Στόχος της έρευνας είναι να μελετήσουμε τις απόψεις εκπαιδευτικών, φοιτητών, μαθητών και σχολικού συμβούλου για όψεις της διαφοροποιημένης διδασκαλίας σε κοινότητες μάθησης, στην περίπτωση του Φεστιβάλ ΦΕ. Ο στόχος αυτός επιμερίζεται στα εξής ερευνητικά ερωτήματα (ΕΕ):

- ΕΕ1. Ποιες είναι οι εκτιμήσεις των συμμετεχόντων στο Φεστιβάλ ΦΕ: (α) για την αξία του ως προς την καλλιέργεια του επιστημονικού-τεχνολογικού γραμματισμού των μαθητών και (β) για την γενικότερη εκπαιδευτική του αξία;
- ΕΕ2. Ποιες είναι οι απόψεις των συμμετεχόντων στο Φεστιβάλ ΦΕ για τη σημασία της συνεργασίας μεταξύ των μελών της κοινότητας μάθησης (μαθητών, φοιτητών, εκπαιδευτικών, σχολικών συμβούλων) στην οργάνωση και υλοποίηση του Φεστιβάλ ΦΕ;
- ΕΕ3. Ποια στοιχεία της έννοιας διαφοροποιημένη διδασκαλία αξιοποιήθηκαν στο Φεστιβάλ ΦΕ, κατά την άποψη των συμμετεχόντων;

2. Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν τέσσερις μαθητές Ε΄ και Στ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου, δύο εκπαιδευτικοί της Α/θμιας, δύο μεταπτυχιακοί φοιτητές ΠΤΔΕ, δύο προπτυχιακοί φοιτητές του ίδιου τμήματος, και ένας σχολικός σύμβουλος. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν εμπειρία από το Φεστιβάλ ΦΕ.



Πίνακας 2: Κατηγορίες για καθένα από τα ΕΕ

ΕΕ	Κατηγορίες				
ΕΕ1α	Αναφορά στη διερεύνηση	Αναφορά στο γνωστικό αντικείμενο	Αναφορά στη χρήση της τεχνολογίας	Αναφορά στην προσωπική και κοινωνική διάσταση της επιστήμης και τεχνολογίας	
ΕΕ1β	Αναφορά στο ευχάριστο περιβάλλον	Αναφορά στη δημιουργικότητα-καινοτομία	Αναφορά στη δεξιοότητα παρουσίασης	Αναφορά σε δυσκολίες κατά την υλοποίηση του Φεστιβάλ ΦΕ	
ΕΕ2	Αναφορά στη συνεργασία με μαθητές	Αναφορά στη συνεργασία με φοιτητές	Αναφορά στη συνεργασία με εκπαιδευτικούς	Αναφορά στη συνεργασία με Πανεπιστήμιο	Αναφορά στη συνεργασία με σχολικό σύμβουλο
ΕΕ3	Αναφορά σε αρχές της Δ.Δ.	Αναφορά σε τομείς Δ.Δ.	Αναφορά σε μορφές αξιολόγησης		

Συλλογή και Ανάλυση δεδομένων

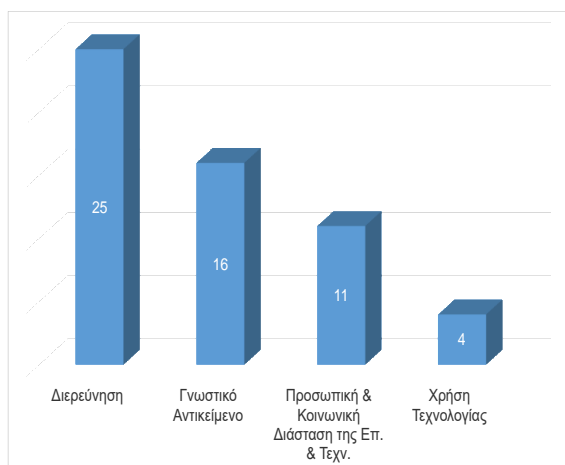
Για τη συλλογή των δεδομένων εφαρμόστηκε ημιδομημένη συνέντευξη (Ιωσηφίδης 2008), η οποία περιλάμβανε τρεις άξονες ερωτήσεων που αντιστοιχούν στα τρία ΕΕ. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι συμμετέχοντες της έρευνας προέρχονταν από διαφορετικές ομάδες αναφοράς (εκπαιδευτικοί, μαθητές, φοιτητές, σχολικός σύμβουλος), τα επιμέρους ερωτήματα του κάθε άξονα προσαρμόστηκαν αναλόγως. Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη τεχνική της ανάλυσης περιεχομένου (Ιωσηφίδης 2008). Αρχικά, αναζητήθηκαν μονάδες νοήματος (MN) για καθένα από τα ερευνητικά ερωτήματα και ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες οι οποίες προέκυψαν από τη βιβλιογραφική επισκόπηση (παραγωγική μέθοδος). Οι MN που δεν ταξινομήθηκαν με την παραγωγική μέθοδο, ομαδοποιήθηκαν με βάση το κοινό εννοιολογικό τους περιεχόμενο και αποτέλεσαν ξεχωριστές κατηγορίες (επαγωγική μέθοδος) (Mayring 2014). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι κατηγορίες για καθένα από τα ΕΕ, που αφορούν το σύνολο των συμμετεχόντων.

3. Αποτελέσματα

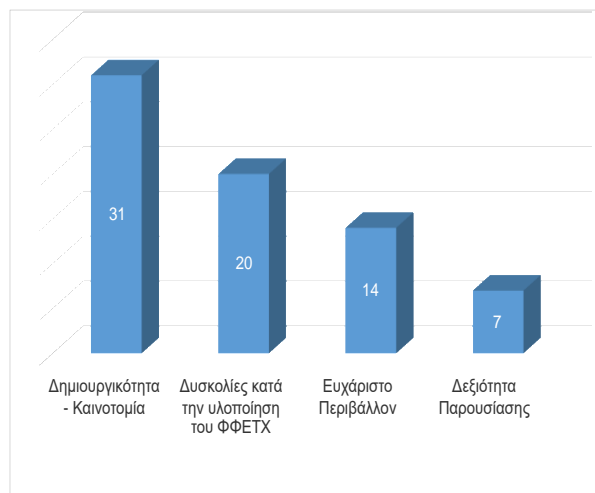
Όσον αφορά το ΕΕ1α, από το Γράφημα 1 φαίνεται ότι οι περισσότερες MN εμφανίζονται στην κατηγορία «Διερεύνηση». Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός ανέφερε: «*Η διερεύνηση είναι βασικό στοιχείο που το βιώνεις στο έπακρό του στο Φεστιβάλ ΦΕ, δηλαδή υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες έτσι ώστε ο εκπαιδευτικός να είναι ελεύθερος, να έχει μια σχετική ελευθερία και μια σχετική ευθύνη και να βιώσει τη διερεύνηση ως το διαφορετικό που αξίζει να το μάθεις στην πρακτική του γιατί αυτό θα αξίζει να εφαρμόζει αργότερα μέσα στην τάξη*». Σχετικά με το ΕΕ1β οι περισσότερες MN εμφανίζονται στην κατηγορία «Δημιουργικότητα-Καινοτομία» (Γράφημα 2). Συγκεκριμένα μία μεταπτυχιακή φοιτήτρια δήλωσε: «*Για το σχολείο να αναλαμβάνει τέτοιες δράσεις είναι πολύ θετικό γιατί ξεφεύγει από το δομημένο κάνει κάτι προκλητικό, κάτι διαφορετικό, κάτι καινοτόμο*».



Γράφημα 1. Αριθμός ΜΝ (σύνολο 56) για τις εκτιμήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη συμβολή του Φεστιβάλ ΦΕ στον επιστημονικό-τεχνολογικό γραμματισμό των μαθητών.



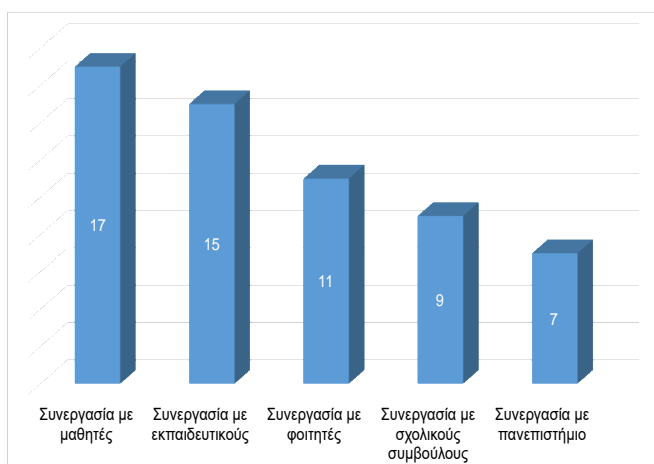
Γράφημα 2. Αριθμός ΜΝ (σύνολο 72) για τις απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη γενικότερη εκπαιδευτική αξία του Φεστιβάλ ΦΕ.



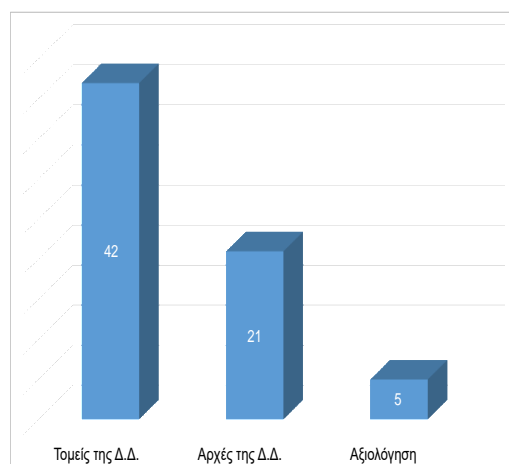
Αναφορικά με το ΕΕ2, στο Γράφημα 3 παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη συχνότητα ΜΝ εντοπίζεται στην κατηγορία «Συνεργασία με μαθητές». Για παράδειγμα, ένας μαθητής ανέφερε: «Μου άρεσε που συνεργάστηκα με τους συμμαθητές μου. Πιο καλά είναι με παρέα. Αν είσαι μόνος σου δεν έχεις τι να κάνεις και αρχίζεις να βαριέσαι». Σε σχέση με το ΕΕ4, φαίνεται ότι η κατηγορία που κυριαρχεί είναι οι «Τομείς της Δ.Δ.» (Γράφημα 4).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η απάντηση μιας εκπαιδευτικού: «Έμαθα ότι βάζοντας ως κεντρικό στόχο το ενδιαφέρον του μαθητή και την προσωπική του εμπλοκή σε αυτό που κάνει, μπορεί να επιτύχει πολλά. Δηλαδή μπορεί ένας μαθητής που δεν έχει τόσο καλή σχολική επίδοση ... να εξελιχθεί αλλιώς μέσα στο ανοιχτό πλαίσιο του Φεστιβάλ».

Γράφημα 3. Αριθμός ΜΝ (σύνολο 59) για με τη συνεργασία των ομάδων αναφοράς της κοινότητας μάθησης.



Γράφημα 4. Αριθμός ΜΝ (σύνολο 68) για τις απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη Δ.Δ.





4. Συμπεράσματα

Στην αναρτημένη αυτή εργασία παρουσιάστηκαν οι απόψεις διαφορετικών πόλων αναφοράς (εκπαιδευτικών, φοιτητών, μαθητών και σχολικού συμβούλου) για την αξία του Φεστιβάλ ΦΕ ως προς τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό των μαθητών, για την γενικότερη εκπαιδευτική του αξία, για τη σημασία της συνεργασίας μεταξύ των μελών των κοινοτήτων μάθησης και για τα στοιχεία της Δ.Δ. που αξιοποιήθηκαν σε αυτό. Όσον αφορά τον εν λόγω γραμματισμό, οι απαντήσεις των συμμετεχόντων εστίαζαν στις δεξιότητες διερεύνησης. Οι δεξιότητες διερεύνησης θεωρούνται «δεξιότητες ζωής, δηλαδή δεξιότητες που θα είναι χρήσιμες [στους μαθητές] για όλη την υπόλοιπη ζωή τους» (Χαλκιά 2012, σελ. 121). Σχετικά με τη συνεργασία στις κοινότητες μάθησης, οι απαντήσεις των συμμετεχόντων συνδέονταν συνήθως με τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών και των εκπαιδευτικών. Όσον αφορά τη Δ.Δ., οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν σε συγκεκριμένα στοιχεία της που παραπέμπουν στους τομείς της. Ειδικότερα, οι περισσότερες απαντήσεις αφορούν τη διαφοροποίηση του περιβάλλοντος μάθησης, ανάλογα με τα ενδιαφέροντα αλλά και το μαθησιακό προφίλ του μαθητή (Φρυδάκη 2009). Το εύρημα χρήζει περαιτέρω μελέτης γιατί στη βιβλιογραφία καταγράφεται ότι οι πιο συχνές απαντήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την διαφοροποίηση της διδασκαλίας είναι η χρήση ευκολότερων ασκήσεων (Valiande & Koutselini 2009). Επιπλέον, σε επόμενη έρευνα προτείνεται να διερευνηθούν οι απόψεις των διαφορετικών πόλων αναφοράς ως διακριτές μελέτες περίπτωσης για να αναδειχθούν οι ποιοτικές διαφορές μεταξύ τους.

5. Βιβλιογραφία

Βαλιαντή, Σ., & Νεοφύτου, Λ. (2017). Διαφοροποιημένη διδασκαλία: Λειτουργική και αποτελεσματική εφαρμογή. Αθήνα: Πεδίο.

Δημητριάδου, Κ. (2016). Νέοι προσανατολισμοί της διδακτικής. Προσαρμογή της διδασκαλίας στις εκπαιδευτικές προκλήσεις του 21ου αιώνα. Αθήνα: Gutenberg.

Ιωσηφίδης, Θ. (2008). Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες. Αθήνα: Κριτική.

Παντελιάδου, Σ. (2008). Διαφοροποιημένη διδασκαλία. Στο Παντελιάδου, Σ., Αντωνίου, Φ. (Επιμ.) Διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (σελ 7-17). Βόλος: Γράφημα.

Σπύρτου, Α. & Ζάχου, Π. (2015). Εκπαιδευτικό υλικό για τις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο: ανάπτυξη και παρουσίαση του υλικού σε Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες», (σσ. 393-408). Ρόδος: Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Φρυδάκη, Ε. (2009). Η διδασκαλία στην τομή της νεωτερικής και της μετανεωτερικής σκέψης. Αθήνα: Κριτική.

Χαλκιά, Κ. (2012). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.

Horf, D. (1982). Διαφοροποίηση της σχολικής εργασίας: παραδοσιακοί και σύγχρονοι τρόποι οργάνωσης της διδασκαλίας (μεταφ. Δελιγιάννη &- Κιουμτζή). Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη.

Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssaoar-395173> (Προσπελάστηκε 12/04/2017).

Tomlinson, C.A., Allan, S. D. (2000). Leadership for Differentiating Schools & Classrooms. Alexandria, Virginia: ASCD.



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

Valiande, S., & Koutselini, M. I. (2009). Application and evaluation of differentiation instruction in mixed ability classrooms. In 4th Hellenic Observatory PhD Symposium (pp. 25-26). London: LSE.



Οι παροιμίες/παροιμιώδεις φράσεις ως διδακτικό εργαλείο για την προσέγγιση εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο: «Μία παροιμία Φυσικής, πες την και ας γίνει πείραμα»

Μαρία Τζιώλη¹, Κατερίνα Μητσινιώτου², Ευμορφία Γαρυφαλλογιάννη³

Νηπιαγωγείο Ξινού Νερού¹, 1^οΝηπιαγωγείο Κομοτηνής², Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας³

Περίληψη

Η ένταξη των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στη διαθεματικότητα των σύγχρονων αναλυτικών προγραμμάτων του Νηπιαγωγείου αποτελεί μία δυναμική προσπάθεια βελτίωσης της διδασκαλίας των ΦΕ. Η εργασία αυτή αφορά την προσέγγιση εννοιών ΦΕ μέσα από τη διασύνδεση με τη Λογοτεχνία και συγκεκριμένα μέσα από το είδος της παροιμίας/φράσης. Εντάσσεται στο Πρόγραμμα Σχολικών Δραστηριοτήτων σχολικού έτους 2017 - 2018, με τίτλο «Μύθοι, Φύση και Πραγματικότητες» και στη θεματική ενότητα «Μια παροιμία Φυσικής, πες την και ας γίνει πείραμα». Αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε στα πλαίσια διασχολικής συνεργασίας μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας «eTwinning», που αποτελεί μια κοινότητα μάθησης των σχολείων της Ευρώπης.

Λέξεις – κλειδιά: Διαθεματικότητα, eTwinning, Παροιμίες, Νηπιαγωγείο

Proverbs/Proverbial phrases as a teaching tool for approaching Science concepts in Kindergarten: "A Physics proverb, say it and let's make an experiment"

Maria Tzioli¹, Katerina Mitsiniotou², Evmorfia Garifallogianni³

Kindergarten of Xino Nero, Florina¹, Kindergarten of Komotini², University of Western Macedonia³

Abstract

The inclusion of [Science Education](#) (SE) in the interdisciplinary of modern Kindergarten curricula is a dynamic effort of improving Science teaching. The present poster concerns the approach of SE through interconnection with literature and specifically through proverbs/ proverbial phrases. It is included in the curricula of school activities of the school year 2017-2018 entitled «Myths, Nature and Realities», regarding the module «A Physics proverb, say it and let's make an experiment». It was developed and implemented within the framework of inter-school cooperation via the electronic platform «eTwinning», which is an exciting learning community for schools in Europe.

Keywords: Interdisciplinary, eTwinning, Proverbs, Kindergarten



1. Εισαγωγή

Ο χαρακτήρας αυτής της εργασίας είναι διπτός. Αφενός, γιατί προωθεί την αλληλεπίδραση και τη διασύνδεση δυο διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, των ΦΕ και της Λογοτεχνίας, κι αφετέρου, γιατί εντάσσεται σε έναν νέο προσανατολισμό της Διδακτικής, τις κοινότητες μάθησης (Δημητριάδου 2016). Την τελευταία περίπου εικοσαετία επιχειρείται περισσότερο από ποτέ, η σύγκλιση των διάφορων διδακτικών περιοχών στα πλαίσια της διαθεματικότητας και παρατηρείται μια ιδιαίτερη προσπάθεια για διεπιστημονική προσέγγιση των διαφορετικών μαθησιακών περιοχών (ΔΕΠΠΣ 2003). Το γεγονός αυτό επιτρέπει τόσο στην επικοινωνιακή πλευρά της γλώσσας, όσο και στην καταλυτική προσφορά της λογοτεχνίας να σταθούν αρωγοί σε κάθε τομέα του αναλυτικού προγράμματος και να διανθίσουν με την παρουσία τους τη διδασκαλία των άλλων μαθησιακών περιοχών (Λαλαγιάννη 2005). Η διδασκαλία των ΦΕ πρέπει να χαρακτηρίζεται από διαθεματικά στοιχεία, τη σύγκριση δηλαδή του επιστημονικού με άλλους τρόπους σκέψης, τη σύγκριση και τη διαφοροποίηση μεταξύ των διαφόρων επιστημών, καθώς και τη σχέση της επιστήμης με την κοινωνία (Σέρογλου 2006). Σε αυτό το πλαίσιο τα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα αλληλεπιδρούν, ώστε να μην μπορεί να οριστεί αποκλειστικά ως διδασκαλία των ΦΕ, της γλώσσας ή και των άλλων γνωστικών αντικειμένων. Η χρήση των τεχνών (Λογοτεχνίας, Μουσικής, Θεάτρου κτλ) ως πλαίσιο επεξεργασίας και δημιουργίας αναπτύσσει συνθήκες εναλλακτικής διδασκαλίας που εμπνέουν και εμπλέκουν το σύνολο των μαθητών (Παπαδόπουλος 2013).

Η εργασία αυτή σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας eTwinning, η οποία αποτελεί μία ηλεκτρονική κοινότητα μάθησης, μέσω της οποίας συνεργάζονται και σχολεία Ευρωπαϊκών χωρών. Στα πλαίσια της κοινότητας αυτής, οι εκπαιδευτικοί δύο νηπιαγωγείων, διαφορετικής περιφέρειας, μέσω της χρήσης των **Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας** (ΤΠΕ) κατάφεραν να συνεργαστούν, να μοιραστούν ιδέες και προβληματισμούς, να επιλέξουν θεματικές, στόχους, δραστηριότητες και παιδαγωγικά εργαλεία με σκοπό να πετύχουν το σχεδιασμό, την εφαρμογή και την αξιολόγηση μιας ΔΜΑ, που βασιζόταν σε κοινό έργο.

2.Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από δυο διαφορετικά νηπιαγωγεία της νηπιαγωγείας της χώρας, το Νηπιαγωγείο Ξινού Νερού Φλώρινας και το 1ο Νηπιαγωγείο Κομοτηνής. Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν στο σύνολό του από 34 μαθητές μεικτής ομάδας νηπίων - προνηπίων εκ των οποίων τα 13 ήταν αγόρια και τα 21 ήταν κορίτσια. Σε πρώτο στάδιο, οι δύο εκπαιδευτικοί αντάλλαξαν απόψεις σχετικά με τη θεματική των διδασκαλιών, τους στόχους της κάθε θεματικής ενότητας, την αξιοποίηση των παροιμιών στο σχεδιασμό και την εφαρμογή της αντίστοιχης διδασκαλίας. Στον καθημερινό επικοινωνιακό λόγο τα παιδιά ακούν παροιμίες/φράσεις. Οι παροιμίες και οι παροιμιώδεις φράσεις αποτελούν μέρος του λαογραφικού θησαυρού μας, που μέσα από λίγες λέξεις αποδίδουν τη λαϊκή σοφία και ιστορία. Στόχος ήταν η ανάδειξη των εννοιών και των φαινομένων ΦΕ μέσω των παροιμιών / παροιμιωδών φράσεων, η διαχείριση τους ως εκπαιδευτικό εργαλείο που θα συμβάλει στην προσέγγιση τους, καθώς και η σύνδεση του καθημερινού προφορικού λόγου (παροιμίες) με τον αντίστοιχο επιστημονικό. Τα παιδιά μέσα από μία σειρά δραστηριοτήτων είχαν την ευκαιρία να τις ακούσουν, να τις επεξεργαστούν, να προβληματιστούν, να εξελίξουν τις υποθέσεις τους σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο, να εκφράσουν αρχικές ιδέες και να αισθανθούν την ανάγκη για δοκιμή, πειραματισμό και σύγκριση του περιεχομένου τους (λογοτεχνικού - φυσικού). Σε δεύτερο στάδιο, έγινε κατανομή του υλικού, η επιλογή των δραστηριοτήτων, οι μέθοδοι και οι παιδαγωγικές στρατηγικές που θα κινητοποιήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και θα βοηθήσουν στην αλληλεπίδραση των δύο



γνωστικών αντικειμένων. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί αντάλλαξαν απόψεις σχετικά με τον τρόπο οργάνωσης του πλαισίου, έτσι ώστε να επιτευχθεί η αλληλεπίδραση των μαθητών τόσο στο κάθε Νηπιαγωγείο ξεχωριστά, όσο και μεταξύ τους. Στο τρίτο στάδιο, οι εκπαιδευτικοί των δύο Νηπιαγωγείων σχεδίασαν τις δραστηριότητες. Σε τακτά χρονικά διαστήματα επικοινωνούσαν και αντάλλαξαν απόψεις σχετικά με τις πρακτικές και τα αποτελέσματα της εφαρμογής. Στο τελευταίο στάδιο της εφαρμογής, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία της ηλεκτρονικής πλατφόρμας, πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση, καθώς και η αξιολόγηση της εφαρμογής και της συνεργασίας των μαθητών από τις εκπαιδευτικούς, καταλήγοντας σε σχετικά συμπεράσματα.

3. Αποτελέσματα

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται συνοπτικά το λογοτεχνικό περιεχόμενο (παροιμίες/φράσεις) των οργανωμένων δραστηριοτήτων, που πραγματοποιήθηκαν από τα δύο Νηπιαγωγεία κατά τη διάρκεια της πεντάμηνης συνεργασίας τους, καθώς και τη σύνδεσή του με έννοιες και φαινόμενα των ΦΕ. Οι παροιμίες/φράσεις (στήλη 1) και το διδακτικό περιεχόμενο (στήλη 2), που διδάχτηκαν οι μαθητές και παρατίθενται στον πίνακα, είναι ενδεικτικές.

Συνοπτικά, οι μαθητές αρχικά προσπάθησαν με τη χρήση των εικονόλεξων να περιγράψουν προφορικά το περιεχόμενο κάθε παροιμίας. Έπειτα, μέσα από ερωταποκρίσεις εξέφρασαν απόψεις σχετικά με το λογοτεχνικό διδακτικό περιεχόμενο της παροιμίας. Ο προβληματισμός των μαθητών για το εάν αυτό που περιγράφουν οι λέξεις που την απαρτίζουν συμβαίνει ή μοιάζει με κάτι που συμβαίνει στην πραγματικότητα, αποτέλεσε την αφορμή για περαιτέρω συζήτηση, διατύπωση αρχικών υποθέσεων και αναζήτηση τρόπων διερεύνησης και ανακάλυψης. Οι εκπαιδευτικοί προσπάθησαν με κατάλληλες ερωτήσεις, φύλλα εργασίας ή και ιχνογραφήματα να ανιχνεύσουν τις αρχικές ιδέες των παιδιών σχετικά με τις έννοιες και τα φαινόμενα που αναδεικνύονταν στην κάθε παροιμία, ενώ παράλληλα ενθάρρυναν την συζήτηση, ώστε να εφαρμόσουν οι μαθητές τις ιδέες τους.

Παραδείγματος χάρη: Στην περίπτωση της παροιμίας «Δεν μπορείς να κινηθείς γρηγορότερα από τη σκιά σου» με μία σειρά δραστηριοτήτων στην αυλή του Νηπιαγωγείου αξιοποιήθηκαν οι σκιές των σταθερών αντικείμενων, καθώς και των ίδιων των παιδιών τη στιγμή που μετακινούνταν, για να αντιληφθούν το συσχετισμό τους με την φωτεινή πηγή που τις δημιουργεί, αλλά και τις μεταβολές τους στο σχήμα και το μέγεθος. Τα παιδιά πειραματίστηκαν μέσα στην τάξη για δημιουργία σκιών, με τη χρήση ενός προβολέα, έτσι ώστε να καταφέρουν να παίξουν θέατρο σκιών. Έφτιαξαν ένα ηλιακό ρολόι και φιγούρες από σκιές της παλάμης τους για να αντιληφθούν τελικά και το περιεχόμενο των σχετικών παροιμιών. Επιπλέον, περιέγραψαν με ιχνογραφήματα βιωματικές εμπειρίες που σχετίζονται με την παροιμία «Η φωτιά και το νερό, παίρνουν σβάρνα το χωριό». Παρακολούθησαν βίντεο σχετικά με τις καταστροφικές επιπτώσεις της δύναμης του νερού και της φωτιάς και προβληματίστηκαν εκφράζοντας απόψεις για τον τρόπο αντιμετώπισης μιας πλημμυράς, μιας πυρκαγιάς και μιας ανεμοθύελλας. Πραγματοποίησαν σχετικό πείραμα παίζοντας με πλαστικά μπουκάλια και ένα σωλήνα, πιέζοντας το άκρο του στομίου, για να αντιληφθούν τα αποτελέσματα των αυξομειώσεων της πίεσης του νερού (Εικόνα 2).



Πίνακας 1: Συνοπτική περιγραφή του περιεχομένου διδασκαλίας της θεματικής ενότητας: «Μία παροιμία Φυσικής, πες την και ας γίνει πείραμα»

Λογοτεχνικό είδος - Παροιμίες/Φράσεις	Διδακτικό Περιεχόμενο - Έννοιες/Φαινόμενα
1. «Το μήλο πέφτει κάτω από τη μηλιά»	Η δύναμη της βαρύτητας
2. «Έχεις γίνει σκιά μου» 3. «Δεν μπορείς να κινηθείς γρηγορότερα από τη σκιά σου»	Ο σχηματισμός της σκιάς
4. «Με έλκεις σαν μαγνήτης»	Μαγνητισμός Έλξη -Απωση
5. «Ας το πάρει το ποτάμι» 6. «Δίχως νερό, ο μύλος δεν αλέθει» 7. «Η φωτιά και το νερό, παίρνουν σβάρνα το χωριό»	Η δύναμη και οι ιδιότητες του νερού με τις ευεργετικές και καταστροφικές συνέπειες
8. «Άλλη η δόξα του ήλιου κι άλλη της σελήνης» 9. «Η μέρα έχει μάτια και η νύχτα αυτιά.»	Το φαινόμενο της ημέρας και της νύχτας
10. «Έγινε άφαντος...» 11. «Του κήρυξε έναν άορατο πόλεμο» 12. «Ψάχνεις ψύλλους στα άχυρα»	Μικρόκοσμος Νανόκοσμος, Όργανα παρατήρησης

Εικόνα 1: «Δεν μπορείς να κινηθείς γρηγορότερα από τη σκιά σου» / Ο σχηματισμός της σκιάς



Εικόνα 2: Η φωτιά και το νερό, παίρνουν σβάρνα το χωριό / Η δύναμη του νερού



Στην Εικόνα 3 κατασκεύασαν το μοντέλο της Γης, αφού προσέγγισαν την έννοια της βαρύτητας, ενώ τέλος για την παροιμία «Με έλκεις σαν μαγνήτης» (Εικόνα 4) τα παιδιά εξέφρασαν τις απόψεις τους σχετικά με τον προβληματισμό που προέκυψε για το εάν ο μαγνήτης τραβά όλα τα αντικείμενα. Πειραματίστηκαν με διάφορα υλικά και διάφορα μεγέθη μαγνητών, ενώ στη συνέχεια κατέγραψαν τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων και τα ταξινόμησαν σε πίνακες.

Ενδεικτικά δίνεται φωτογραφικό υλικό με φωτογραφίες από τις βιωματικές δραστηριότητες με τις σχετικές παροιμίες και τις αντίστοιχες θεματικές τους (εικόνες 1-4).



Εικόνα 3: Το μήλο πέφτει κάτω από τη μηλιά / Η δύναμη της βαρύτητας



Εικόνα 4: Με έλκει σαν μαγνήτης / Έλξη – Άπωση



4. Συμπεράσματα

Η διαδικασία της ανάλυσης των αποτελεσμάτων αναμένεται να ολοκληρωθεί με τη λήξη του προγράμματος, καθώς το πρόγραμμα συνεχίζεται και την σχολική χρονιά 2018-2019 με την προσθήκη δύο ακόμη Νηπιαγωγείων (Τουρκία και Αλβανία). Ωστόσο, τα πρώτα αποτελέσματα αναδεικνύουν πως η σύνδεση της διδασκαλίας των ΦΕ και της Λογοτεχνίας εισφέρει δυναμικά στην πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών για ενασχόληση με τις ΦΕ. Οι παροιμίες/φράσεις φάνηκε από τη συμμετοχή των παιδιών να αποτελούν ερέθισμα για σκέψη και προβληματισμό και να παρέχουν τη δυνατότητα, σε ένα οργανωμένο παιδαγωγικά πλαίσιο, να προσεγγίσουν έννοιες και των δυο γνωστικών αντικειμένων.

Από την πλευρά των εκπαιδευτικών, η από κοινού αναζήτηση τρόπων αξιοποίησης λογοτεχνικών ειδών και εργασίας σε μία κοινότητα μάθησης ενίσχυσε την αυτοπεποίθησή τους, το αίσθημα αλληλοϋποστήριξης, βοήθησε στη διάχυση του προγράμματος, διεύρυνε το ενδιαφέρον για περαιτέρω ενασχόληση με τις ΦΕ, καθώς και τη συμμετοχή και άλλων Νηπιαγωγείων.

5. Βιβλιογραφία

ΔΕΠΠΣ - ΑΠΣ (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης. Αθήνα: ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, ΦΕΚ 304Β/13-03-2003.

Δημητριάδου, Α. (2016). *Νέοι Προσανατολισμοί της Διδακτικής*. Αθήνα: GUTENBERG.

Λαλαγιάννη, Κ. (2005). «Λογοτεχνία, Μαθηματικά, Φυσική και Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση» - Ερευνητικό Πρόγραμμα : Λογοτεχνία και διαθεματικότητα : ερευνητικές προσεγγίσεις των σχολικών εγχειριδίων και της διδακτικής πράξης. Βόλος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.



Παπαδόπουλος, Π. (2013). Δημιουργική γραφή και αφήγηση στις φυσικές επιστήμες. Στο Θ. Πιερράτος, Σ. Αρτέμη, Χ. Πολάτογλου & Π. Κουμαράς (επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου: Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;* (σσ. 195- 204). Θεσσαλονίκη.

Σέρογλου, Φ. (2006). *Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ



Αξιοποίηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και δορυφορικών εικόνων για την ανάπτυξη επιχειρηματολογίας πάνω σε κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα Γεωγραφίας και περιβάλλοντος στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

**Γεράσιμος Κωνσταντακάτος¹, Μάρθα Γεωργίου², Λία Γαλάνη³, Κωνσταντίνος Σκορδούλης⁴,
Γιώργος Κουτρομάνος⁵**

¹Τμήμα Εκπαιδευτικών Πολιτικών Μηχανικών, Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.,
^{1,2,3,4,5}Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ

Περίληψη

Το παρόν βιωματικό εργαστήριο έχει ως στόχο την επίλυση ενός κοινωνικοεπιστημονικού ζητήματος με την ανάπτυξη κατάλληλης επιχειρηματολογίας μέσα από τις δυνατότητες που παρέχουν οι δορυφορικές εικόνες σε συνδυασμό με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (άντληση χωρικών πληροφοριών, ταξινόμηση, χρήση). Απευθύνεται κυρίως σε εκπαιδευτικούς Γυμνασίου, που θα ήθελαν να αξιοποιήσουν και να εντάξουν τις δορυφορικές εικόνες στη διδασκαλία της Γεωγραφίας. Μετά την ολοκλήρωση του εργαστηρίου θα συζητηθούν οι δυνατότητες περαιτέρω διδακτικής αξιοποίησης των δορυφορικών εικόνων στην τυπική εκπαίδευση για επίλυση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων.

Λέξεις-κλειδιά: δορυφορικές εικόνες, επιχειρηματολογία, κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα

Using Geographic Information Systems and Satellite Images for the development of argumentation on socioscientific issues in secondary Geography and Environmental education

**Gerasimos Konstantakatos¹, Μάρθα Γεωργίου², Lia Galani³, Constantine Skordoulis⁴,
George Koutromanos⁵**

¹Department of Civil Engineering Educators, ASPETE,
^{1,2,3,4,5}Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

This experiential workshop aimed to approach and negotiate a Socioscientific issue (case study) by developing appropriate argumentation through the capabilities provided by satellite images in conjunction with Geographic Information Systems (i.e. extraction of spatial information, classification, etc.). It is mainly aimed at teachers of secondary education, who would like to exploit and integrate satellite images into Geography classes. During the workshop, the potential use of satellite images and data as educational tools to solve socioscientific issues will be discussed.

Keywords: satellite images, argumentation; socioscientific issues



1. Σύνοψη του Εργαστηρίου

Η Γεωγραφία είναι το διδακτικό αντικείμενο που δημιουργεί και διατηρεί το ενδιαφέρον για τον κόσμο, βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν τη δυναμική του, την πολυπλοκότητά του, και τις αλλαγές που συμβαίνουν σε αυτόν. Καταγράφει το πού βρίσκονται οι τόποι, ερμηνεύει το πώς δημιουργήθηκαν καθώς και το πώς αλληλεπιδρά ο άνθρωπος με το περιβάλλον. Επίσης η γεωγραφική/γεωχωρική έρευνα παροτρύνει τους μαθητές στο να θέτουν ερωτήματα, να σκέφτονται κριτικά και να ερευνούν ζητήματα που επηρεάζουν τον κόσμο και τη ζωή των ανθρώπων όχι μόνο στο παρόν αλλά και στο μέλλον (Καρατζά κ.ά. 2017). Οι Lee & Bednarz (2009) θεωρούν ως χωρικές ικανότητες τη χωρική απεικόνιση μέσα από την επεξεργασία χωρικών πληροφοριών, το χωρικό προσανατολισμό, τις χωρικές σχέσεις, την κατανόηση χωρικών ιεραρχιών και τον προσανατολισμό στον πραγματικό κόσμο ενώ σύμφωνα με τις έρευνές τους, η χωρική σκέψη συνδέεται με την πραγματική ζωή, με τον αποτελεσματικότερο χειρισμό πραγματικών καταστάσεων και μάλιστα τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι ένα εργαλείο που υποστηρίζει δραστηριότητες για την ανάπτυξή της. Τα ΓΣΠ απεικονίζουν στο χώρο τα δεδομένα και οι χρήστες μπορούν να τα επεξεργαστούν και να «προτείνουν» λύσεις (Λαμπρινός 2015). Ως προς την παιδαγωγική τους διάσταση, σε αντιδιαστολή με την μετωπική διδασκαλία στην οποία πρωταγωνιστικό ρόλο παίζει ο εκπαιδευτικός, τα ΓΣΠ στηρίζουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών σε όλα τα στάδια της μαθησιακής διαδικασίας, τη συλλογική και συσχετιζόμενη φύση της μαθησιακής διαδικασίας και την κατεύθυνση προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων και υψηλού επιπέδου γνωστικών ικανοτήτων (Riihelä & Mäki 2015, Λαμπρινός 2015). Στη Δευτεροβάθμια και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση η χρήση των ΓΣΠ στην τάξη είναι σχεδόν μηδενική, έτσι, λοιπόν, αποτελούν ένα «μαύρο κουτί» για τη συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών και μαθητών που δεν έχουν καμιά προηγούμενη εμπειρία με αυτά (Κλωνάρη 2011). Ο Thomson (1987) χαρακτηρίζει τα ΓΣΠ ως «πηγή δεδομένων, με τα οποία μπορεί να διδάξει κανείς ότι έχει σχέση με τον κόσμο» (Audet 1993). Οι Patterson, Reeve & Page (2003), επισημαίνουν ότι η χρήση των ΓΣΠ στη γεωγραφική εκπαίδευση αναπτύσσει δεξιότητες χωρικής αντίληψης στους μαθητές. Χωρική σκέψη χαρακτηρίζεται το σύνολο των γνώσεων και δεξιοτήτων χρήσης εννοιών του χώρου και εργαλείων αναπαράστασής του, όπως οι χάρτες και τα γραφήματα, καθώς επίσης και οι λογικές διεργασίες οργάνωσης και επίλυσης προβλημάτων (Downs & DeSouza 2005). Έρευνα που έγινε σε 110 μαθητές της Β' Γυμνασίου στην Αμερική υποστηρίζει ότι οι δορυφορικές εικόνες συνδέονται με την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης (Bodzin 2011). Η χρήση των δορυφορικών εικόνων στην τάξη παρέχει την δυνατότητα στους μαθητές να συλλέξουν, ταξινομήσουν και επεξεργαστούν δεδομένα και πληροφορίες που θα χρησιμοποιούσαν οι επιστήμονες και τους επιτρέπει να εξερευνήσουν την Γη κατά τρόπο δυναμικό και διαλεκτικό, γεγονός που τους βοηθάει να κατανοήσουν το χώρο ως ενιαίο σύνολο και να ερμηνεύσουν τα γεωγραφικά θέματα μέσα από μία πιο ευρηματική και παιδαγωγική προσέγγιση (Γαλάνη 2015). Σκοπός του προτεινόμενου εργαστηρίου είναι η παρουσίαση μιας πρότασης για τη διδασκαλία της Γεωγραφίας με την αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών (Τηλεπισκόπηση και Γεωπληροφορική) και την εμπλοκή των μαθητών σε κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα (Zeidler & Nichols 2009) με στόχους: την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης, την καλλιέργεια χωρικών δεξιοτήτων, την κατανόηση απλών (θέση, απόσταση, μέγεθος, όριο) και σύνθετων (ανάγλυφο, πυκνότητα, κλίμακα) χωρικών εννοιών (Downs & DeSouza 2005, Lee & Bednarz 2009, Bodzin 2011), καθώς και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας για την οποία τα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα αποτελούν ιδανικό πλαίσιο (Γεωργίου & Μαυρικάκη 2017). Τα υφιστάμενα προγράμματα σπουδών προτάσσουν τις έννοιες αυτές ως βασικές και απαραίτητες της υποχρεωτικής ακόμη εκπαίδευσης. Επίσης ζητήματα καθημερινότητας παρουσιάζονται στους μαθητές και αναδεικνύουν τη σύνδεση της Γεωγραφίας με τη σύγχρονη κοινωνία. Ο τουρισμός, οι μεταφορές, οι επικοινωνίες είναι κάποιοι μόνο από τους τομείς όπου ανακύπτουν ζητήματα και η Γεωγραφία συμβάλλει στην αρτιότερη επίλυσή τους. Η σύνδεση της Γεωγραφίας με ζητήματα καθημερινότητας αναδεικνύει το πώς τα



επιστημονικά δεδομένα της Γεωγραφίας βρίσκουν εφαρμογή σε καθημερινά ζητήματα με κοινωνικές προεκτάσεις απαντώντας στο συνηθισμένο μαθητικό ερώτημα «πού χρησιμεύει η γνώση που διδάσκομαι;». Εν τούτοις, παρά το γεγονός ότι προτάσσουν την χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών για την προσέγγιση των εννοιών που προαναφέρθηκαν, δεν εμπεριέχουν προτάσεις και οδηγίες ως προς τον τρόπο αξιοποίησής τους, το είδος των δορυφορικών εικόνων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη σχολική τάξη, όπως επίσης και ως προς τις ενότητες στις οποίες μπορούν να ενταχθούν (Γαλάνη & Ρόκκα 2016). Το εργαστήριο, το οποίο βασίζεται σε ανάλογα εργαστήρια που πραγματοποιούνται στο ΕΚΠΑ, απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε εκπαιδευτικούς Γυμνασίου, έχει διάρκεια μίας ώρας και υποστηρίζεται από ψηφιακά εργαλεία. Οι συμμετέχοντες, θα έχουν την ευκαιρία να ανακαλύψουν τις δυνατότητες που παρέχουν οι δορυφορικές εικόνες σε συνδυασμό με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για την άντληση χωρικών πληροφοριών, ταξινόμηση και χρήση τους μέσω ερευνητικών - διαθεματικών προσεγγίσεων. Η δραστηριότητα βασίζεται στο διδακτικό μοντέλο της συνεργατικής μάθησης, σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες για να ολοκληρώσουν συλλογικά την εργασία τους. Οι συμμετέχοντες, σε ρόλο μαθητών, θα εργαστούν σε ομάδες των 2-3 ατόμων. Στο βιωματικό αυτό εργαστήριο θα χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα Google Earth και θα συζητηθούν οι δυνατότητες περαιτέρω διδακτικής αξιοποίησης στο μάθημα της Γεωγραφίας.

2. Σύνοψη δραστηριότητας «Τουριστική ανάπτυξη στο Αιγαίο»

Ο συντονιστής του εργαστηρίου θέτει το πρόβλημα το οποίο σχετίζεται με την αναζήτηση χώρου για την ανέγερση ξενοδοχειακής μονάδας σε συγκεκριμένο νησί του Αιγαίου (Αστυπάλαια, Εικόνα 1) και καλεί τους εκπαιδευμένους να βρουν την βέλτιστη χωρική λύση μέσω μιας πολυκριτηριακής έρευνας που πρέπει να διεξάγουν. Για να φτάσουν στο αποτέλεσμα οι συμμετέχοντες θα πρέπει να προβούν σε χωρική ανάλυση της περιοχής με τη βοήθεια του Google Earth λαμβάνοντας υπόψη τους ένα πλήθος από κριτήρια, παραμέτρους και περιορισμούς για την επιλογή του σημείου ανέγερσης του συγκροτήματος. Μέσα από τη διερεύνηση των κριτηρίων, εξοικειώνονται με το περιβάλλον εργασίας της πλατφόρμας και αποκτούν μια πρώτη επαφή με την χρήση των δορυφορικών εικόνων, την ερμηνεία τους, αλλά και των πολύτιμων συμπερασμάτων που μπορεί να εξαχθούν από αυτές. Για το λόγο αυτό αρχικά προηγείται μία συζήτηση στις ομάδες και στην ολομέλεια ώστε να αποφασιστούν τα κριτήρια επιλογής της έκτασης και να αναπτυχθούν τα ανάλογα επιχειρήματα τα οποία στη συνέχεια θα οδηγήσουν στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Με άλλα λόγια θα γίνει αρχικά η συλλογή τεκμηρίων (με βάση την εξέταση των κριτηρίων) τα οποία θα ληφθούν υπόψη στην τελική λήψη απόφασης και στην αντίστοιχη ανάπτυξη ολοκληρωμένων επιχειρημάτων. Ακολουθεί η παρουσίαση κάποιων από τα κριτήρια που θα εξεταστούν στο εργαστήριο.

1. Μορφολογία και ανάγλυφο του νησιού:

Μέσα από την εξέταση του ανάγλυφου οι συμμετέχοντες θα «ταξιδέψουν» στο νησί εντοπίζοντας τις απόκρημνες περιοχές του αλλά και τα σημεία που ευνοούν τη δόμηση.

2. Ακτογραμμή του νησιού:

Η μελέτη του οριζώντιου διαμελισμού εστιάζει στο πολυσχιδές των ακτών του νησιού και στον εντοπισμό των παράκτιων περιοχών που διαθέτουν τα χαρακτηριστικά για την ανάπτυξη μιας ξενοδοχειακής μονάδας.

3. Οικιστική δόμηση και υφιστάμενες ξενοδοχειακές μονάδες:



Αναζήτηση και σήμανση των οικιστικών περιοχών και των υφιστάμενων ξενοδοχειακών μονάδων, με την βοήθεια των εργαλείων «σήμανση» και «πολύγωνου» σε συνδυασμό με τη δυνατότητα ταξινόμησης και αποθήκευσης τους σε επίπεδα (layers). Οι συμμετέχοντες εκπαιδεύονται στο να αποθηκεύουν και να επεξεργάζονται τη χωρική πληροφορία που αντλούν από την δορυφορική εικόνα και τους εισάγει στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

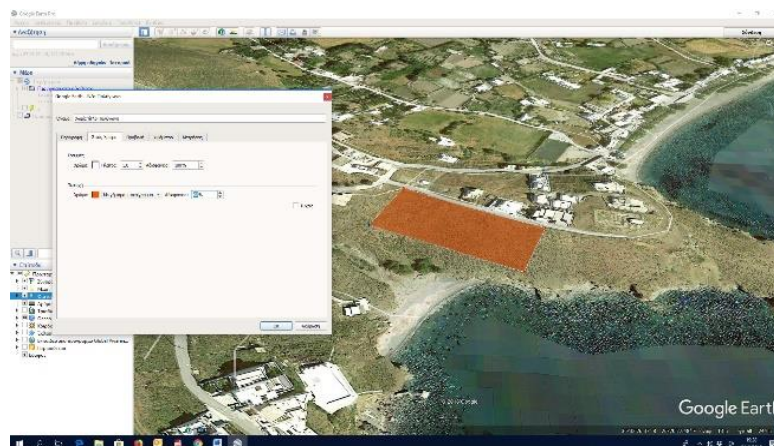
4. Οδικό δίκτυο, λιμάνι, αεροδρόμιο:

Έχοντας υπόψη την θέση των οικισμών και των τουριστικών περιοχών οι συμμετέχοντες καλούνται να ερευνήσουν τα δίκτυα, να πραγματοποιήσουν μετρήσεις αποστάσεων με το εργαλείο «χάρακας» προκειμένου να κατανοήσουν τις συγκοινωνιακές υποδομές του νησιού.

5. Απαιτούμενη έκταση για την κατασκευή:

Γίνεται αναζήτηση προτεινόμενων σημείων και με τη χρήση του εργαλείου «πολύγωνου» σχεδιάζεται επιφάνεια ανάλογη με τις προδιαγραφές της τουριστικής μονάδας (τουλάχιστον τέσσερα στρέμματα) ώστε να ελεγχθεί ποιες από τις ήδη επιλεγμένες περιοχές καλύπτουν το παραπάνω κριτήριο (εικόνα 1). Με την παρούσα ενέργεια γίνεται η συσχέτιση της δορυφορικής εικόνας που διαχειρίζονται οι συμμετέχοντες με πραγματικές επιφάνειες και επιτυγχάνεται η καλύτερη κατανόηση της κλίμακας και των μονάδων μέτρησης.

Εικόνα 1: Απεικόνιση επιφανείας και εργαλείου «πολύγωνο» στο Google Earth



6. Απρόσκοπτη θέα προς την θάλασσα:

Το κριτήριο συμβάλλει στον αποκλεισμό περαιτέρω θέσεων που δεν ανταποκρίνονται σε αυτό. Οι συμμετέχοντες πρέπει να ανακαλύψουν την κατάλληλη γωνία θέασης χρησιμοποιώντας το εργαλείο «θέασης» που θα τους δώσει την δυνατότητα να τεκμηριώσουν την επιλογή τους για σημεία με απρόσκοπτη θέα προς την θάλασσα. Επιπροσθέτως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο «προσομοιωτής πτήσης» για μια πιο διαδραστική περιήγηση του νησιού.

7. Ιστορικό οικιστικής/τουριστικής ανάπτυξης του νησιού:

Με τη χρήση του εργαλείου «ιστορικό» οι συμμετέχοντες προσεγγίζουν δορυφορικές εικόνες διαφορετικών χρονολογικών λήψεων (εικόνα 2). Καλούνται να επισημάνουν τις περιοχές στις οποίες παρατηρήθηκε οικιστική/τουριστική ανάπτυξη και να υπολογίσουν κατά προσέγγιση τις επιφάνειές τους. Συμπεραίνουν αν και κατά πόσο οι δορυφορικές απεικονίσεις του χώρου βοηθούν



να εντοπιστούν οι επιφάνειες ανθρωπογενούς παρέμβασης, αντιλαμβάνονται και κατανοούν το εύρος της ανάπτυξης χωρικά, χρονικά αλλά και αριθμητικά έχοντας υπολογίσει την έκταση.

8. Δυνατότητα μελλοντικής κάθετης επέκτασης της ξενοδοχειακής μονάδας:

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η δυνατότητα μελλοντική επέκτασης, εξετάζοντας στο συγκεκριμένο σημείο επιλογής τις όμορες επιφάνειες και την κλίση του εδάφους. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει προεπισκόπηση σε χαμηλό υψόμετρο θέασης, μετρήσεις επιφανειών και συνδυασμός τους με θέαση υπό γωνία.

Τέλος, οι συμμετέχοντες καλούνται να αποφασίσουν σχετικά με ένα κοινωνικοεπιστημονικό ζήτημα και συγκεκριμένα σχετικά με το ιδανικό σημείο για την ανέγερση ξενοδοχειακής μονάδας τεκμηριώνοντας την απόφασή τους.

Έτσι, μέσα από τη μελέτη των προαναφερόμενων κριτηρίων, αναμένεται οι συμμετέχοντες να εξοικειωθούν με τη χρήση της πλατφόρμας Google Earth, να αναπτύξουν δεξιότητες κριτικής σκέψης, επιχειρηματολογίας, αξιολόγησης, λήψης και τεκμηρίωσης απόφασης αλλά ταυτόχρονα να προβληματιστούν και να συζητήσουν σε σχέση με την ένταξη ανάλογων εργαστηρίων στο μάθημα της Γεωγραφίας για την προσέγγιση κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων που αφορούν τη διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος.

3. Βιβλιογραφία

Γαλάνη, Α. (2015). Προεκτείνοντας τα Προγράμματα Σπουδών Γεωγραφίας με την χρήση δορυφορικών εικόνων–Προτάσεις. Πρακτικά του 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σελ 884-881, Αθήνα.

Γαλάνη, Α. & Ρόκκα, Α. (2016). Η διδασκαλία της Γεωγραφίας με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή, Gutenberg, ISBN 978-960-01-1743-1.

Γεωργίου, Μ., & Μαυρικάκη, Ε. (2017). Επιχειρηματολογούν οι Έλληνες έφηβοι μαθητές; Η περίπτωση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων Βιοτεχνολογίας. Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 9(3), 137-149.

Καρατζά, Α., Γαλάνη, Α. & Κουτρομάνος, Γ. (2017). Η ένταξη των ψηφιακών τεχνολογιών μέσω των δορυφορικών εικόνων στο σχολείο: Αξιολόγηση του σχεδίου εργασίας της ESA “Κλιματική αλλαγή και παγετώνες” – Προτάσεις. Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σελ 37-48, Αθήνα.

Κλωνάρη, Αικ. (2011). Εισαγωγή των ΣΓΠ στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Ουτοπία ή Εφικτή Πραγματικότητα;, 7ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση «Αλληλεπιδράσεις εκπαιδευτικής έρευνας και πράξης στις Φυσικές Επιστήμες», Αλεξανδρούπολη 15 – 17 Απριλίου 2011, 355-363.

Λαμπρινός, Ν. (2015). Οι τεχνολογίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) ως εργαλεία υποστήριξης της χωρικής σκέψης στο πλαίσιο της γεωγραφικής διερεύνησης. Ημερίδα «Η σημασία, η καλλιέργεια και η υποστήριξη των Γεωγραφικών δεξιοτήτων στο Δημοτικό Σχολείο», Λευκωσία 7 Μαρτίου 2015.

Audet R.H. (1993). Developing a Theoretical Basis for Introducing Geographic Information Systems into High Schools: *Cognitive Implications*, Doctorate Dissertation, Boston University.

Bodzin, A. M. (2011). The Implementation of a Geospatial Information Technology (GIT)-Supported Land Use Change Curriculum With Urban Middle School Learners to Promote Spatial Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 281–300.



- Downs, R. & De Souza, A. (2005). Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum. *National Research Council and National Academies Press*. Washington, D.C.
- Lee, J. & Bednarz, R. (2009). Effect of GIS Learning on Spatial Thinking. *Journal of Geography in Higher Education*, 33(2), 183-198.
- Riihelä J., & Mäki, S. (2015). Designing and Implementing an Online GIS Tool for Schools: *The Finnish Case of the PaikkaOppi Project*. *Journal of Geography*, 114:1, 15-25.
- Patterson, M. W., Reeve K. & Page, D. (2003). Intergating Geographic Information Systems into the Secondary Curricula. *Journal of Geography*, 102 (6), 275-281.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21, 49-58. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03173684>.



Προσδιορισμός Σχετικής Μοριακής Μάζας και Ταυτοποίηση Άγνωστου Παραγόμενου Αερίου στο Σχολικό Εργαστήριο

Ευαγγελία Παρισσοπούλου¹, Παναγιώτης Γιαννακουδάκης²

Εκπαιδευτήρια Φρυγανιώτη¹, Τμήμα Χημείας Α.Π.Θ²

Περίληψη

Η εργαστηριακή άσκηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διδασκαλία της χημείας στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Στο σχολικό εργαστήριο παραμένει πρόκληση ο σχεδιασμός μιας εργαστηριακής άσκησης εύκολα εκτελέσιμης από μαθητές, κατανοητής και ει δυνατόν σύντομης ώστε να πραγματοποιείται σε μια διδακτική ώρα. Δεδομένου ότι στην πρώτη τάξη του λυκείου δεν διδάσκεται πλέον η στοιχειομετρία επινοήθηκε και παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία μια εργαστηριακή άσκηση που αφορά στον προσδιορισμό της σχετικής μοριακής μάζας και στην ταυτοποίηση ενός αερίου εκλυόμενου από μια αντίδραση. Ο προσδιορισμός επιτυγχάνεται χωρίς να απαιτείται γνώση στοιχειομετρίας καθώς και με τη δυνατότητα να παραμείνουν άγνωστες οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται.

Λέξεις-κλειδιά: Σχετική Μοριακή Μάζα, mol, αέριο, Διδασκαλία Χημείας

Determination of the Identity of an Unknown Produced Gas in the School Laboratory by the Determination of its Relative Molecular Mass

Evangelia Parisopoulou¹, Panagiotis Giannakoudakis²

Ekpaideftiria Fryganiotis¹, Department of Chemistry Aristotle University of Thessaloniki²

Abstract

The laboratory work is strongly connected to the chemistry teaching both in secondary and tertiary education. In the school laboratory it's a challenge the design of a simple, short and easy to conduct by students, experiment. Considering that the stoichiometry is no longer taught at the fourth grade of the high school, a lab work concerning the identification of an unknown gas was invented and is presented in this work. The determination of the identity of the gas is achieved by the determination of the gas's relative molecular mass, without the need of the stoichiometry or the awareness of the reactions taking place.

Keywords: Relative Molecular Mass, mol, gas, Teaching Chemistry



1. Εισαγωγή

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες πρωταγωνιστούν στα μαθήματα της χημείας και των φυσικών επιστημών γενικότερα. Οι εκπαιδευτικοί καθώς και ερευνητές της διδακτικής των φυσικών επιστημών θεωρούν ότι προκύπτουν πολλά οφέλη από τη συμμετοχή των μαθητών σε αυτές (Hofstein 2004) και ότι οι κατάλληλες εργαστηριακές δραστηριότητες μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να δομήσουν τη γνώση, να αναπτύξουν ερευνητικού τύπου δεξιότητες, καθώς και ικανότητες επίλυσης προβλημάτων (Tobin 1990, Gunstone 1991). Επιπλέον η εργαστηριακή άσκηση προωθεί τη θετική στάση απέναντι στην έρευνα και στην επιστήμη και την ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως συνεργασία και επικοινωνία. Στο εργαστήριο ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα χρήσης ποικίλων διδακτικών τεχνικών, ώστε να αποφύγει τη μονοτονία που μπορεί να χαρακτηρίσει ένα μάθημα σε αίθουσα και να κινητοποιήσει τους μαθητές παρέχοντας τα κίνητρα να ασχοληθούν και να κατανοήσουν τη χημεία (Hofstein 2004).

Η εργαστηριακή εργασία στοχεύει στην ενθάρρυνση των μαθητών να αποκτήσουν δεξιότητες χειρισμού σκευών και συσκευών, ικανότητες παρατήρησης, καταγραφής και ερμηνείας των πειραματικών δεδομένων καθώς και σχεδιασμού πειραμάτων (Buckley & Kempa 1971). Ταυτόχρονα θα πρέπει να καλύπτει και συναισθηματικούς στόχους, όπως: ενδιαφέρον για το αντικείμενο, διασκέδαση, αίσθηση του πραγματικού του φαινομένου το οποίο συζητείται στη θεωρία.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται και επιβεβαιώνεται από πολλές έρευνες ότι κατά τη μετάβαση από το γυμνάσιο στο λύκειο μειώνεται το ενδιαφέρον γενικά των μαθητών για τις σχολικές δραστηριότητες (Harter 1981) και ο μαθητής επικεντρώνεται κυρίως σε άλλους στόχους όπως την υψηλή βαθμολογία (Larson 2000). Η διδασκαλία των ενοτήτων «Σχετική μοριακή μάζα, mol, γραμμομοριακός όγκος» και «Καταστατική εξίσωση των αερίων» στην πρώτη τάξη του λυκείου αντιμετωπίζεται με αδιαφορία από τους μαθητές εξαιτίας της αποκλειστικά θεωρητικής προσέγγισης των ενοτήτων με απομνημόνευση ορισμών και απουσία της κατανόησης της σημασίας αυτών.

Δημιουργήθηκε λοιπόν για το σκοπό αυτό μια ολοκληρωμένη και σύνθετη εργαστηριακή άσκηση με συνδυασμό των δύο ενοτήτων με στόχο εκτός όλων των παραπάνω και των εξής: οι μαθητές να επιβεβαιώσουν πειραματικά τη σύνδεση των δύο ενοτήτων, να βεβαιωθούν για την απαραίτητη χρήση των μαθηματικών σχέσεων όχι μόνο σε σχολικό επίπεδο, να ταυτοποιήσουν ένα άγνωστο αέριο με συνδυασμό χημείας, μαθηματικών και κυρίως πειράματος εκτελεσμένο από τους ίδιους, να ερευνήσουν ακριβώς όπως ένας χημικός στην πραγματικότητα και να παραθέσουν συμπεράσματα της έρευνάς τους αποδεικνύοντας ταυτόχρονα την αλήθεια του πειράματος και της έρευνας. Σε επόμενο στάδιο να δημιουργήσουν ένα νέο πείραμα ώστε να επιβεβαιώσουν το πρώτο ή και να απορρίψουν κάποιο αναγνωρίζοντας τις βασικές ελλείψεις που πιθανόν να παρουσιάζει ο σχεδιασμός του.

2. Δραστηριότητα

Επιλογή πειραμάτων-αντιδράσεων

Όλη η δραστηριότητα σχετίζεται με τα αέρια που εκλύονται από αντίδραση. Έτσι αρχικά επιλέχθηκε ένα πείραμα που στηρίζεται στην αντίδραση οξέων με ανθρακικά άλατα, πείραμα με απλά υλικά καθημερινής χρήσης που αναφέρεται στα σχολικά βιβλία του γυμνασίου και λυκείου (Θεοδωρόπουλος κ.ά. 2017, Λιοδάκης κ.ά. 2017). Χρησιμοποιήθηκαν μαγειρική σόδα και ως οξέα



ξίδι και κεζάπι (HCl εμπορίου), διαλύματα φθινά που είναι εύκολο να βρεθούν. Μια δεύτερη αντίδραση ήταν η διάσπαση του υπεροξειδίου του υδρογόνου με πυρολουσίτη. Το διάλυμα του υπεροξειδίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν το οξυζενέ φαρμακείου 3% παρασκεύασμα επίσης εύκολο να βρεθεί, ενώ ο πυρολουσίτης συνήθως υπάρχει στο σχολικό εργαστήριο.

Εφαρμογή

Η δραστηριότητα εφαρμόστηκε σε δύο τμήματα της Πρώτης τάξης του λυκείου. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες, εκτέλεσαν μόνοι τους τα πειράματα και εξήγαγαν τα συμπεράσματά τους με την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού μόνο όπου αυτή την έκρινε απολύτως απαραίτητη. Σε όλες τις ομάδες δόθηκαν τα ίδια αντιδραστήρια χωρίς να γνωρίζουν οι μαθητές ποια ήταν αυτά, ή τις ποσότητες και τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων, καθώς επίσης και οδηγίες για την εκτέλεση του ίδιου μεν πειράματος αλλά με δύο διαφορετικούς τρόπους μέτρησης της ποσότητας του αερίου που παράγεται. Οι μαθητές επίσης γνώριζαν ότι το αέριο που παράγονταν ήταν κάποιο από τα CO₂, H₂, ή O₂.

Πείραμα με τη χρήση του ζυγού

Στους μαθητές δόθηκαν ένα ποτήρι ζέσεως με στερεή μαγειρική σόδα και ένα ποτήρι με διάλυμα HCl (κεζάπι) το οποίο σε επόμενη επανάληψη αντικαταστάθηκε με ξίδι. Το ξίδι που χρησιμοποιήθηκε ήταν το έγχρωμο και όχι το λευκό. Η επανάληψη του πειράματος με ξίδι πραγματοποιήθηκε για τους εξής λόγους: Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να επαναλάβουν το πείραμα αποκτώντας έτσι μεγαλύτερη άνεση και εξοικείωση με την πειραματική διαδικασία, ενώ παράλληλα με τη χρήση ενός έγχρωμου πλέον αντιδραστηρίου (ξίδι) αντιμετώπισαν την επανάληψη ως ένα νέο πείραμα που θα οδηγούσε σε παραγωγή διαφορετικού αερίου προϊόντος από το πρώτο. Προέκυψε λοιπόν ένας επιπλέον προβληματισμός των μαθητών στο τέλος του πειράματος και μια συζήτηση γύρω από το ότι τελικά οι δύο πειραματικές διαδικασίες αφορούσαν στο ίδιο αέριο.

Αρχικά οι μαθητές εκτέλεσαν το πείραμα πάνω σε ζυγό. Τοποθέτησαν τα δοχεία με τα αντιδραστήρια πάνω στο ζυγό, κατέγραψαν την ένδειξη μάζας και στη συνέχεια ανέμιξαν το περιεχόμενο των δύο δοχείων παρατηρώντας ταυτόχρονα τη μείωση του βάρους και την έκλυση αερίου (Εικόνα 1). Ταυτόχρονα με τις οδηγίες της εκπαιδευτικού πλησίασαν μια αναμμένη παρασχίδα στο ποτήρι ζέσεως και παρατήρησαν ότι η φλόγα έσβηνε.

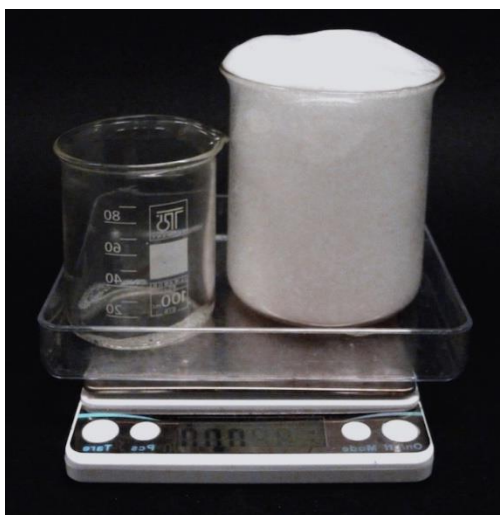
Εικόνα 1: Προσδιορισμός μεταβολής μάζας στο ζυγό





Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης και εφόσον βεβαιώνονταν ότι δεν υπήρχε πλέον έκλυση αερίου και δεν παρατηρούσαν επιπλέον μεταβολή μάζας στο ζυγό κατέγραψαν τη συνολική μεταβολή μάζας και τη σημείωσαν στο φύλλο εργαστηρίου ως μάζα του αερίου που εκλύονταν. Το πείραμα στη συνέχεια επαναλήφθηκε με τις ίδιες ποσότητες, αλλά με προσθήκη απορρυπαντικού πιάτων στο ένα δοχείο πριν την ανάμειξη των αντιδραστηρίων, έτσι ώστε το αέριο να δεσμεύεται και να μην απελευθερώνεται (Εικόνα 2). Οι μαθητές γνώριζαν εκ των προτέρων ότι επρόκειτο για απορρυπαντικό πιάτων (εφόσον αυτή η γνώση δεν επηρέαζε την εξέλιξη του πειράματος), ότι το απορρυπαντικό δεν αντιδρά με τα ήδη υπάρχοντα αντιδραστήρια και ότι χρησιμοποιείται μόνο ως ένα υλικό που θα δεσμεύσει το αέριο που εκλύεται από την αντίδραση. Παρατηρήθηκε και καταγράφηκε η σχεδόν μηδενική μείωση μάζας, έτσι ώστε οι μαθητές να βεβαιωθούν ότι η μεταβολή στο αρχικό πείραμα οφειλόταν στο αέριο που διέφυγε από το δοχείο.

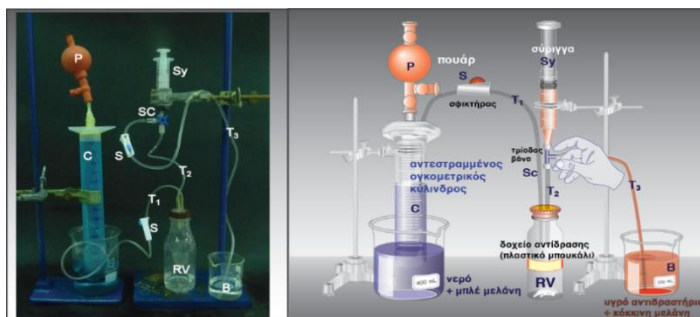
Εικόνα 2: Δέσμευση του αερίου με απορρυπαντικό πιάτων



Πείραμα με τη χρήση της συσκευής ParisGianna

Η διαδικασία επαναλήφθηκε με τις ίδιες ποσότητες αλλά αυτή τη φορά με τη χρήση της συσκευής ParisGianna (Γιαννακουδάκης & Παρισσοπούλου 2015). Έτσι οι μαθητές με τη χρήση της συσκευής (Εικόνα 3) κατέγραψαν τον όγκο του παραγόμενου αερίου και μετρώντας τη θερμοκρασία, με δεδομένη την εξωτερική πίεση, υπολόγισαν από την καταστατική εξίσωση τα mol του εκλυόμενου αερίου. Στη συνέχεια με γνωστή μάζα και αριθμό mol υπολόγισαν το M_r του αερίου.

Εικόνα 3: Συσκευή ParisGianna





Η σχετική μοριακή μάζα του αερίου προσδιορίστηκε με σχετικά μεγάλη ακρίβεια (από 43,4-44,2). Από το M_r του αερίου και την παρατήρηση ότι το παραγόμενο αέριο σβήνει τη φλόγα οι μαθητές επιβεβαίωσαν ότι το εκλυόμενο αέριο είναι το διοξείδιο του άνθρακα.

Μετά την ταυτοποίηση του αερίου, ακολούθησε συζήτηση με τους μαθητές γύρω από το ποια θα μπορούσε να ήταν η αντίδραση του πειράματος, οπότε και πρότειναν την αντίδραση οξέων με ανθρακικά άλατα. Η σκέψη τους επιβεβαιώθηκε με χρήση δείκτη ηλιανθίνης στο δοχείο της αντίδρασης. Από την αλλαγή χρώματος πιστοποίησαν την ύπαρξη του οξέος στο δοχείο μετά το πέρας της αντίδρασης (Εικόνα 4).

Όλη η δραστηριότητα επαναλήφθηκε με την αντίδραση διάσπασης υπεροξειδίου του υδρογόνου. Στη θέση της στερεής σόδας τοποθετήθηκε ο πυρολουσίτης και το διάλυμα ήταν οξυζενέ φαρμακείου. Για την ποιοτική ανίχνευση του αερίου χρησιμοποιήθηκε σβησμένη παρασχίδα, ώστε να παρατηρηθεί η αναζωπύρωση της φλόγας. Παρά το ότι τα αποτελέσματα ήταν εξίσου ακριβή με την πρώτη δραστηριότητα, η διαδικασία είναι αρκετά χρονοβόρα εξαιτίας της καταλυόμενης αντίδρασης που προχωρά σχετικά αργά και δεν ενδείκνυται για σχολικό εργαστήριο μιας διδακτικής ώρας. Το πείραμα επίσης σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ψηλό μπουκάλι και όχι σε ποτήρι ζέσεως εξαιτίας της εκτίναξης πολλών σταγονιδίων νερού που επιφέρουν σφάλμα στις μετρήσεις μάζας.

Εικόνα 4: Προσθήκη δείκτη ηλιανθίνης



3. Βιβλιογραφία

Γιαννακουδάκης Π., & Παρισσοπούλου Ε. (2015) Κατασκευή μίας κλειστής διάταξης συλλογής αερίου και εφαρμογή της στη μελέτη αντιδράσεων παραγωγής αερίου στο σχολικό εργαστήριο 9ο ΕΝΕΦΕΤ Τόμος Πρ. 2 σελ. 900.

Θεοδωρόπουλος Π., Παπαθεοφάνους, Π., & Σιδέρη, Φ., (2017). Χημεία Γ' Γυμνασίου. ΙΤΥΕ Διόφαντος, Αθήνα.

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., & Κάλλης Α. (2017) Χημεία Α' τάξης Ενιαίου Λυκείου. Έκδοση Α, ΟΕΔΒ, Αθήνα.



Buckley J.G. & Kempa R.F. (1971). *School Science Review*, 53 (182), 24.

Gunstone R.F. (1991). *Reconstructing theory from practical experience*. In Woolnough, B.E. (ed.), *Practical science*, Milton Keynes: Open University Press

Harter, S. (1981a) A new self-report scale of intrinsic versus extrinsic orientation in the classroom: Motivational and informational components, *Developmental Psychology*, Vol.17, No.3, pp.300-312

Hofstein A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and research. *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 247-264.

Tobin K.G. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and mathematics*, 90, 403-418.

Larson, W. (2000) Toward a Psychology of Positive Youth Development, *American Psychologist*, vol.55, no1, pp.170-183.



Εργαστηριακές δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα για την προσέγγιση του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο

Κωνσταντίνα Σακελλάρη¹, Νικόλαος Μαντρατζής¹, Υβόνη Μπάρα¹, Μαρία Πετσιβα¹,
Ευαγγελία Σερμπίνη²

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας¹, Δημοτικό Σχολείο Φιλώτα²

Περίληψη

Η Νανοτεχνολογία αποτελεί έναν διεπιστημονικό κλάδο έρευνας ο οποίος στοχεύει στην παραγωγή καινοτομιών εφαρμογών σε διάφορους τομείς της κοινωνικής ζωής (φαρμακοβιομηχανία, αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες, υφάσματα κτλ). Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκαν εργαστηριακές δραστηριότητες διερευνητικού τύπου οι οποίες προτείνονται να εφαρμοστούν σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και πιο συγκεκριμένα, στις τάξεις Ε' και ΣΤ'. Βασικός στόχος των δραστηριοτήτων αυτών είναι οι μαθητές να διερευνήσουν τη νανοκλίμακα, τα φαινόμενα της φύσης τα οποία συνδέονται με τη Νανοτεχνολογία (φαινόμενο λωτού, φαινόμενο σαύρας γκέκο) και την επίδραση του νανόκοσμου στον μακρόκοσμο.

Λέξεις κλειδιά: Νανοτεχνολογία, φαινόμενο λωτού, φαινόμενο σαύρας γκέκο, Δημοτικό Σχολείο

Inquiry-based laboratory activities for approaching the content of Nanotechnology in primary school

Konstantina Sakellari¹, Nikolaos Mantratzis¹, Yvoni Bara¹, Maria Petsiva¹, Evangelia Sermpini²

University of Western Macedonia¹, Primary School of Filotas²

Abstract

Nanotechnology is an interdisciplinary field that aims to the production of innovative applications in multiple sectors of daily life (pharmaceutical industry, self-cleaning surfaces, fabrics etc). This paper presents inquiry-based laboratory activities addressing to primary school students and more specifically to 5th and 6th grades ones. The main purpose of the activities is students to inquire the nanoscale, some natural phenomena associated with Nanotechnology (lotus effect, gecko effect) and the affection of the nanoworld to the macroworld.

Keywords: Nanotechnology, lotus effect, gecko effect, Primary school

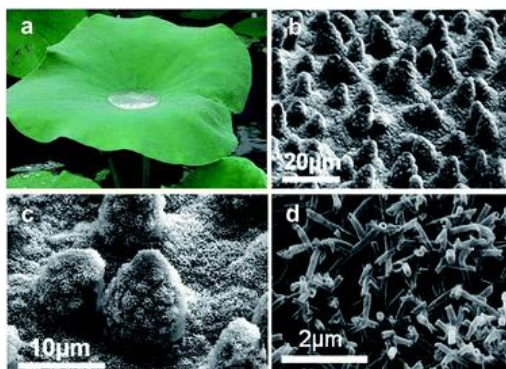


1. Σύνοψη Εργαστηρίου

Η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET) αποτελεί ένα σύγχρονο κλάδο έρευνας, ο οποίος εξειδικεύεται στην περιοχή της νανοκλίμακας, σε διαστάσεις μεταξύ 1-100nm και έχει απώτερο στόχο τη δημιουργία καινοτόμων εφαρμογών (Kumar & Kumbhat 2016, Roco 2011). Η έρευνα της νανοτεχνολογίας έχει επιφέρει ταχεία ανάπτυξη προϊόντων αλλά και εφαρμογών που αναμένεται να προκαλέσουν ραγδαίες αλλαγές στη ζωή και την καθημερινότητά μας. Τέτοιες εφαρμογές εντοπίζονται στην ιατρική, την ηλεκτρονική, τα τρόφιμα, στον καθαρισμό του νερού, στα καύσιμα, σε αθλητικά είδη και ρούχα (Bhushan 2016). Εξαιτίας αυτής της έκρηξης των επιτευγμάτων, ο κλάδος της N-ET καλείται συχνά ως η «τέταρτη βιομηχανική επανάσταση» του σύγχρονου κόσμου (Jones et al. 2013, Koshovets et al. 2017, Kumar & Kumbhat 2016, Schwab 2016).

Ένας σημαντικός αριθμός εφαρμογών έχουν προκύψει από τη μελέτη των λειτουργιών των φυσικών οργανισμών. Στην εργασία αυτή επικεντρωνόμαστε στο φαινόμενο ενός ασιατικού φυτού «λωτός» και της σαύρας γκέκο. Η επιφάνεια του φύλλου του λωτού με γυμνό μάτι φαίνεται λεία, ωστόσο αν την παρατηρήσουμε με ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο αποκαλύπτεται μια διπλή ιεραρχική δομή. Πιο συγκεκριμένα, η επιφάνεια καλύπτεται από εξογκώματα μεγέθους της μικροκλίμακας, καθένα από τα οποία καλύπτεται από εξογκώματα μεγέθους της νανοκλίμακας (Εικόνα 1). Ανάμεσα από τα εξογκώματα αυτά εγκλωβίζεται αέρας συνεισφέροντας αφενός στην αύξηση της σφαιρικότητας της σταγόνας, αφετέρου στην κύλισή της. Καθώς οι σταγόνες κυλούν, παρασύρουν σωματίδια βρωμιάς που πιθανόν να βρίσκονται στο φύλλο και προσφέρουν έναν μηχανισμό αυτοκαθαρισμού (Taylor et al. 2008).

Εικόνα 1: Η επιφάνεια του φύλλου του Λωτού σε διάφορες μεγεθύνσεις: (a) Φύλλο λωτού, (b & c) εξογκώματα του φύλλου στη μικροκλίμακα και d) εξογκώματα στη νανοκλίμακα³³



Σχετικά με τη σαύρα γκέκο, παρατηρείται ότι έχει την ισχυρότερη προσκόλληση σε επιφάνειες που της επιτρέπει να περπατάει ακόμα και ανάποδα, με το κεφάλι προς τα κάτω, υποστηρίζοντας το βάρος της με ασφάλεια (Bhushan, 2011). Το μυστικό της ιδιαίτερης ικανότητάς της οφείλεται, στην ιεραρχική δομή (μικροκλίμακας και νανοκλίμακας) των δαχτύλων του πέλματος της.

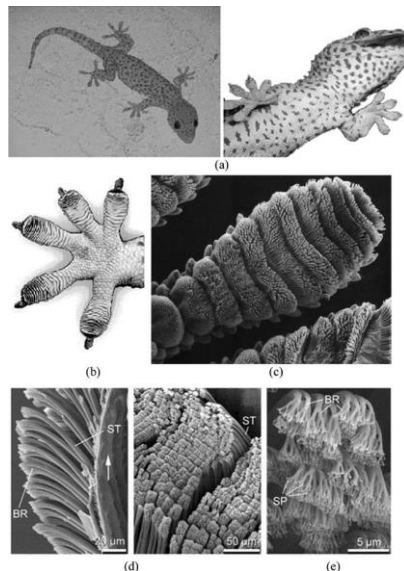
Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, κάθε δάχτυλο της σαύρας αποτελείται από μαλακές «κορυφογραμμές», οι οποίες κάμπτονται εύκολα έτσι ώστε να μπορέσει να έρθει σε επαφή με τραχιές και ανώμαλες επιφάνειες, οι κορυφογραμμές αυτές ονομάζονται «lamellae» και ανήκουν

³³Πηγή: Li et al. (2016)



στη μικροκλίμακα. Κάθε μια, αποτελείται από εκατομμύρια τριχίδια που λέγονται «setae». Τα «setae» με τη σειρά τους διακλαδίζονται σε ακόμη μικρότερα πολυάριθμα τριχίδια τα οποία λέγονται «spatulae» και έχουν μήκος 2-5 μm και διάμετρο 0,1-0,2 μm (Bhushan 2007, Bhushan, 2010, Hansen et al. 2005, Stark et al. 2016).

Εικόνα 2: Η ιεραρχική δομή των δαχτύλων της σαύρας γκέκο³⁴



Βασικός σκοπός του εργαστηρίου ήταν οι συμμετέχοντες να διερευνήσουν έννοιες και φαινόμενα της N-ET όπως: τις απόλυτες διαστάσεις της μακροκλίμακας, της μικροκλίμακας και της νανοκλίμακας, χαρακτηριστικά αντικείμενα της κάθε κλίμακας, τα όργανα παρατήρησής τους, το φαινόμενο του λωτού (lotus effect) και της σαύρας γκέκο (gecko effect).

Δραστηριότητες εργαστηρίου

Το συγκεκριμένο εργαστήριο διήρκησε δυο ώρες και υλοποιήθηκε στο χώρο του εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Συμμετείχαν 20 άτομα, προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές καθώς και εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 5 ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Στο κυρίως μέρος της εργαστηριακής συνεδρίας οι συμμετέχοντες, ακολούθησαν δομημένα φύλλα εργασίας μέσα σε ένα διερευνητικό περιβάλλον μάθησης. Οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να υποβάλουν τις ερωτήσεις τους, να διερευνήσουν ένα πρόβλημα, να αναζητήσουν πιθανές λύσεις, να παρατηρήσουν και να πειραματιστούν (Driver 2000, NRC 2000, Κουμαράς 1990). Οι επιμορφωτές, λειτουργούσαν ως μεσολαβητές έχοντας καθοδηγητικό ρόλο.

³⁴Πηγή: Bhushan (2010)



Δραστηριότητα 1: Εισαγωγή στη Νανοτεχνολογία και τις εφαρμογές της

Η έναρξη της διερεύνησης έγινε μέσω ενός πειράματος επίδειξης, όπου δυο από τους επιμορφωτές έριξαν μερικές σταγόνες νερού σε μια υφασμάτινη μπλούζα η οποία όμως δεν βρέχεται καθόλου. Έτσι τέθηκε το ερώτημα: «Τι είναι αυτό που κάνει τη συγκεκριμένη μπλούζα να μη βρέχεται;». Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να διατυπώσουν τις απόψεις τους, οι οποίες κινήθηκαν γύρω από την άποψη ότι η μπλούζα «έχει κάτι που την κάνει αδιάβροχη».

Η εισαγωγή του όρου της Νανοτεχνολογίας έγινε με το ερώτημα: «Τι άραγε να σημαίνει ο όρος νανοτεχνολογία, που ακούμε όλο και πιο συχνά στην καθημερινή μας ζωή;». Η κάθε ομάδα παρακολούθησε ένα βίντεο σχετικά με εφαρμογές που βασίζονται στη Νανοτεχνολογία. Στο βίντεο παρατήρησαν αντικείμενα της καθημερινότητάς τους (χαρτί, ύφασμα, τούβλα) τα οποία δεν βρέχονται όταν ρίχνουμε πάνω τους καθαρό νερό ή ακόμη και λάσπη.

Σκοπός, ήταν να προκαλέσουμε την περιέργεια των συμμετεχόντων έτσι ώστε να συζητηθεί η ιδέα ότι τα υλικά αυτά «έχουν κάτι» στην επιφάνειά τους, που τους προσδίδει την ιδιότητα να απωθούν το νερό, και το οποίο όμως δεν μπορούμε να το δούμε με γυμνό μάτι. Η συζήτηση αυτή συνδέεται με την επόμενη δραστηριότητα στην οποία διερευνώνται αντικείμενα του μακρόκοσμου αλλά και των κόσμων που δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι, δηλαδή του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου.

Δραστηριότητα 2α: Γνωρίζω τους τρεις κόσμους

Σε κάθε ομάδα μοιράστηκαν από ένας φάκελος με διάφορες εικόνες αντικειμένων που ανήκουν στους τρεις κόσμους (γυμνό μάτι, μικροσκόπιο, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μυρμήγκι, ιός, ερυθρό αιμοσφαίριο, DNA, μπάλα, άνθρωπος, πυρήνας κυττάρου), ένα tablet και το φύλλο εργασίας. Οι συμμετέχοντες συνέλεξαν πληροφορίες από δυο βίντεο σχετικά με τα αντικείμενα των κόσμων καθώς και τα αντίστοιχα όργανα παρατήρησής τους. Επιπρόσθετα, μελέτησαν μια εικόνα που αναπαριστούσε τα αριθμητικά όρια κάθε κόσμου και συμπλήρωσαν μια αφίσα ταξινόμησης που περιλάμβανε χαρακτηριστικά αντικείμενα του κάθε κόσμου, τα όργανα παρατήρησης και τα αριθμητικά όρια του κάθε κόσμου (Εικόνα 3).

Δραστηριότητα 2β: Τελικά πόσο μικρό είναι το νανόμετρο;

Με τη βοήθεια του φύλλου εργασίας και κατάλληλου εποπτικού υλικού οι συμμετέχοντες ανακάλυψαν πόσες φορές πρέπει να κόψουν μια λωρίδα χαρτιού μήκους 15cm ώστε να φτάσει στη νανοκλίμακα. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα είχε στόχο να αντιληφθούν πόσο μικρά είναι τα αντικείμενα του νανόκοσμου. Οι επιμορφούμενοι κρατώντας την μια άκρη της λωρίδας την έκοψαν στη μέση. Το κομμάτι που έμεινε στο χέρι τους το ξανά έκοψαν στη μέση. Αυτή η διαδικασία συνεχίστηκε μέχρι που να μην μπορούν να την κόψουν άλλο. Τα κατάφεραν περίπου οχτώ φορές και συζητήθηκε ότι για να φτάσει στη νανοκλίμακα έπρεπε να το κόψουν περίπου 21 φορές.

Δραστηριότητα 3: Το φαινόμενο του λωτού (υπερυδροφοβικότητα)

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, οι συμμετέχοντες μελέτησαν την υπερυδροφοβική ικανότητα που έχουν ορισμένα φυτά (π.χ. λάχανο, μπρόκολο) και κάποια αντικείμενα της καθημερινής τους ζωής όπως το ξύλο και το ύφασμα στα οποία είχε προστεθεί επίστρωση με σπρέι αδιαβροχοποίησης που τα καθιστούσε υπερυδρόφοβα. Εφαρμόστηκε η ομαδοσυνεργατική διερευνητική μέθοδος Jigsaw (Aronson et al. 2011) και κάθε ομάδα πειραματίστηκε με συγκεκριμένα υλικά, υπερυδρόφοβα και μη, ρίχνοντας πάνω τους σταγόνες νερού. Στόχος της συγκεκριμένης δραστηριότητας ήταν να παρατηρήσουν σε ποια υλικά η σταγόνα γίνεται σφαιρική και κυλάει

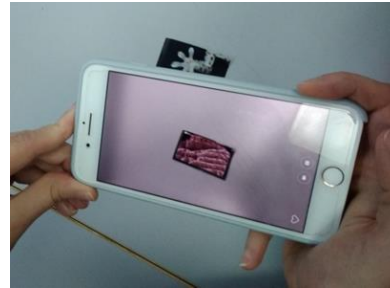


ευκολότερα. Έπειτα, προκειμένου να εξηγήσουν το φαινόμενο, οι επιμορφούμενοι συνέλλεξαν πληροφορίες από σχετικά βίντεο και αφίσες. Στο σημείο αυτό συζητήθηκε η χρησιμότητα προϊόντων που μιμούνται το φαινόμενο του λωτού στην καθημερινή ζωή όπως είναι οι υπερυδρόφοβες μπλούζες.

Εικόνα 3: Η αφίσα των τριών κόσμων που δημιούργησε μια από τις ομάδες του εργαστηρίου



Εικόνα 4: Οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν την εφαρμογή AR



Δραστηριότητα 4: Η ιδιαίτερη ικανότητα της σαύρας γκέκο!

Οι ομάδες με τη βοήθεια εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας³⁵ παρακολούθησαν βίντεο με τη σαύρα γκέκο, να σκαρφαλώνει και να στέκεται ανάποδα σε διάφορες επιφάνειες (Εικόνα 4). Ακολούθησε συζήτηση με τις υποθέσεις και την καταγραφή των ιδεών των συμμετεχόντων για το ποιες είναι οι πιθανές εξηγήσεις για την περίεργη αυτή ικανότητα της σαύρας. Καθώς οι πιο συχνές εναλλακτικές ιδέες είναι ότι το πόδι της σαύρας έχει βεντούζες, νύχια ή μαγνήτες τα οποία αποτελούν την αιτία της προσκόλλησής της, δώσαμε στους εκπαιδευτικούς κάποιες κατασκευές που αναπαριστούσαν τις ιδέες αυτές (Εικόνα 5). Ζητήθηκε να ελέγξουν αν ισχύουν οι ιδέες αυτές δοκιμάζοντας την «προσκόλλησή» τους σε διαφορετικές επιφάνειες (π.χ. στα παράθυρα, στους τοίχους και σε μια μεταλλική ντουλάπα).

Αφού διαπίστωσαν ότι οι κατασκευές δεν προσκολλώνται σε όλες τις επιφάνειες στις οποίες μια σαύρα μπορεί να περπατήσει, χρησιμοποίησαν την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (Εικόνα 5) ώστε να παρατηρήσουν την ιεραρχική δομή του πέλματος της σαύρας. Οι επιμορφωτές παρουσίασαν στους συμμετέχοντες εφαρμογές που μιμούνται το φαινόμενο της σαύρας όπως είναι το γκέκο pad (Εικόνα 6). Τοποθετώντας το σε κατακόρυφες επιφάνειες, μπορούμε να στηρίξουμε διάφορα αντικείμενα όπως κλειδιά, κινητό, κέρματα, χωρίς αυτά να πέφτουν. Το γκέκο pad δεν αφήνει ίχνη κόλλας και έχει τη δυνατότητα να «κολλάει» και να «ξεκολλάει» εύκολα και πολλές φορές, από τις διάφορες επιφάνειες.

³⁵ <https://www.hpreveal.com/>



Εικόνα 5: Οι ξύλινες πατούσες που χρησιμοποιήθηκαν για τη δοκιμασία των εναλλακτικών ιδεών περί βεντούζας, νυχιών και μαγνητών



Εικόνα 6: Το γκέκο pad³⁶



Τέλος, πραγματοποιήθηκε συζήτηση για το σύνολο του περιεχομένου του εργαστηρίου και κατά πόσο μπορεί να εφαρμοστεί σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου.

2. Συμπεράσματα

Το εργαστήριο ολοκληρώθηκε μέσα στον προβλεπόμενο χρόνο. Οι συμμετέχοντες έδειξαν ενδιαφέρον για όλες τις δραστηριότητες. Οι ομάδες σε κάθε δραστηριότητα ακολουθούσαν τα δομημένα φύλλα εργασίας χωρίς να αντιμετωπίζουν δυσκολία. Η δραστηριότητα 1, η οποία αφορούσε την υπερδροφοβικότητα φάνηκε ότι προκάλεσε περισσότερο την περιέργεια των επιμορφούμενων καθώς ρωτούσαν «τι συμβαίνει και με την μπλούζα και δε βρέχεται;». Στη συζήτηση που πραγματοποιήθηκε στο τέλος των δραστηριοτήτων οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι το εκπαιδευτικό υλικό τους βοήθησε να προσεγγίσουν τις έννοιες και τα φαινόμενα της Ν-ΕΤ και ότι θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε μαθητές Ε' και ΣΤ' τάξης του Δημοτικού σχολείου.

3. Βιβλιογραφία

Κουμαράς, Π., Ψύλλος, Δ., Βαλασιάδης, Ο., & Ευαγγελινός, Δ. (1990). Επισκόπηση των απόψεων Ελλήνων μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, τεύχος 13, σελίδες 125 - 154.

Aronson, E. & Patnoe, S. (2011). *Cooperation in the Classroom: The Jigsaw Method*. London: Pinter & Martin Ltd. 3rd edition.

Bhushan, B. (2007). Adhesion of multi-level hierarchical attachment systems in gecko feet. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 21(12), 1213-1258.

Bhushan, B. (2010). Gecko Feet: Natural Hairy Attachment System for Smart Adhesion. In B. Bhushan (Eds.), *Handbook of Nanotechnology* (pp. 1553-1579). Berlin, Heidelberg: Springer.

³⁶Πηγή: https://zhencai2008.en.ec21.com/Gecko-Anti-Slip-Pad-Non--7000137_7002671.html



[Bhushan, B., & Jung, Y. C. \(2011\). Natural and biomimetic artificial surfaces for superhydrophobicity, self-cleaning, low adhesion, and drag reduction. *Progress in Materials Science*, 56, 1-108.](#)

Bhushan, B. (2016). Introduction to Nanotechnology: History, Status, and Importance of Nanoscience and Nanotechnology Education. In K. Winkelmann & B. Bhushan (Eds.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education, Science Policy Reports* (pp. 1-31). Switzerland: Springer International Publishing.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών- Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών* (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετάφραση Μ. Χατζή), Αθήνα: Τυπωθήτω.

Hansen, W. R. & Autumn, K. (2005). Evidence for self-cleaning in gecko setae. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 102, 385-389.

Heim, M, Römer, L. & Scheibel, T. (2010). Hierarchical structures made of proteins. The complex architecture of spider webs and their constituent silk proteins. *Chemical Society Reviews*, 39, 156-164.

Jones, G. Blonder, R., Gardner, G., Albe, V., Falvo, M. & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.

Koshovets, O. B. & Ganichev, N. A. (2017). Nanotechnology and the new technological revolution: Expectations and reality. *Studies on Russian Economic Development*, 28(4), 391-397.

Kumar, N., & Kumbhat, S. (2016). *Essentials in Nanoscience and Nanotechnology*. John Wiley & Sons.

Li, T., Ren, T., & He, J. (2016). Chapter 1. The Inspiration of Nature: Natural Counterparts with Self-cleaning Functions. In J. He (Ed.), *Self-cleaning Coatings* (pp. 1–24). Cambridge: Royal Society of Chemistry.

National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Roco, M. C. (2011). The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(2), 427-445.

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland: World Economic Forum.

Stark, A. Y., Subarajan, S., Jain, D., Niewiarowski, P. H. & Dhinojwala, A. (2016). Superhydrophobicity of the gecko toe pad: biological optimization versus laboratory maximization. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 374, 2073.

Taylor, A., Jones, G. & Pearl, T. P. (2008). Bumpy, Sticky, and Shaky: Nanoscale Science and the Curriculum. *Science Scope*, 31(7), 28-35.



Εισαγωγή στη STEM εκπαίδευση και στον πειραματισμό με ανοιχτό λογισμικό και υλικό

Δημήτριος Τσιαστούδης¹, Ανθούλα Μαΐδου², Χαρίτων Πολάτογλου¹

Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ. ¹, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Π.Ι. ²

Περίληψη

Στο εργαστήριο αυτό θα παρουσιάσουμε τις βασικές λειτουργίες του Arduino, το περιβάλλον προγραμματισμού, τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές. Με μια σειρά από χειραπτικές δραστηριότητες θα εξετάσουμε την επικοινωνία του Arduino με τους αισθητήρες, τους ενεργοποιητές, φορητές συσκευές και τον υπολογιστή. Παράλληλα θα εξερευνήσουμε τις πιθανές εφαρμογές που μπορούν να έχουν συνδυασμοί αισθητήρων και ενεργοποιητών στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM και των πειραμάτων φυσικών επιστημών.

Λέξεις-κλειδιά: STEM, πειράματα φυσικών επιστημών, ανοιχτό λογισμικό και υλικό

Introduction to STEM education and experimentation using open hardware and software

Dimitrios Tsiastoudis¹, Anthoula Maidou², Hariton Polatoglou¹

Faculty of Science, A.U.Th. ¹, Department of Early Childhood Education, U.I. ²

Abstract

In the present workshop we will showcase the basic functions of an Arduino board, the programming interface, the sensors, and the actuators. Through a series of hands-on activities, we will introduce the participants on how Arduino communicates with sensors, actuators and mobile devices or a desktop computer. In addition, we will explore possible applications of combinations of sensors and actuators in STEM education and science experimentation.

Keywords: STEM, science experimentation, open software and hardware



1. Εισαγωγή

Μελέτες που χρηματοδοτήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ή από κοινότητες Επιστήμης, Τεχνολογίας, Τεχνολογίας και Μαθηματικών (STEM) όπως η STEM Alliance έχουν επισημάνει σημαντικά ζητήματα σχετικά με την κατάσταση της STEM εκπαίδευσης στα ευρωπαϊκά εκπαιδευτικά συστήματα: τη χαμηλή ελκυστικότητα των σπουδών STEM και της σταδιοδρομίας ή τις μεγάλες ανάγκες της αγοράς εργασίας στους τομείς που σχετίζονται με STEM και οι οποίες αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον (European Schoolnet 2018). Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα αυτά, πάρθηκαν πολλές πρωτοβουλίες και χρηματοδοτήθηκαν προγράμματα, όπως η πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «Η νέα ατζέντα δεξιοτήτων», που εστιάζεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων STEM, στην προώθηση των σπουδών και σταδιοδρομίας STEM και στη υποστήριξη και επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών.

Ως πιθανές λύσεις για τα προβλήματα STEM προτείνονται (European Schoolnet 2018):

1. Προσέλκυση περισσότερων φοιτητών και εκπαιδευτικών στην εκπαίδευση STEM. Αυτό θα μπορούσε να γίνει μέσα από την εκπαίδευση - από την πρωτοβάθμια έως την εκπαίδευση ενηλίκων. Χρειάζεται όμως η εκπαίδευση να μπορεί να προβλέψει τις δεξιότητες που θα απαιτούνται για την κοινωνία του μέλλοντος.
2. Άρση των στεγανών μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων με ρεαλιστικές πρωτοβουλίες (σεμινάρια κατάρτισης εκπαιδευτικών, δημοσίευση περιεχομένου, παρουσίαση βέλτιστων πρακτικών κλπ.) για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης STEM, αξιοποιώντας τα δυνατά σημεία κάθε χώρας.
3. Αξιολόγηση προγραμμάτων σπουδών και ενσωμάτωση σε αυτά παιδαγωγικών καινοτομιών. Θετικοί πειραματισμοί πρέπει να αναπτυχθούν σε ολόκληρο το εκπαιδευτικό σύστημα και να διαδοθούν ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες (ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών σε ένα κοινό ευρωπαϊκό πλαίσιο)
4. Ανάπτυξη ενός κοινού ευρωπαϊκού πλαισίου αναφοράς για την εκπαίδευση STEM και συντονισμός των εθνικών πρωτοβουλιών STEM σχετικά με τη δημοσίευση παιδαγωγικού περιεχομένου, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των εκπαιδευτικών
5. Ενίσχυση στενής συνεργασίας με τα πανεπιστήμια και τη βιομηχανία για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών STEM.

Η εκπαίδευση STEM μπορεί να βοηθηθεί από τη χρήση ανοικτού λογισμικού και υλικού. Η επιτυχία του λογισμικού ανοικτού κώδικα, καθώς και η ευρύτερη κοινωνικο-πολιτισμική στροφή προς τη συμμετοχή στα κοινωνικά μέσα και την πολιτιστική παραγωγή, συνέβαλαν στην επέκταση και εξάπλωση των πρακτικών ανοικτού κώδικα. Αυτές περιλαμβάνουν τις επεκτάσεις από λογισμικό σε γενική πολιτισμικότητα μέσω κινήσεων «ελεύθερης κουλτούρας» και, πιο πρόσφατα, επέκταση από λογισμικό σε υλικό και στον σχεδιασμό (Powell 2012).

Ο Gauntlett (2010) υποστηρίζει ότι το διαδίκτυο και οι ψηφιακές τεχνολογίες συνιστούν ένα χώρο καθημερινής δημιουργικότητας. Η δύναμη της δημιουργίας και η σύνδεση μέσα από τη δημιουργία επεκτείνεται πέρα από τον εικονικό κόσμο σε όλες τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Η δημιουργία ενώνει επειδή (Gauntlett 2010):

- πρέπει να συνδεθούν πράγματα (υλικά, ιδέες, ή και τα δύο) για να δημιουργηθεί κάτι καινούργιο.
- οι πράξεις δημιουργικότητας συνήθως περιλαμβάνουν, σε κάποιο σημείο, μια κοινωνική διάσταση και μας συνδέουν με άλλους ανθρώπους



- κάνοντας τα πράγματα και παρουσιάζοντάς τα στον κόσμο, αυξάνουμε την εμπλοκή μας και τη σύνδεσή μας με τα κοινωνικά και φυσικά περιβάλλοντα.

Η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα σε περισσότερους ανθρώπους να δημιουργούν και να διαδίδουν σχέδια, και οι επαγγελματίες και ερασιτέχνες τη χρησιμοποιούν για να μοιραστούν τη δουλειά τους με τον κόσμο. Ο ανοιχτός σχεδιασμός αλλάζει τα πάντα, από τα έπιπλα έως τον τρόπο με τον οποίο οι σχεδιαστές κάνουν τη δουλειά τους (Van Abel et al. 2011). Ο Thackara (2011) παρουσιάζει την ανοιχτότητα ως ζήτημα επιβίωσης για να ξεπεραστεί η κληρονομιά μιας βιομηχανικής οικονομίας που στηρίζεται στον έλεγχο. Ο ανοιχτός σχεδιασμός αποτελεί έναν νέο τρόπο δημιουργίας και χρήσης των πραγμάτων.

Ενώ σε διεθνές επίπεδο υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη και προώθηση της εκπαίδευσης STEM, ώστε να προετοιμαστούν οι μαθητές για μια επιστημονικά και τεχνολογικά προηγμένη κοινωνία (Shaughnessy 2013), παρατηρείται περιορισμένη έρευνα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία και η μηχανική μπορούν να ενσωματωθούν στα προγράμματα σπουδών (English & King 2015).

Το παρόν εργαστήριο έχει σκοπό να δείξει τα θετικά στοιχεία που μπορούν να προκύψουν από δραστηριότητες STEM, που στηρίζονται στην ανοιχτότητα. Έχει διάρκεια δύο ωρών αναφέρετε σε 15 επιμορφούμενους και αποτελείται από τρεις ενότητες, «Βασικά στοιχεία», «Δημιουργία προτύπου» και «Αυθεντικά προβλήματα». Κατά τη διάρκεια των τριών αυτών ενότητων θα αναπτύξουμε δραστηριότητες STEM σε ένα εγκάρσιο διεπιστημονικό περιβάλλον, αναδεικνύοντας τη χρήση των ανοιχτών τεχνολογιών για την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων.

2. Μεθοδολογία

Σύνοψη των δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου

Στόχοι του Εργαστηρίου

- Να μπορούν να περιγράψουν τι είναι το Arduino και πώς δουλεύει
- Να χρησιμοποιούν το Arduino με ασφάλεια
- Να προγραμματίζουν το Arduino χρησιμοποιώντας κώδικα που έχει γραφεί στο Arduino IDE
- Να ετοιμάζουν το Arduino ώστε να προγραμματίζεται με Scratch for Arduino (S4A)
- Να αναγνωρίζουν τις καλές πρακτικές για τον προγραμματισμό και την κατασκευή προτύπων
- Να μπορούν να επιλέγουν υλικό και εξαρτήματα και να κατασκευάζουν πρότυπα για STEM πρότζεκτ
- Να σχεδιάζουν και να υλοποιούν συστήματα μετρήσεων με βάση το Arduino

Θεματολογία

- a. Τι είναι το Arduino, διάφοροι τύποι, γιατί είναι δημοφιλές
- b. Τα βασικά χαρακτηριστικά του IDE, πώς το χρησιμοποιούμε.
- c. Πώς συνδέουμε το Arduino στον υπολογιστή και το τροφοδοτούμε με ενέργεια, και πώς ανεβάζουμε κώδικα.
- d. Δομή του κώδικα
- e. Δημιουργία κυκλωμάτων χρησιμοποιώντας ράστερ
- f. Ανάγνωση εισόδων (ψηφικών ή αναλογικών) και ενεργοποίηση εξόδων



- g. Επικοινωνία με τη σειριακή θύρα φορητών συσκευών ή υπολογιστή και εμφάνιση αριθμών/μηνυμάτων ή γραφήματος
- h. Επιλογή αισθητήρων και ενεργοποιητών για STEM project.
- i. Επιλογή ενεργοποιητών και αισθητήρων για την δημιουργία πειραματικής συσκευής, λήψη, επεξεργασία και απεικόνιση μετρήσεων

Αριθμός συμμετεχόντων: 15

Διάρκεια: 2 ώρες

1^η ενότητα : Βασικά στοιχεία

Στο πρώτο μέρος του Εργαστηρίου θα γίνει παρουσίαση των συστατικών μερών μιας ρομποτικής κατασκευής. Θα αναλύσουμε το Arduino τους διάφορους τύπους του και τα πλεονεκτήματά του. Θα συνεχίσουμε με τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα (IDE, Tinkercad), τη σύνδεσή του στον υπολογιστή και τη δομή του κώδικα. Ειδικότερα θα παρουσιαστούν :

Οι αισθητήρες.

Αισθητήρες είναι συσκευές που λαμβάνουν ερεθίσματα και ανταποκρίνονται μετατρέποντας τα σε ηλεκτρικά σήματα. Ερέθισμα μπορεί να είναι οποιαδήποτε φυσική ποσότητα, ιδιότητα ή κατάσταση του περιβάλλοντος που μπορεί να εκφραστεί με μέτρηση ενός μεγέθους.

Θα παρουσιαστούν αισθητήρες βιωματικά, θα αναλυθεί η φυσική διεργασία μετατροπής του ερεθίσματος και θα δειχθεί ο διαχωρισμός των αναλογικών και των ψηφιακών αισθητήρων. Ολοκληρώνοντας, ένας αισθητήρας έχει κάποιες ιδιότητες εισόδου που τον χαρακτηρίζουν και ηλεκτρικές ιδιότητες εξόδου, με τάση ή ρεύμα όπου το πλάτος, η συχνότητα, η φάση ή ο ψηφιακός κώδικας που περιγράφουν την απόκρισή του.

Οι ενεργοποιητές.

Είναι συσκευές οι οποίες καλούνται να ενεργήσουν με κάποιον τρόπο. Αφορά κυρίως λαμπτήρες, διόδους, ηχεία και κινητήρες. Περιγραφικά μετατρέπουν το ηλεκτρικό σήμα που δέχονται σε μία ενέργεια. Θα παρουσιάσουμε είδη ενεργοποιητών όπως και τις αρχές λειτουργίας τους.

Ο μικροελεγκτής Arduino.

Ο μικροελεγκτής θα εισαχθεί ως η συσκευή που μπορεί να παίξει τον ρυθμιστικό ρόλο μεταξύ εξωτερικού ερεθίσματος και ενέργειας. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο σύστημα που περιλαμβάνει μικροεπεξεργαστή, RAM, τροφοδοτικό, λειτουργικό σύστημα και εισόδους-εξόδους που μπορούν να συνδεθούν με αισθητήρες και ενεργοποιητές.

Θα δούμε χειραπτικά το σημείο τροφοδοσίας, τις ψηφιακές εισόδους/εξόδους, τις αναλογικές εισόδους, τις πύλες γείωσης και παροχής τάσης. Τέλος, θα παρουσιάσουμε πιθανές περιπτώσεις καταστροφής της πλακέτας από βραχυκύκλωση ή υψηλή τάση, ώστε οι επιμορφούμενοι να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση για πειραματισμό. Ολοκληρώνοντας την εισαγωγή θα κάνουμε παρουσίαση του IDE, του τρόπου σύνδεσης με υπολογιστή, αλλά και του προγραμματισμού με χρήση ελεύθερου λογισμικού (Tinkercad: www.tinkercad.com) εξάγοντας κώδικα χωρίς να έχουμε καμία προαπαιτούμενη γνώση.



2^η ενότητα : Δημιουργία προτύπου

Στην δεύτερη ενότητα θα χτίσουμε το νοητικό σχήμα του αυτοματισμού, αισθητήρας- μικροελεγκτής. Στην αρχή θα δουλέψουμε στην ολομέλεια και στην συνέχεια ομαδοσυνεργατικά.

Η διαδικασία σχεδιασμού προτύπου που θα ακολουθήσουμε περιλαμβάνει τα στάδια του εντοπισμού προβλήματος, παραγωγής και ανάλυσης ιδεών, σχεδιασμού και κατασκευής προτύπου, αποτίμηση του σχεδιασμού και επανασχεδιασμός (English & King 2015).

Σε αυτή την ενότητα, θα δοθεί ένα αυθεντικό πρόβλημα στην ολομέλεια και θα ζητηθεί η επιλογή κατάλληλων αισθητήρων και ενεργοποιητών για τη λύση του. Η καταγραφή των προτάσεων στο καταγισμό ιδεών που θα ακολουθήσει με την καθοδήγηση των εκπαιδευτών θα οδηγήσει στην κατασκευή του κατάλληλου προτύπου. Ο προγραμματισμός θα γίνει και πάλι στο Tinkercad στην ολομέλεια. Θα εξάγουμε τον αλγόριθμο, θα τον εισάγουμε στον μικροελεγκτή και θα παρακολουθήσουμε τη λειτουργία του. Αυτή η διαδικασία θα αναδείξει τις δυνατότητες που προσφέρουν οι ανοικτές τεχνολογίες για δραστηριότητες STEM.

3^η Ενότητα: Αυθεντικά προβλήματα

Στη συνέχεια θα συγκροτήσουμε ομάδες και θα ζητηθεί να εντοπιστεί ένα αυθεντικό πρόβλημα προς επίλυση. Οι επιμορφούμενοι θα ακολουθήσουν τα βήματα της δεύτερης ενότητας ώστε να κατασκευάσουν τη λύση που οι ίδιοι θα προτείνουν. Θα επιλέξουν εξαρτήματα, θα δημιουργήσουν τις συνδέσεις και θα προγραμματίσουν το μικροελεγκτή, ώστε να αποκρίνεται κατάλληλα.

3. Αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας το εργαστήριο, οι συμμετέχοντες παρουσιάζουν τις προτάσεις τους στην ολομέλεια και θα συγκριθούν οι προτεινόμενες λύσεις. Κάνουμε επέκταση συζητώντας την πιθανότητα δημιουργίας διαφορετικής συσκευής με τη χρήση του ίδιου υλικού, αλλά και τη χρήση του ίδιου λογισμικού με διαφορετικό συνδυασμό αισθητήρων – ενεργοποιητών. Τέλος, συζητάμε για τα διακριτά γνωστικά αντικείμενα που συνυπάρχουν στη δραστηριότητα, τον τρόπο που αυτά εμπλέκονται και τις δεξιότητες που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της.

4. Συμπεράσματα

Μέσα από τις παραπάνω δραστηριότητες οι συμμετέχοντες αναθεωρούν απόψεις που αφορούν το υψηλό κόστος και την πολυπλοκότητα της διεξαγωγής δραστηριοτήτων STEM στην τυπική εκπαίδευση, καθώς και αποκτούν αυτοπεποίθησή για την οργάνωση και υλοποίηση τους. Παράλληλα οδηγούνται στην επίτευξη πολλαπλών μαθησιακών στόχων. Μεταξύ αυτών:

- η επιλογή του κατάλληλου αισθητήρα και ενεργοποιητή για το έργο.
- ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή
- η χρήση ανοικτών τεχνολογιών για επίλυση ενός αυθεντικού προβλήματος
- την συμμετοχή σε ένα εγκάρσια διεπιστημονικό περιβάλλον μιας δραστηριότητας STEAM.



5. Βιβλιογραφία

English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14), 1-18.

European Schoolnet (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe. *Scientix Observatory report*. Brussels: European Schoolnet, Brussels.

Gauntlett D (2010) *Making is Connecting: The Social Meaning of Creativity, from DIY and Knitting to YouTube and Web 2.0*. London: Polity Press.

Powell, A. (2012). Democratizing production through open source knowledge: from open software to open hardware. *Media, Culture & Society*, 34(6) 691–708.

Shaughnessy, M. (2013). *Statistical literacy and the 2013 International Year of Statistics*. Retrieved from National Council of Teachers of Mathematics. <http://atmopav.com/wp-content/uploads/2012/08/Presidents-Message-Sept-2012.pdf>.

Thackara, J. (2011). Into the open. In Van Abel, B., Evers, L., Klassen, R. & Troxler, P. (Eds) *Open Design Now: How Design Can No Longer Be Exclusive*. Amsterdam: BIS Publishers

Van Abel, B., Evers, L., Klassen, R. & Troxler, P. (2011). *Open Design Now: How Design Can No Longer Be Exclusive*. Amsterdam: BIS Publishers



Εκπαιδευτικό υλικό για την εισαγωγή της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στο Γυμνάσιο: το φαινόμενο της υπέρ-υδροφοβικότητας στο λωτό και στο τριαντάφυλλο

Σοφία Τσιλφίδου¹, Άννα Σπύρτου¹, Ευριπίδης Χατζηκρانيώτης²
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας¹
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης²

Περίληψη

Το εργαστήριο περιλαμβάνει εκπαιδευτικό υλικό και τις αντίστοιχες δραστηριότητες οι οποίες αφορούν

βασικές έννοιες της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET) καθώς και τα φαινόμενα του λωτού και του τριαντάφυλλου στα οποία προσεγγίζονται η υπέρ-υδροφοβικότητα και η διαβροχή. Πρόκειται για έντεκα δραστηριότητες στις οποίες οι συμμετέχοντες εμπλέκονται σε πραγματικά πειράματα, επεξεργάζονται φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου με το λογισμικό «onlineruler», μετρούν τη γωνία επαφής με το λογισμικό «OnScreenProtactor» καθώς και με μοιρογνωμόνιο, παρατηρούν βίντεο για να αντιληφθούν την επιφάνεια των υπερυδροφόβων φυτών, εκφράζουν τις αρχικές τους ιδέες και καλούνται να τις αναθεωρήσουν καθώς εξελίσσεται η υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες εφαρμόστηκαν πιλοτικά σε μαθητές Γυμνασίου.

Λέξεις-κλειδιά: φαινόμενο λωτού, φαινόμενο τριαντάφυλλου, νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία, γυμνάσιο

Educational material for introducing Nanoscience-Nanotechnology in junior high school: super-hydrophobicity in lotus leaf and rose petal

Sofia Tsilfidou¹, Anna Spyrtou¹, Euripides Hatzikraniotis²
Department of Primary Education, University of Western Macedonia¹
Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki²

Abstract

The workshop includes educational material and related activities concerning the salient concepts of nanoscience-nanotechnology (N-ST) as well as the lotus and rose effects via which superhydrophobicity and wetting phenomena are introduced. Eleven activities have been designed in which participants are engaged in real experiments, study electron microscope images with the «onlineruler» free java app, measure the contact angle with the «OnScreenProtractor» free java app and a protractor as well, watch videos that provide access to the superhydrophobic plants' surface, express their initial ideas, which they are challenged to revise as the implementation progresses. The activities were pilot implemented to junior high school students.

Keywords: lotus effect, rose petal effect, nanoscience-nanotechnology, junior high school



1. Εισαγωγή

Ένα σύγχρονο και κυρίαρχο πεδίο έρευνας φαίνεται να αποτελεί ο κλάδος της Ν-ΕΤ, ο οποίος αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς προσφέροντας χρήσιμα προϊόντα και εφαρμογές. Το ερευνητικό ενδιαφέρον της Ν-ΕΤ στρέφεται στην αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών, όταν αυτά αποκτήσουν διαστάσεις σε ένα εύρος περίπου 1-100nm, το οποίο ορίζει τα όρια της νανοκλίμακας. Απώτερος στόχος είναι ο σχεδιασμός καινοτόμων εφαρμογών οι οποίες εκμεταλλεύονται τις νέες ιδιότητες των υλικών στη νανοκλίμακα. Το πρόβλημα «νάνο» χρησιμοποιείται επειδή η εξάρτηση των ιδιοτήτων από το φυσικό μέγεθος παρατηρείται κοντά στην νανοκλίμακα (10^{-9}m) (Hochella 2002). Η ανάγκη ανάπτυξης Νανογραμματισμού (Nanoliteracy) προβάλλεται ως βασικός λόγος για την εισαγωγή του σύγχρονου πεδίου στα σχολικά προγράμματα σπουδών (Jones et al. 2013, Laherto 2010). Συγκεκριμένα ένα κρίσιμο ερώτημα που μελετάται σε πρόσφατες έρευνες είναι: ποιες έννοιες και φαινόμενα της Ν-ΕΤ μπορούν να εισαχθούν στην υποχρεωτική εκπαίδευση;

Ως βασικός πυρήνας εννοιών -με τον όρο Μεγάλες Ιδέες (MI)- που προτείνονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι οι: MI1: Μέγεθος και Κλίμακα, MI2: Δομή της ύλης, MI3: Δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις, MI4: Κβαντικά Φαινόμενα, MI5: Ιδιότητες που εξαρτώνται από το Μέγεθος, MI6: Αυτό-Οργάνωση, MI7: Όργανα και Εργαλεία, MI8: Μοντέλα και Προσομοιώσεις, MI9: Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία (Stevens et al. 2009, Μάνου κ.α., 2015).

Όσον αφορά τα φαινόμενα, ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα οργανισμών της φύσης των οποίων οι ιδιότητες οφείλονται στην νανοκλίμακα είναι το ασιατικό φυτό λωτός και το τριαντάφυλλο. Συγκεκριμένα όταν πέσει νερό στα φύλλα του λωτού και στα πέταλα του τριαντάφυλλου, οι σταγόνες του νερού δεν απλώνονται στα φύλλα αλλά παίρνουν το σχήμα σφαίρας, και για το λόγο αυτό τα παραπάνω φυτά χαρακτηρίζονται ως υπέρ-υδροφоба (Bhushan 2012, Carre & Mittal 2009). Επιπλέον, ενώ στο λωτό οι σταγόνες κυλούν πάνω στο φύλλο προκαλώντας τον αυτοκαθαρισμό του, στο τριαντάφυλλο οι σταγόνες νερού παραμένουν στερεωμένες στο ροδοπέταλο. Αυτές οι διαφορές οφείλονται στη διαφορετική τοπογραφία των δύο διαφορετικών φύλλων στη μικροκλίμακα και στη νάνο-κλίμακα (Bhushan 2012, Bhushan & Nosonovsky 2010).

Στη χώρα μας, ένα παράδειγμα εφαρμογής σε θέματα νανοτεχνολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος Irresistible, στο οποίο συμμετείχε το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης (2013-2016). Στόχος του προγράμματος ήταν η ευαισθητοποίηση των μαθητών σε θέματα Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας μέσω δραστηριοτήτων που αποσκοπούσαν στον εμπλουτισμό των γνώσεων των μαθητών σχετικά με αυτά. Στην προκειμένη περίπτωση οι ερευνητές της χώρας μας εστίαστηκαν σε θέματα Νανοτεχνολογίας (Βελέντζας κ.ά. 2015).

Με βάση τη βιβλιογραφική επισκόπηση, αναπτύξαμε και εφαρμόσαμε πιλοτικά μια σειρά από εκπαιδευτικές δραστηριότητες με στόχο να μελετήσουμε τις δυνατότητες εισαγωγής του περιεχομένου της Ν-ΕΤ στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα τα φαινόμενα του λωτού και του τριαντάφυλλου προσεγγίστηκαν με τις MI1, MI5, MI7, MI8 και MI9.

Στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού για την εισαγωγή της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στο Γυμνάσιο και των δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκαν σχετικά με το φαινόμενο της υπέρ-υδροφοβικότητας στον ασιατικό λωτό και στο τριαντάφυλλο. Οι συγκεκριμένες δραστηριότητες παρουσιάστηκαν και εφαρμόστηκαν σε ένα εργαστήριο στα πλαίσια του Συνεδρίου. Το εργαστήριο είχε απώτερο σκοπό να συζητηθούν οι ομοιότητες και οι διαφορές στην υπέρ-υδροφοβικότητα των δύο φυτών, καθώς επίσης και να γίνει συζήτηση επί των δραστηριοτήτων αναφορικά με τον χειρισμό, τις δυσκολίες κατανόησης των μαθητών και το ενδιαφέρον. Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο (25 άτομα) ήταν κυρίως εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και φοιτητές.



2. Μεθοδολογία

Στο εργαστήριο παρουσιάστηκαν οι δραστηριότητες που εφαρμόστηκαν σε 50 μαθητές της Γ' τάξης ενός Γυμνασίου της Δυτικής Μακεδονίας, οι δραστηριότητες πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της «θεματικής εβδομάδας», ενός εκπαιδευτικού θεσμού ο οποίος έχει καθιερωθεί πρόσφατα στη χώρα μας (2016-2017) για τις τρεις τάξεις του Γυμνασίου. Η διάρκεια της εφαρμογής στους μαθητές ήταν τρία δώρα σχετικά με τη Ν-ΕΤ: το φαινόμενο της υπέρ-υδροφοβικότητας στο ασιατικό φυτό λωτό και στο τριαντάφυλλο. Το περιβάλλον μάθησης είχε διερευνητικό χαρακτήρα. Ειδικότερα, οι μαθητές ζητήθηκε να προτείνουν λύσεις, να πειραματιστούν για να αναλογιστούν πάνω στις λύσεις που προτείνουν, να αιτιολογήσουν και να εκφράσουν τις ιδέες τους με σχήματα, να μετρήσουν χρησιμοποιώντας κλασικά και ψηφιακά μέσα (μοιρογνωμόνιο, λογισμικά), να αναθεωρούν κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τις ιδέες τους.

3. Δραστηριότητες

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι 3 θεματικές ενότητες (μία ανά δώρο) στις οποίες εντάσσονται 11 δραστηριότητες, οι οποίες εφαρμόστηκαν στους μαθητές Γυμνασίου.

Θεματική Ενότητα 1: Διερευνώντας τα υπέρ-υδρόφοβα υλικά (1^ο δώρο) - Δραστηριότητες 1, 2, 3:

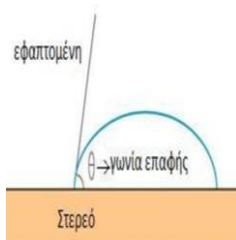
Οι μαθητές κλήθηκαν να συζητήσουν το ερώτημα: «Ο Κώστας συζητά με την Ελένη για το πώς θα παίξουν μπουγέλο την τελευταία μέρα στο σχολείο. Η Ελένη πρότεινε να σκεφτούν έναν τρόπο ώστε να βραχούν το λιγότερο δυνατό. Πώς θα μπορούσαν να επιτύχουν αυτό το σκοπό; Γράψτε τις προτάσεις σας!»

Στη δραστηριότητα 1 (εικόνα 1), οι μαθητές πειραματίστηκαν με διάφορα υλικά (φύλλα ακακίας και μαρουλιού, ξύλα και υφάσματα), κατέγραψαν ποια από αυτά βρέχονται και περιέγραψαν το σχήμα που παίρνει η σταγόνα σε κάθε υλικό. Επιπλέον, κλήθηκαν να εκφράσουν την άποψή τους στο ερώτημα: «γιατί νομίζετε ότι στα υλικά που δεν βρέχονται, η σταγόνα έχει το ίδιο σχήμα; Μπορείτε να σχεδιάσετε την απάντησή σας».

Εικόνα 1: Δραστηριότητα 1:
Πειράματα διαβροχής
επιφανειών



Εικόνα 2: Ορισμός της
γωνίας επαφής μεταξύ
σταγόνας και επιφάνειας³⁷



Εικόνα 3: Εικόνα δραστηριότητας
²³⁸: σταγόνα πάνω σε υπέρ-
υδρόφοβο ξύλο



³⁷<https://www.scienceinschool.org/el/2011/issue18/biomimetics>

³⁸<http://www.pinkjooz.com/index.php/tag/superhydrophobicity>



Στη δραστηριότητα 2, προσεγγίστηκε η «γωνίας επαφής», η οποία είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της επιφάνειας του στερεού και της εφαιπόμενης της σταγόνας στο σημείο που έρχεται σε επαφή με το στερεό (εικόνες 2, 3). Οι μαθητές παρατήρησαν φωτογραφίες που απεικονίζουν σταγόνες πάνω σε υπέρ-υδρόφοβες επιφάνειες και μέτρησαν τη γωνία επαφής με δύο τρόπους, με το παραδοσιακό μοιρογνωμόνιο αλλά και με το λογισμικό «OnScreenProtactor»³⁹.

Στη δραστηριότητα 3, τους ζητήθηκε να αναπαραστήσουν με ένα σκίτσο την επιφάνεια ενός υπέρ-υδρόφобου υλικού όπως είναι ο λωτός.

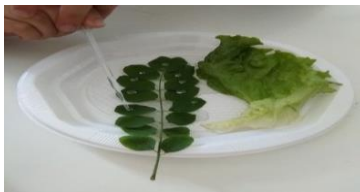
Θεματική Ενότητα 2: Το φαινόμενο του Λωτού (2^ο δίωρο) - Δραστηριότητες 4, 5, 6, 7 :

Οι μαθητές κλήθηκαν να συζητήσουν το ερώτημα: «γιατί οι σταγόνες του νερού είναι σφαιρικές στα υπε-υδρόφοβα υλικά;» (εικόνα 4), να μελετήσουν πηγές (φωτογραφίες, βίντεο κτλ.) σχετικές με την επιφάνεια των υλικών αυτών και να εξετάσουν το πώς είναι οι επιφάνειες των υπέρ-υδρόφобων υλικών.

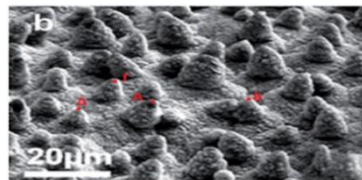
Στη δραστηριότητα 4, οι μαθητές επεξεργάστηκαν φωτογραφίες της επιφάνειας του φύλλου του λωτού από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Συγκεκριμένα μέτρησαν την απόσταση μεταξύ των κορυφών στις μικροπροεξοχές στην επιφάνεια του φύλλου του λωτού με το λογισμικό «onlineruler»⁴⁰ (εικόνα 5).

Στη δραστηριότητα 5, τους ζητήθηκε να αλλάξουν το αρχικό τους σκίτσο σύμφωνα με τις νέες πληροφορίες που συγκέντρωσαν.

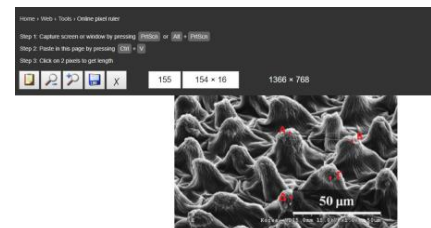
Εικόνα 4: Φύλλα ακακίας-μαρουλιού στα πειράματα διαβροχής των επιφανειών



Εικόνα 5: Μικροπροεξοχές στο φύλλο του λωτού⁴¹



Εικόνα 6: Το λογισμικό «onlineruler»



Στη δραστηριότητα 6, με τη βοήθεια του βίντεο «zoominalotusleaf»⁴², οι μαθητές παρατηρούν τι συμβαίνει στη νανοδομή της επιφάνειας του φύλλου του λωτού.

Στη δραστηριότητα 7, καλούνται να αλλάξουν και πάλι το προηγούμενο σκίτσο τους με βάση τις νέες πληροφορίες.

Θεματική Ενότητα 3: Λωτός και Τριαντάφυλλο (3^ο δίωρο) - Δραστηριότητες 8, 9, 10, 11 :

Στη δραστηριότητα 8, οι μαθητές πειραματίστηκαν ρίχνοντας σταγόνες νερού πάνω στα φύλλα της ακακίας (σαν λωτός) και του τριαντάφυλλου (εικόνα 6). Κατέγραψαν τόσο το σχήμα που παίρνουν οι σταγόνες όσο και τη συμπεριφορά τους όταν κινούμε τα φύλλα (εικόνα 7).

³⁹<https://sourceforge.net/projects/osprotractor>

⁴⁰<https://www.rapidtables.com/web/tools/pixel-ruler.html>

⁴¹Φωτογραφία από την πηγή: Li et al., (2017).

⁴²<https://www.youtube.com/watch?v=X9a6LjCprC8&t=6s>



Εικόνα 7: Φύλλα ακακίας-πέταλα
τριαντάφυλλου



Εικόνα 8: Σταγόνα «κολλημένη» σε
πέταλο τριαντάφυλλου



Στη δραστηριότητα 9, δόθηκαν δύο εικόνες όπου φαίνονται οι σταγόνες του νερού πάνω στο φύλλο του λωτού και στο πέταλο του τριαντάφυλλου. Οι μαθητές κλήθηκαν να μετρήσουν τις γωνίες επαφής σε κάθε φύλλο (εικόνα 8).

Στην δραστηριότητα 10, επεξεργάστηκαν φωτογραφίες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο από την επιφάνεια του φύλλου του τριαντάφυλλου. Με τη βοήθεια του λογισμικού «onlineuler» τους ζητήθηκε να μετρήσουν την απόσταση των μικροπροεξοχών στο φύλλο του τριαντάφυλλου και να τις συγκρίνουν με τις αντίστοιχες μετρήσεις που έκαναν για το φύλλο του λωτού στο δεύτερο δίωρο.

Στη δραστηριότητα 11, κλήθηκαν να αναπαραστήσουν με σκίτσο την επιφάνεια δύο φύλλων και να σχεδιάσουν τη σταγόνα στα δύο σκίτσα που θα φτιάξουν. Τέλος, συζήτησαν το ερώτημα «Ποιος είναι ο λόγος που η σταγόνα στη μία περίπτωση κυλάει ενώ στην άλλη μένει καρφωμένη;».

Εικόνα 9: Φωτογραφίες για μέτρηση γωνιών επαφής⁴³



4. Συζήτηση

Οι μαθητές μελέτησαν το φαινόμενο της υπέρ-υδροφοβικότητας μέσα από την υλοποίηση 11 δραστηριοτήτων διερευνητικής κατεύθυνσης, οι οποίες περιλαμβάνουν πειραματισμό με απλά υλικά, χρήση λογισμικών, επεξεργασία φωτογραφιών, σχεδιασμό αναπαραστάσεων της δομής της επιφάνειας των υπερυδρόφοβων επιφανειών.

Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο (εκπαιδευτικοί και φοιτητές), αποσκοπήσαμε να αναγνωρίσουν το κοινό σφαιρικό σχήμα της σταγόνας του νερού στα δύο φυτά και τη διαφορά ως προς την κύλισή της, επιπλέον αναμέναμε να διαπιστώσουν την επίδραση της τοπογραφίας των επιφανειών των δύο φυτών στην μικρο- και νάνο-κλίμακα στην εμφάνιση αυτών των συμπεριφορών.

⁴³http://www.nelumbolotus.com/en_education_05.asp

<https://arstechnica.com/science/2008/05/the-superhydrophobic-properties-of-rose-petals>



Εικόνα 10: Φωτογραφίες από το εργαστήριο



Κατά τη διάρκεια του συνεδρίου, οι συμμετέχοντες έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς πραγματοποιούσαν τις δραστηριότητες. Ακόμη διατυπώθηκαν ερωτήσεις σχετικά με την επιφανειακή τάση, τις διαμοριακές δυνάμεις, το υλικό από το οποίο αποτελούνται οι νανοπροεσοχές. Μία διαφορά συγκριτικά με τους μαθητές γυμνασίου ήταν πως ανάμεσα στην μέτρηση της γωνίας επαφής με το παραδοσιακό μοιρογνωμόνιο και με το λογισμικό «OnScreenProtactor», η πλειοψηφία, σε αντίθεση με τους μαθητές, προτίμησε το παραδοσιακό μοιρογνωμόνιο για τις μετρήσεις, κάτι που ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι είχαν περισσότερη εξοικείωση με το παραδοσιακό μοιρογνωμόνιο. Τέλος, όσον αφορά τη συζήτηση επί των δραστηριοτήτων δεν αναγνωρίστηκε κάποια πιθανή δυσκολία στον χειρισμό και στην κατανόηση των μαθητών, προτάθηκε όμως από έναν εκπαιδευτικό να αλλάξει η εικόνα όπου μετρούσαν τη γωνία επαφής στο φύλλο του λωτού με μία πιο ευδιάκριτη ώστε να γίνεται ευκολότερα η μέτρηση.

5. Βιβλιογραφία

Βελέντζας, Α., Δημητριάδη, Κ., Μανδρίκας, Α., Μαργαρίτης, Α., Σάλτα, Κ. (2015). Εφαρμογή Διδακτικής Ενότητας σε θέματα Νανοτεχνολογίας. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, *Πρακτικά του 9^{ου} Πανελληνίου συνεδρίου των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. 53-59). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο.

Μάνου, Λ., Σπύρτου, Α., Χατζηκρανιώτης, Ε., Κариώτογλου, Π. (2015). Βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου της διδασκαλίας της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, *Πρακτικά του 9^{ου} Πανελληνίου συνεδρίου των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. 203-211). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο.

Bhushan, B. (2012). *Biomimetics*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Bhushan, B., & Nosonovsky, M. (2010). The rose petal effect and the modes of superhydrophobicity. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368, 4713–4728.



- Carré, A., & Mittal, K. L. (2009). *Superhydrophobic surfaces*. Leiden; Boston: VSP.
- Hochella, M. F. (2002). Nanoscience and technology: the next revolution in the Earth sciences. *Earth and Planetary Science Letters*, 203, 593–605.
- Jones, G., Blonder, R., Gardner, G., Albe, V., Falvo, M., Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35 : 1490-1512.
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21, 160-175.
- Li, S., Huang, J., Chen, Z., Chen, G., & Lai, Y. (2017). A review on special wettability textiles: theoretical models, fabrication technologies and multifunctional applications. *J. Mater. Chem. A*, 5, 31–55.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. Arlington: NSTApress.



ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



Πρότυπος Όμιλος Φυσικών Καταστροφών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Πέτρος Δεμέννας¹, Δημήτριος Ι. Σωτηρόπουλος^{1,2}, Πέτρος Κατσαφάδος³, Ηλίας Μαυροματίδης³

Εκπαιδευτήρια Νέα Γενιά Ζηρίδη¹, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας², Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο³

Περίληψη

Τα πρόσφατα καταστροφικά γεγονότα στο γειτονικό Μάτι και στη Μάνδρα αποτέλεσαν την αφορμή για τη δημιουργία του «Ομίλου Φυσικών Καταστροφών» στο Λύκειο των εκπαιδευτηρίων Νέα Γενιά Ζηρίδη. Οι μαθητές στη διάρκεια του ομίλου θα γνωρίσουν τα είδη των φυσικών καταστροφών, τις βασικές μεταβλητές και παραμέτρους των καταστροφών, τα όργανα και τις συσκευές που σχετίζονται με τις καταγραφές αυτών, θα ενημερωθούν και θα προετοιμαστούν για αυτές και θα καλλιεργήσουν δεξιότητες που αφορούν τόσο στην δική τους προστασία και ασφάλεια, όσο και στην προστασία των ανθρώπων γύρω τους.

Λέξεις-κλειδιά: Φυσικές Καταστροφές, Πλημμύρες, Σεισμοί, Πυρκαγιές, Τσουνάμι, Κλιματική Αλλαγή

Innovative club of natural disasters in secondary education

Petros Demenagas¹, Dimitrios J. Sotiropoulos^{1,2}, Petros Katsafados³, Ilias Mayromatidis³

Nea Genia Ziridis School¹, Computer Science Department, University of Thessaly², Geography Department Harokopio University³

Abstract

The recent devastating natural disaster in the neighbouring areas of Mati and in Mandra became the incentive for the creation and implementation of the "Natural Disasters Club" for senior high school students of Nea Genia Ziridis School. Students will get to know the different kinds of natural disasters, the basic variables/parameters of such disasters and the instruments/apparatus related to them. They will become aware of what these disasters entail and will learn how to prepare in the event of one, as well as cultivate and acquire skills that will ensure their security and survival as well as that of the people around them.

Keywords: Natural Disasters, floods, earthquakes, fires, tsunamis, climate change



1. Εισαγωγή

Οι Φυσικές καταστροφές αποτελούν ένα σύνθετο πλέγμα φαινομένων και η κατηγοριοποίηση, ο ορισμός τους και η εν γένει διαχείρισή τους, στηρίζεται στα δεδομένα της επιστημονικής βιβλιογραφίας (Λέκκας 2000), των διεθνών ερευνητικών κέντρων (Below et al. 2009) και φυσικά της Ελληνικής Πολιτείας μέσα από τους φορείς της. Είναι διαπιστωμένο επίσης ότι ο ρόλος του σχολείου είναι σημαντικός και ωφέλιμος για την εκπαίδευση των μαθητών στο ζήτημα των Φυσικών καταστροφών (Shaw et al. 2011, Bhandari 2014), τόσο γιατί οι μαθητές είναι περισσότερο τρωτοί λόγω ηλικίας, όσο και γιατί μέσω αυτών μπορεί να γίνει εύκολα διάχυση της πληροφορίας στην κοινωνία (γονείς, φίλοι, συγγενείς) με θετικά για την κοινωνία αποτελέσματα. Σε συγκεκριμένες χώρες οι «Φυσικές καταστροφές» ως γνωστικό αντικείμενο είναι αυτόνομα ενταγμένο στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, κάτι που αν και δε συμβαίνει στην Ελλάδα στα σχολικά βιβλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων υπάρχει πληθώρα αναφορών σε αυτές. Οι αναφορές αυτές ως επί το πλείστον όμως, είναι αποσπασματικές και εστιασμένες περισσότερο στα σεισμικά φαινόμενα και στερούνται πειραματικού περιεχομένου. Έτσι η μελέτη των φαινομένων που οδηγούν στις φυσικές καταστροφές και οι κίνδυνοι που προκύπτουν από αυτές στερούνται του βασικού χαρακτηριστικού του πειραματισμού, που είναι αυτό που οδηγεί στη κατανόηση τους. Επιπρόσθετα και σε κοινωνικό επίπεδο υπάρχει έλλειψη πληροφόρησης για την κατάλληλη συμπεριφορά πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την έλευσή των ανεπιθύμητων αλλά υπαρκτών και επικίνδυνων φαινομένων. Με βάση αυτές τις παραδοχές και με αφορμή τα πρόσφατα καταστροφικά γεγονότα τόσο στο Μάτι που βρίσκεται πολύ κοντά στο σχολείο μας (και κατοικούν εκεί μαθητές μας), όσο και στην Μάνδρα, αποφασίσαμε να δημιουργήσουμε Εκπαιδευτικό Όμιλο με θέμα τις Φυσικές Καταστροφές, στον οποίο συμμετέχουν για μία διδακτική ώρα κάθε εβδομάδα από το Σεπτέμβριο του 2018, δεκαοκτώ μαθητές Λυκείου.

2. Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα και αποτελέσματα εφαρμογής

Μέσα από τον πειραματικό χαρακτήρα των δραστηριοτήτων του ομίλου, οι μαθητές μας αναμενόταν να γνωρίσουν τις βασικές μεταβλητές/παραμέτρους, τις αιτίες των καταστροφών και τα φυσικά φαινόμενα που κρύβονται πίσω από αυτές, να εξοικειωθούν με τα όργανα/συσκευές που σχετίζονται με τις καταγραφές αυτών (σεισμογράφος και μετεωρολογικός σταθμός του σχολείου), να ασκηθούν στην εκμάθηση και τη χρήση σχετικών υπολογιστικών διαδικτυακών εργαλείων (jAmaSeis & WinQuake, SEISMOS, Windy, FIRMS, IH-Tsunamis, EARTH NOW) να καλλιεργήσουν δεξιότητες που αφορούν τόσο στην δική τους προστασία και ασφάλεια όσο και στην προστασία των ανθρώπων γύρω τους και να ευαισθητοποιηθούν εν γένει για τα θέματα που σχετίζονται με τις φυσικές καταστροφές. Ο όμιλος αξιολογήθηκε ως προς τη λειτουργία του, την εκπαιδευτική του αξία αλλά και την αποτελεσματικότητά του σε σχέση με τους στόχους του και την εν γένει προσφορά του στη σχολική και εκπαιδευτική κοινότητα μέσα από ερωτηματολόγιο στάσεων/απόψεων και γνώσεων που δόθηκε στους μαθητές. Οι μαθητές φαίνεται σταδιακά να συγκλίνουν στις επιστημονικά ορθές απόψεις σε σχέση με τα φαινόμενα που μελετούν, κρίνοντας από τις απαντήσεις τους στα φύλλα εργασίας ανά δραστηριότητα αλλά και από τα ερωτηματολόγια στάσεων και γνώσεων που δόθηκαν στην έναρξη και στο τέλος της ακαδημαϊκής χρονιάς. Σύμφωνα με την ποσοτική ανάλυση των ερωτηματολογίων (και των ποιοτικών χαρακτηριστικών ατομικής συνέντευξης που είναι αντικείμενα άλλης εργασίας) φάνηκε ότι οι μαθητές, μετά τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες του ομίλου, παρουσίασαν πιο έντονο ενδιαφέρον για τις φυσικές καταστροφές και για τους τρόπους προστασίας από αυτές. Συγκεκριμένα, από τις απαντήσεις τους (πριν και μετά) φάνηκε ότι σημαντικό ρόλο σε αυτή τους τη μεταβολή διαδραμάτισαν: η ενεργός εμπλοκή τους στις δραστηριότητες, η διερευνητική συλλογή πληροφοριών από το διαδίκτυο, η χρήση αντίστοιχων εφαρμογών στον υπολογιστή ή/και στο τηλέφωνό τους, η διαχείριση δεδομένων από το μετεωρολογικό σταθμό και το σειсмоγράφο του σχολείου, η παρουσία τους σε οργανισμούς και ιδρύματα σχετικά με το ζήτημα του ομίλου, η παρουσίαση των εργασιών του ομίλου στο συνέδριο που διοργανώθηκε στο σχολείο



αλλά και σε γονείς στις καταληκτικές εκδηλώσεις του τέλους της σχολικής χρονιάς και η διαφορετική προσέγγιση που εγγενώς υπάρχει στα πλαίσια ενός ομίλου. Ο εκπαιδευτικός όμιλος προσφέρει διαφορετικού τύπου ενασχόληση για τους μαθητές από τις παραδοσιακές διδακτικές ώρες. Είναι τέλος γνωστό πως ό,τι διεξάγεται σε ένα συνεργατικό περιβάλλον με δραστηριότητες μέσα και έξω από τη τάξη οδηγεί σε μαθησιακά αποτελέσματα και πολλές φορές για ειδικά θέματα (όπως αυτό των φυσικών καταστροφών) καλύτερα αποτελέσματα απ' αυτά που επιτυγχάνει η κλασική μέθοδος διδασκαλίας εντός τάξης.

3. Εκπαιδευτικά υλικά, σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης της διδασκαλίας, δομή και περιγραφή δραστηριοτήτων

Οι βασικοί άξονες περιεχομένου του καινοτόμου αναλυτικού προγράμματος του ομίλου είναι: α) Πλημμύρες, β) Σεισμοί, γ) Πυρκαγιές, δ) Τσουνάμι και ε) Κλιματική Αλλαγή. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες έλαβαν χώρα στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (που διαθέτει -από τον Δεκέμβριο του 2009- μετεωρολογικό σταθμό ενταγμένο στο δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών), στο Εργαστήριο Σεισμογράφου (εξοπλισμένο με σεισμογράφο από τον Αύγουστο του 2018, ενταγμένο στο δίκτυο σχολικών σεισμογράφων) και κατά τη διάρκεια των επισκέψεων μας σε σχετικούς με τις φυσικές καταστροφές οργανισμούς (Ο.Α.Σ.Π.-Εθνικό Αστεροσκοπείο-Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Πυροσβεστικό Σώμα). Η μαθησιακή διαδικασία ακολουθεί την εκπαιδευτική διερεύνηση και την επίλυση προβλήματος ενσωματώνοντας παράλληλα και κατά περίπτωση τις διδακτικές προσεγγίσεις *projected based learning* («φτιάχνω το δικό μου σεισμογράφο») και *flipped classroom* («μαθαίνω στο σπίτι τη λειτουργία ενός αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού»). Το εκπαιδευτικό υλικό περιλαμβάνει: α) ιστορικές αναφορές και παραδείγματα Φυσικών Καταστροφών, β) εκμάθηση, χρήση και αξιοποίηση σχετικών διαδικτυακών εργαλείων και άντληση πληροφοριών από κατάλληλους δικτυακούς τόπους, γ) πρότυπα φύλλα εργασίας για πειραματικές δραστηριότητες των μαθητών από δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού και του σεισμογράφου του σχολείου και δ) οδηγίες για κατασκευές που οι ίδιοι οι μαθητές θα υλοποιήσουν. Παράλληλα και με στόχο την κοινωνική ευαισθητοποίηση και ενημέρωση της σχολικής κοινότητας από τη μια και της τοπικής κοινωνίας από την άλλη πραγματοποιήθηκε παρουσίαση του ομίλου και των δράσεων του σε συγκεκριμένες ημέρες (Ημέρα Φυσικών Επιστημών - Open Day).

4. Βιβλιογραφία

Λέκκας, Ε. (2000). Φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές. Εκδόσεις Access, Αθήνα.

Below, R., Wirtz, A., & Guha-Sapir D. (2009). Disaster category classification and peril terminology for operational purposes. Working Paper #264. Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and Munich Reinsurance Company (20 p.).

Bhandari, R. K. (2013). Disaster education and management: A joyride for students, teachers and disaster managers. Springer Science & Business Media.

Shaw, R., Takeuchi, Y., Gwee, Q. R., & Shiwaku, K. (2011). Chapter 1 Disaster education: an introduction. Disaster education, 7, 1-22.



Εργαστηριακές δραστηριότητες διερεύνησης για αναγνώριση υλικών

Ελένη Κάτανα¹, Κατερίνα Σάλτα²

*Ε.Κ.Φ.Ε. Ν. Φιλαδέλφειας, Αθήνα¹, Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών²*

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται σειρά εργαστηριακών δραστηριοτήτων διερεύνησης οι οποίες αφορούν στην αναγνώριση υλικών με βάση τις μακροσκοπικές φυσικοχημικές ιδιότητές τους. Οι δραστηριότητες στοχεύουν στην εμπλοκή των μαθητών σε επιστημονικές πρακτικές και στην αύξηση των κινήτρων τους για μάθηση μέσα από ένα πλαίσιο της καθημερινής ζωής.

Λέξεις-κλειδιά: εργαστηριακές δραστηριότητες, διερεύνηση, ιδιότητες, υλικά, χημική αντίδραση

Inquiry-based laboratory activities for material identification

Eleni Katana¹, Katerina Salta²

*Science Laboratory Center of N. Philadelphia, Athens¹, Department of Chemistry, National and
Kapodistrian University of Athens²*

Abstract

The present study presents a set of inquiry-based laboratory activities which concern the identification of materials based on their macroscopic physicochemical properties. The activities aim at involving students in scientific practices, and increasing their motivation for learning on an everyday life context.

Keywords: laboratory activities, inquiry, properties, materials, chemical reaction



1. Εισαγωγή

Οι Φυσικές Επιστήμες εξηγούν φαινόμενα προσδιορίζοντας τον τρόπο ή την αιτία που συμβαίνουν καθώς και τις συνθήκες και τις συνέπειες των παρατηρούμενων φαινομένων. Όταν οι επιστήμονες εξηγούν φαινόμενα, δομούν επιχειρήματα παρέχοντας αποδείξεις για να τα δικαιολογήσουν ή να πείσουν άλλους επιστήμονες για την εγκυρότητα τους (Luft et al. 2008). Οι έρευνες στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) συνηγορούν πως οι μαθητές στα αντίστοιχα μαθήματα θα πρέπει να εκπαιδεύονται σε αυτή τη σύνθετη ερευνητική πρακτική, όπου αναζητούν και παρέχουν αποδείξεις και αιτίες για τις ιδέες ή τα επιχειρήματά τους (Driver et al. 2000).

2. Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Η ανάπτυξη των προτεινόμενων εργαστηριακών δραστηριοτήτων εστιάζει στην (1) εμπλοκή των μαθητών στην επιστημονική έρευνα, (2) συνοχή μεταξύ περιεχομένου και επιστημονικών πρακτικών, (3) ένταξη των δραστηριοτήτων εντός ενός καθημερινού πλαισίου που έχει νόημα για τους μαθητές.

Οι δραστηριότητες εμπλέκουν τους μαθητές σε ένα περιβάλλον μάθησης με βάση διερευνήσεις (Bruck & Towns 2009) καθοδηγούμενες από ερωτήματα: Πώς μπορούμε να βεβαιωθούμε αν δύο υλικά είναι ίδια ή διαφορετικά; Πώς από ένα υλικό μπορούμε να φτιάξουμε ένα άλλο; Με ποιά κριτήρια μπορούμε να συγκρίνουμε δύο προϊόντα για την ίδια χρήση;

Με την εμπλοκή τους στις εργαστηριακές δραστηριότητες, οι μαθητές αναμένεται να αποκτήσουν σε στοιχειώδη βαθμό (1) κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών (φυσικοχημικές ιδιότητες, μίγματα, χημικές ουσίες και χημικές αντιδράσεις) και (2) επιστημονικές πρακτικές, όπως: παρατήρηση, σύγκριση (αναγνώριση ομοιοτήτων και διαφορών), ταξινόμηση (οργάνωση στοιχείων), διατύπωση υποθέσεων, έλεγχο ιδεών και εξαγωγή συμπερασμάτων. Η συνοχή μεταξύ περιεχομένου και πρακτικών προάγει από την αξιοποίηση πειραματικών δεδομένων στη διατύπωση επιχειρημάτων για την αναγνώριση υλικών και τον έλεγχο της πορείας μιας χημικής αντίδρασης.

Οι μαθητές εμπλέκονται σε ερευνητικές δραστηριότητες στο πλαίσιο του πραγματικού κόσμου, χρησιμοποιώντας κυρίως υλικά της καθημερινής τους ζωής. Η εισαγωγή των επιστημονικών εννοιών σε αυθεντικά και σχετικά με τους μαθητές πλαίσια καθιστά τις Φυσικές Επιστήμες σημαντικές, ενισχύει τα εσωτερικά κίνητρα των μαθητών και προάγει τη μάθηση τους (Fredricks et al. 2018).

3. Εκπαιδευτικά υλικά, σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης της διδασκαλίας, δομή και περιγραφή δραστηριοτήτων

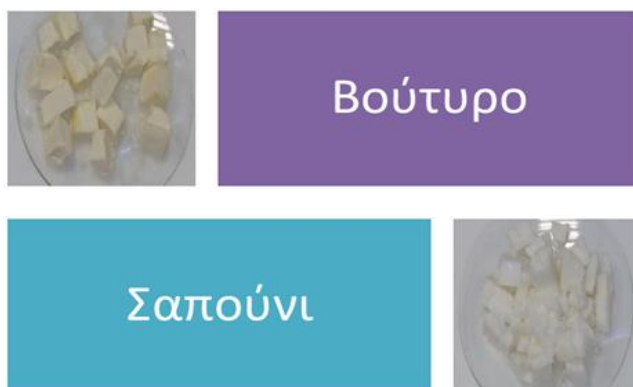
Οι δραστηριότητες που περιγράφονται αφορούν στην αναγνώριση δύο υλικών, του βουτύρου και του σαπουνιού (Εικόνα 1), με βάση τις μακροσκοπικές τους ιδιότητες.

Στην 1^η δραστηριότητα, οι μαθητές καταγράφουν ομοιότητες και διαφορές που παρατηρούν στα δύο υλικά, ενώ στη 2^η και 3^η δραστηριότητα εκτελούν πειράματα και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους σχετικά με τη διαλυτότητα στο νερό και στο λάδι, την τήξη και την πυκνότητα των δύο υλικών. Στη συνέχεια χρησιμοποιούν τα δεδομένα που έχουν συλλέξει, προκειμένου να επιχειρηματολογήσουν αν πρόκειται για το ίδιο ή διαφορετικά υλικά.



Στην 4^η δραστηριότητα, οι μαθητές χρησιμοποιούν το βούτυρο ως πρώτη ύλη για την παρασκευή σαπουνιού. Στη συνέχεια, πραγματοποιούν περιοδικά μετρήσεις του pH, για να διαπιστώσουν την ωρίμανση του σαπουνιού τους. Στην 5^η δραστηριότητα, οι μαθητές αρχικά διατυπώνουν υπόθεση για το αν οι ιδιότητες του σαπουνιού που παρασκεύασαν είναι παρόμοιες με τις ιδιότητες του βουτύρου που αποτελεί την πρώτη ύλη τους ή ενός σαπουνιού του εμπορίου. Σχεδιάζουν και πραγματοποιούν μια σειρά από πειραματικές δοκιμασίες για να ελέγξουν την υπόθεσή τους και με βάση τα αποτελέσματά τους συντάσσουν μια επιστημονική εξήγηση.

Εικόνα 1: Τα βασικά υλικά που χρησιμοποιούνται στις δραστηριότητες



Οι δραστηριότητες, οι οποίες περιγράφονται στην παρούσα εργασία, εφαρμόστηκαν στις επιμορφωτικές συναντήσεις εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στα Γυμνάσια ευθύνης των Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών Ηλιούπολης και Ομόνοιας της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της Α΄ Αθήνας.

4. Βιβλιογραφία

Bruck, L. B., & Towns, M. H. (2009). Preparing students to benefit from inquiry-based activities in the chemistry laboratory: guidelines and suggestions. *Journal of Chemical Education*, 86(7), 820-822.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.

Fredricks, J. A., Hofkens, T., Wang, M. T., Mortenson, E., & Scott, P. (2018). Supporting girls' and boys' engagement in math and science learning: A mixed methods study. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 271-298.

Luft, J., Bell, R. L., & Gess-Newsome, J. (Eds.). (2008). *Science as inquiry in the secondary setting*. NSTA Press.



Πολυμερή στην καθημερινότητά μας και περιβαλλοντικές προκλήσεις: Εργαστηριακές δραστηριότητες Χημείας

Χαρούλα-Ελευθερία Λαμπριανάκη¹, Κατερίνα Σάλτα²

*Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Αθήνα¹, Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών²*

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται σειρά καινοτόμων εργαστηριακών δραστηριοτήτων Χημείας οι οποίες αφορούν στις ιδιότητες πολυμερών που περιέχονται σε καθημερινά μας προϊόντα. Οι εργαστηριακές δραστηριότητες στοχεύουν στην εμπλοκή των μαθητών σε επιστημονικές πρακτικές, στην αύξηση των κινήτρων τους για μάθηση και ιδιαίτερα στην προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης.

Λέξεις-κλειδιά: εργαστηριακές δραστηριότητες, πολυμερή, πλαστικά, αειφόρος ανάπτυξη

Polymers in our everyday life and environmental challenges: Chemistry laboratory activities

Charoula-Eleftheria Labrianaki¹, Katerina Salta²

*Secondary Education, Athens¹, Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of
Athens²*

Abstract

The present study presents innovative chemistry laboratory activities which concern the properties of polymers in everyday products. The laboratory activities aim at involving students in scientific practices, increasing their motivation for learning, and promoting sustainable development.

Keywords: laboratory activities, polymers, plastics, sustainable development



1. Εισαγωγή

Μια από τις μεγάλες ανακαλύψεις του 20^{ου} αιώνα ήταν η ανακάλυψη των πολυμερών: (α) φυσικών, (β) τροποποιημένων φυσικών και (γ) συνθετικών με βάση το πετρέλαιο. Στα πολυμερή ανήκουν και τα πλαστικά, τα οποία έχουν πολυάριθμες εφαρμογές, αλλά και σοβαρές περιβαλλοντικές προκλήσεις. Ετησίως, πάνω από 80.000.000.000 kg πλαστικές συσκευασίες προερχόμενες από ορυκτές πηγές πετάγονται μετά από σχετικά μικρό χρονικό διάστημα χρήσης (MacArthur 2017). Παρά την ανακύκλωση ή την αποτέφρωσή τους για την παραγωγή ενέργειας, τα περισσότερα καταλήγουν σε χωματερές ή ωκεανούς (Geyer et al. 2017). Αρχικά η ανάπτυξη πολυμερών που διασπώνται γρήγορα θεωρήθηκε ως λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Η τοξικότητα, όμως, των προϊόντων της διάσπασης (μικροπλαστικών) οδήγησε στην μετατόπιση της παραγωγής πλαστικών από πετροχημικές σε ανανεώσιμες πρώτες ύλες (παραγωγή πλαστικών από φυτά), η οποία θα καταστήσει βιώσιμη την όλη διαδικασία (Hillmyer 2017). Όλη αυτή η συζήτηση ενταγμένη σε εργαστηριακές δραστηριότητες Χημείας αποτελεί τον άξονα της παρούσας πρότασης.

2. Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Οι προτεινόμενες εργαστηριακές δραστηριότητες εμπλέκουν τους μαθητές σε ένα περιβάλλον μάθησης με βάση διερευνήσεις (Bruck & Towns 2009) καθοδηγούμενες από ερωτήματα: Σε τι διαφέρουν τα πλαστικά αντικείμενα; Πού καταλήγουν τα πλαστικά όταν δεν χρησιμοποιούνται πλέον; Πώς διαχωρίζονται τα πλαστικά για να ανακυκλωθούν; Πώς συνδέονται οι ιδιότητες των πολυμερών με την χρήση τους και την διαχείρισή τους;

Με την εμπλοκή τους στις εργαστηριακές δραστηριότητες, οι μαθητές αναμένεται να αποκτήσουν σε στοιχειώδη βαθμό επιστημονικές πρακτικές, όπως: (α) παρατήρηση, (β) σύγκριση (αναγνώριση ομοιοτήτων και διαφορών), (γ) ταξινόμηση (οργάνωση στοιχείων), (δ) διατύπωση υποθέσεων, (ε) έλεγχο ιδεών (πειραματισμός) και (στ) εξαγωγή συμπερασμάτων

Η εκτέλεση των δραστηριοτήτων απαιτεί αποκλειστικά υλικά της καθημερινής ζωής των μαθητών. Επομένως, τους δίνεται η δυνατότητα να τις επαναλάβουν μόνοι τους, ακόμα και στο σπίτι τους, ώστε να μπορούν να τις δείξουν και να τις εξηγήσουν σε άλλους. Επιπλέον, παραμένουν ερωτήματα ανοικτά σε διερεύνηση ώστε να κεντρίζουν την περιέργεια των μαθητών και να αυξάνουν τα κίνητρά τους για μάθηση.

3. Εκπαιδευτικά υλικά, σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης της διδασκαλίας, δομή και περιγραφή δραστηριοτήτων

Στην 1η δραστηριότητα, οι μαθητές επινοούν μια μέθοδο ταξινόμησης των πλαστικών και με βάση αυτή καταμετρούν πλαστικά διαφόρων τύπων. Μετά, καταγράφουν και απεικονίζουν γραφικά τα αποτελέσματα. Επιπλέον, οι μαθητές διατυπώνουν μια υπόθεση γιατί να υπάρχουν τόσο διαφορετικοί τύποι πλαστικών, εκτελούν πειράματα και από τις παρατηρήσεις τους σε αυτά προσδιορίζουν ποιοι τύποι είναι πιο συνηθισμένοι.

Στην 2η δραστηριότητα, οι μαθητές καταγράφουν παρατηρήσεις σχετικά με τις ιδιότητες πλαστικών με αριθμούς ανακύκλωσης 1 έως 6 (πολυμερή από πετρέλαιο, Εικόνα 1) και καθοδηγούνται να εκτελέσουν έλεγχο πυκνότητας σε δείγμα πλαστικών, χρησιμοποιώντας υγρές ουσίες ορισμένων τιμών πυκνότητας, με σκοπό να τα διαχωρίσουν.



Εικόνα 1: Αριθμοί ανακύκλωσης πλαστικών (Brunning, 2018)



Στην 3η δραστηριότητα, οι μαθητές συγκρίνουν ως προς τη σύστασή τους τα αντιόξινα φάρμακα Γάλα Μαγνησίας (περιέχει βάση) και Gaviscop (περιέχει φυσικό πολυμερές) και κατόπιν σχεδιάζοντας πείραμα συγκρίνουν τον τρόπο δράσης των δύο φαρμάκων.

Στην 4η δραστηριότητα, οι μαθητές αρχικά διατυπώνουν υπόθεση για το υλικό στο οποίο οφείλεται κυρίως η απορροφητικότητα μιας πάνας μωρού, σχεδιάζουν και πραγματοποιούν πειραματικές δοκιμασίες για να ελέγξουν την υπόθεσή τους.

Οι δραστηριότητες, οι οποίες περιγράφονται στην παρούσα εργασία, εφαρμόστηκαν στις επιμορφωτικές συναντήσεις εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στα Γυμνάσια και Λύκεια ευθύνης του Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών Ηλιούπολης της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Α΄ Αθήνας.

4. Βιβλιογραφία

Bruck, L. B., & Towns, M. H. (2009). Preparing students to benefit from inquiry-based activities in the chemistry laboratory: guidelines and suggestions. *Journal of Chemical Education*, 86(7), 820-822.

Brunning, A. (2018). Periodic graphics: How is plastic recycled? *Chemical & Engineering News*, 96(17), 28.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.

Hillmyer, M. A. (2017). The promise of plastics from plants. *Science*, 358(6365), 868-870.

MacArthur, E. (2017). Beyond plastic waste. *Science*, 358(6365), 843.



Παράδειγμα εφαρμογής προσεγγίσεων STEM στην εκπαιδευτική πρακτική της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Ματθαίος Πατρινόπουλος ¹, Παρασκευή Ιατρού ²

2^ο Π.Ε.Κ.Ε.Σ. Αττικής¹, Ελληνική Εκπαιδευτική Ένωση STEM (E3STEM)²

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία γίνεται η παρουσίαση των εμπειριών που προέκυψαν από την εφαρμογή προσεγγίσεων STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και επιδιώκεται η πρόκληση συζήτησης και ανάπτυξης προβληματισμού για τις δυνατότητες και τη σκοπιμότητα εισαγωγής στα ελληνικά σχολεία δραστηριοτήτων STEM. Τα σχολεία εφαρμογής ήταν δύο συστεγαζόμενα δημόσια δημοτικά σχολεία της Αττικής, όπου εφαρμόστηκαν οκτώ δράσεις STEM, ενδεικτικά παρουσιάζεται μια από αυτές. Από την εφαρμογή διαφάνηκε ότι τα εκπαιδευτικά σενάρια θα πρέπει αφενός να είναι προσεκτικά σχεδιασμένα, με σαφή οριοθέτηση, αφετέρου ανοιχτά στην αποδοχή εναλλακτικών λύσεων. Η θετική επίδραση αυτών των δράσεων έχει αντίκτυπο σε πολλαπλά επίπεδα (γνωστικό, ψυχοκινητικό, συναισθηματικό).

Λέξεις-κλειδιά: STEM, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, εφαρμογή

Implementation STEM Educational Practice of Elementary Education

Matthaios Patrinoopoulos¹, Paraskevi Iatrou ²

2nd Regional Centre for Educational Planning of Attica¹, Hellenic Education Society of STEM (E3STEM)²

Abstract

In this paper is presented the experiences of STEM practices in elementary education and it is sought to raise awareness of the potential for STEM activities to be introduced in Greek schools, given their context. The implementing schools were two co-located public elementary schools of Attika that implemented eight different actions. Indicatively, one of the activities carried in the 5th grade of Public Primary School is presented. Implementation revealed that educational scenarios are required to be carefully designed, with clear delineation and open to the solutions to be proposed. While their positive effect extends to multiple levels (cognitive, psychomotor, emotional).

Keywords: STEM, Elementary Education, Educational practices



1. Εισαγωγή

Η εισαγωγή των προσεγγίσεων STEM στην εκπαίδευση, τα τελευταία χρόνια, έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον τόσο των ερευνητών όσο και των εκπαιδευτικών. Τα συνήθη ερωτήματα που τίθενται σε σχετικές έρευνες εστιάζουν στις διαδικασίες εφαρμογής, στο περιεχόμενο αλλά και στην αποτελεσματικότητά τους. Η STEM εκπαίδευση θεωρείται ότι υποστηρίζει τα άτομα και τις κοινωνίες, υποβοηθώντας την ανάπτυξή τους σε επίπεδο γνώσεων, δεξιοτήτων αλλά και με την κατανόηση της αξίας εφαρμογής διερευνητικών διαδικασιών στην επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής (Hunt 2011, Moore & Smith 2014, Noonan 2017, Royal Academy of Engineering 2016).

Παράλληλα, τα ερευνητικά δεδομένα αποδεικνύουν ότι οι διαδικασίες της εκπαίδευσης STEM είναι σημαντικά πιο αποδοτικές σε σχέση με τις παραδοσιακές εκπαιδευτικές πρακτικές (Freeman et al. 2014). Στα προγράμματα σπουδών τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της προσχολικής εκπαίδευσης στη Ελλάδα, περιγράφονται δραστηριότητες που αντιστοιχούν στην φιλοσοφία της STEM εκπαίδευσης, όμως δεν υπάρχει επίσημη δομημένη ένταξή της στα σχολεία (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής 2014α, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής 2014β).

2. Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Η εργασία αποτελεί μια εμπειρική καταγραφή των δεδομένων μιας εφαρμογής προσέγγισης STEM. Η διαδικασία κατέδειξε ότι η εισαγωγή δραστηριοτήτων STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, όπως υποστηρίζεται και από άλλους ερευνητές (Bottia et al. 2018), εφόσον έχουν την κατάλληλη εννοιολογική πλαισίωση, επιτρέπουν στους μαθητές να σκέφτονται, να αναζητούν λύσεις χρησιμοποιώντας τη φαντασία τους και καλλιεργούν τη δημιουργική τους σκέψη. Παράλληλα διευκολύνουν τη συνεργασία, την επικοινωνία και την αυτορρύθμιση των ομάδων. Κομβικό στοιχείο σε αυτές τις παρεμβάσεις θεωρούμε ότι είναι η επιλογή κατάλληλων σεναρίων, που όπως αναφέρεται και από ερευνητές (Moore & Smith 2014), επιτρέπει στους μαθητές να έχουν την αίσθηση ότι συμμετέχουν στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων, τα οποία προσπαθούν να επιλύσουν ελέγχοντας άμεσα τα αποτελέσματά τους. Συνολικά, μπορούμε να καταγράψουμε ότι με αυτές τις διαδικασίες, έχουμε θετική επίδραση στο γνωστικό τομέα, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στο κλίμα της τάξης· μετατρέποντας τη μαθησιακή διαδικασία σε μια δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών, με ανάδειξη των ιδιαίτερων ικανοτήτων κάθε μαθητή. Αυτό συνάδει με ευρήματα μετα-ανάλυσης (Freeman et al. 2014) στην οποία καταδεικνύονται τα θετικά αποτελέσματα της ενεργής μάθησης.

Κατά την εφαρμογή μας ενδιαφέρον είχε η συνεργασία εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων που ανέδειξε πολλαπλές διαστάσεις της STEM εκπαίδευσης, με το συνδυασμό διαφορετικών οπτικών στην προσέγγιση των προβλημάτων. Σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της παρέμβασης έχει η οριοθέτηση των συνθηκών εφαρμογής των δραστηριοτήτων μέσω κατάλληλα διατυπωμένων κατευθύνσεων / οδηγιών. Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι μαθητές σε αρκετές περιπτώσεις μας εκπλήσσουν με τις λύσεις που προτείνουν, οι οποίες είναι πολύ πιο ευφάνταστες από αυτές που αναμέναμε.



3. Εκπαιδευτικά υλικά, σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης της διδασκαλίας, δομή και περιγραφή δραστηριοτήτων

Η εφαρμογή έγινε σε δύο δημόσια συστεγαζόμενα δημοτικά σχολεία που είχαν επιλεγεί ως πιλοτικά του Ευρωπαϊκού έργου H2020: «Open Schools for Open Societies – OSOS». Οι εκπαιδευτικοί των σχολείων, εφάρμοσαν εκπαιδευτικές προσεγγίσεις STEM σε επτά τμήματα των σχολείων, μέσα από διαφοροποιημένες προσεγγίσεις και θεματικές. Οι δραστηριότητες έγιναν με τη συνεργασία εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων. Ως ενδεικτική των δραστηριοτήτων παρουσιάζεται η δράση «Γεφύρια και Γέφυρες» που υλοποιήθηκε σε τμήμα της Ε΄ τάξης, για εννέα διδακτικές ώρες. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα ήταν ενταγμένη στον κύκλο δράσεων του σχολείου με τίτλο «Μικροί Μηχανικοί Μεγάλες Κατασκευές».

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν απλά χαρτόνια, σκοιινιά, διάφοροι σύνδεσμοι και έμβολα (σύριγγες). Ενώ τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την ψηφιακή διασύνδεση των κατασκευών ήταν μικροελεγκτής Arduino, led, servo- κινητήρες καθώς και βηματικοί κινητήρες.

Η εκπαιδευτική προσέγγιση δομήθηκε σε τρεις φάσεις, με αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας. Οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες των 5 ή 6 μαθητών. Γνωρίζοντας τις ιδιαιτερότητες, τα ενδιαφέροντα και τις δεξιότητες του κάθε μαθητή κατά τον χωρισμό των ομάδων υπήρξε παρέμβαση από τους εκπαιδευτικούς, ώστε τα μέλη των ομάδων να συνδυάζουν διαφορετικές δεξιότητες. Σε κάθε φάση δίνονταν μια «πρόκληση / πρόβλημα» στις ομάδες, στην οποία θα έπρεπε να ανταπεξέλθουν εργαζόμενοι συλλογικά προτείνοντας, σχεδιάζοντας, ελέγχοντας και δημιουργώντας τις κατασκευές τους με τα διαθέσιμα υλικά. Στην πρώτη φάση, με αφορμή την ενότητα του μαθήματος της γλώσσας «Κατασκευές», οι μαθητές γνώρισαν διάφορες γέφυρες, συζήτησαν για την επίδρασή τους στις ανθρώπινες κοινωνίες, τα υλικά κατασκευής τους, τις βασικές σχεδιαστικές δομές που εφαρμόζονται ώστε να τους δίνεται η μέγιστη σταθερότητα, ενώ ξεχωριστή προσοχή δόθηκε στα παραδοσιακά πέτρινα γεφύρια. Η πρώτη πρόκληση για τις ομάδες ήταν η κατασκευή γεφυρών με χαρτόνια και με στόχο την κατασκευή της πιο ανθεκτικής γέφυρας με τη χρήση μικρότερης ποσότητας χαρτονιού. Στην επόμενη φάση, η πρόκληση άλλαξε και οι ομάδες κλήθηκαν να φτιάξουν γέφυρες, που θα μπορούσε να ανοίγει το κεντρικό τους μέρος. Οι ομάδες και πάλι κινήθηκαν με βάση διαφορετικές ιδέες σχεδιασμού. Ενδιαφέρον είχαν οι μηχανισμοί ανύψωσης που επέλεξαν και συμπεριελάμβαναν βαρούλκα, ηλεκτρικούς κινητήρες αλλά και υδραυλικά έμβολα φτιαγμένα από σύριγγες. Η τελευταία φάση των δραστηριοτήτων έγινε στο εργαστήριο πληροφορικής, όπου οι μαθητές χρησιμοποίησαν μηχανισμούς που ελέγχονταν από Arduino για να ανάβουν φανάρια ρύθμισης της κυκλοφορίας και να κινούν τις γέφυρές τους. Παρουσίαση των εργασιών των μαθητών υπάρχει στο δικτυακό τόπο των σχολείων <http://1dim-olympic.att.sch.gr/?p=751>.

4. Βιβλιογραφία

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2014α). Πρόγραμμα Σπουδών Νηπαγωγείου Επιστημονικό Πεδίο: Πρώτη Σχολική Ηλικία. Αθήνα: «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών».

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2014β). Πρόγραμμα Σπουδών Μελέτης Περιβάλλοντος Α΄ Δ΄ Δημοτικού. Επιστημονικό Πεδίο: Φυσικές Επιστήμες. Αθήνα: «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών».



- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., & Moller, S. (2018). Boosting the numbers of STEM majors? The role of high schools with a STEM program. *Science Education*, 102(1), σσ. 85-107.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*, 11(23), σσ. 8410-8415.
- Hunt, C. (2011). *National strategy for higher education to 2030*. Department of Education and Skills..
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Education: Innovationw and Research*, 15(1).
- Noonan, R. (2017). STEM Jobs: 2017 Update. *U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration*.
- Royal Academy of Engineering. (2016). The UK STEM Education Landscape. Ανάκτηση 10 14, 2018, από www.raeng.org.uk/stemlandscape.



Επιστήμονες εν δράσει»: εκπαίδευση μαθητών Δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από ένα καινοτόμο πρόγραμμα STEAM

Αντωνία Σούδη¹, Ειρήνη Φουλίδου², Περσεφόνη Ασλάνογλου¹

Εκπαιδευτήρια Ανδρεάδη¹

ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας²

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία (εργασία εφαρμογών) παρουσιάζεται ένα καινοτομικό πρόγραμμα για την εκπαίδευση μαθητών Δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ). Συγκεκριμένα, οι δραστηριότητες πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια καθοδηγούμενης και ανοιχτής διερεύνησης και της προσέγγισης STEAM. Απώτερος σκοπός ήταν η δημιουργία διαδραστικών εκθεμάτων που παρουσιάστηκαν σε κοινό από τους μαθητές στο STEAM Festival. Στη διάρκεια του προγράμματος, οι μαθητές ανέπτυξαν γνώσεις κι ενδιαφέρον για τις ΦΕ καθώς και δεξιότητες επιστημονικές, γλωσσικές, κοινωνικές.

Λέξεις-κλειδιά: Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Φυσικές Επιστήμες, Διερεύνηση, STEAM

Scientists in action: educating primary students in science through an innovative STEAM program

Antonia Soudi¹, Eirini Foulidou², Persefoni Aslanoglou¹

Andreadis Primary School¹

Department of Primary Education, University of Western Macedonia²

Abstract

This paper (an example of good practice) aims to present an innovative STEAM program for primary students. In particular, educational activities were implemented in an open as well as guided inquiry learning environment. The main goal was the creation of interactive exhibits that were presented by the primary students to the audience of STEAM Festival. During the program, they developed their knowledge and interest in science as well as their scientific, linguistic and social skills.

Keywords: Elementary education, Science, Inquiry, STEAM



1. Εισαγωγή

Στα πλαίσια αναμόρφωσης της εκπαίδευσης των ΦΕ, αναδεικνύεται η ανάγκη ανάπτυξης επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού των μαθητών, με ιδιαίτερη έμφαση στη διερευνητική μάθηση (Καριώτογλου κ.α. 2012). Παράλληλα, δίνεται έμφαση στη σύνδεση των ΦΕ με την Τεχνολογία, την Μηχανική, τα Μαθηματικά καθώς και την Τέχνη (National Research Council [NRC] 2012), μέσα από την εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM.

Στα πλαίσια της διερεύνησης, οι μαθητές εμπλέκονται σε «επιστημονικές πρακτικές» και καλλιεργούν επιστημονικές δεξιότητες (NRC 2012). Μια δραστηριότητα που ολοκληρώνει τη διερευνητική διαδικασία είναι η κοινοποίηση των συμπερασμάτων που αναδείχθηκαν (NRC 2012). Είναι σημαντικό οι μαθητές να έχουν την ευκαιρία να αναδείξουν σε κοινό τα ευρήματά τους. Η σύνδεση του σχολείου με την κοινωνία συμβάλλει στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντος για τις ΦΕ και του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού (Σπύρτου & Ζάχου 2014). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα πρόγραμμα εργαστηρίων ΦΕ που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της εκπαιδευτικής προσέγγισης STEAM.

2. Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Το πρόγραμμα «Επιστήμονες εν δράσει» υλοποιείται σε ιδιωτικό δημοτικό σχολείο της Κεντρικής Μακεδονίας. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την εφαρμογή του προγράμματος κατά το σχολικό έτος 2018-2019 με μαθητές από τις τάξεις Β', Γ', Δ' και Ε' Δημοτικού. Γενικότερα, στο εργαστηριακό αυτό πρόγραμμα, οι μαθητές επιδιώκεται να:

- προσεγγίσουν έννοιες και να διερευνήσουν φαινόμενα των ΦΕ
- εξοικειωθούν με τον τρόπο εργασίας των επιστημόνων αναπτύσσοντας επιστημονικές δεξιότητες
- εμπλακούν σε δραστηριότητες μοντελοποίησης
- παρουσιάσουν τα ευρήματά τους σε κοινό και αναπτύσσοντας γλωσσικές και κοινωνικές δεξιότητες

3. Εκπαιδευτικά υλικά, σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης της διδασκαλίας, δομή και περιγραφή δραστηριοτήτων

Οι θεματικές που προσεγγίζονται είναι ποικίλες, όπως ηλιακό σύστημα, ηλεκτρισμός, νανοτεχνολογία, κ.α. Οι δραστηριότητες πραγματοποιούνται στα πλαίσια καθοδηγούμενης και ανοιχτής διερεύνησης και της προσέγγισης STEAM. Ειδικότερα, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην πολύπλευρη προσέγγιση των θεματικών και τη σύνδεσή τους με στοιχεία:

- ✓ τεχνολογίας και μηχανικής, μέσα από τη χρήση ποικίλων υλικών και την επίλυση προβλημάτων,
- ✓ τέχνης, με δραστηριότητες φωτογράφισης και δημιουργία κόμικς
- ✓ μαθηματικών, με δραστηριότητες σύγκρισης, σειροθέτησης, μέτρησης.

Απώτερος σκοπός είναι η δημιουργία από τους μαθητές διαδραστικών εκθεμάτων και η συμμετοχή στο STEAM Festival, όπου οι ίδιοι τα παρουσιάζουν, σε ευρύ ακροατήριο από εκπαιδευτικούς, γονείς και πολίτες. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν α) εργαστηριακά όργανα, όπως



μικροσκόπια, β) υλικά καθημερινής χρήσης, όπως μπαταρίες, γ) υλικά κατασκευών, όπως πλαστελίνη, δ) ψηφιακή τεχνολογία, όπως τάμπλετ.

Η αποτίμηση του προγράμματος πραγματοποιήθηκε με βάση τρεις άξονες α) τη σύγκριση αρχικών-τελικών μοντέλων β) την προετοιμασία εκθεμάτων γ) τη συμμετοχή στο STEAM Festival. Συγκριτικά με τα αρχικά μοντέλα των μαθητών, τα τελικά μοντέλα απεικονίζουν περισσότερες και καλύτερα οργανωμένες πληροφορίες και στη θέση των αρχικών εικόνων υιοθετούνται πιο αφηρημένα σύμβολα. Επιπλέον, για την προετοιμασία των εκθεμάτων, οι μαθητές μπήκαν στη διαδικασία να κατασκευάσουν παιχνίδια, να διατυπώσουν ερωτήσεις και κανόνες, να δημιουργήσουν αφίσες και απτά μοντέλα. Με τον τρόπο αυτό, έθεσαν σε εφαρμογή τις γνώσεις και δεξιότητες που είχαν αναπτύξει και, σε συνδυασμό με τη δημιουργική τους σκέψη, τις ενσωμάτωσαν σε διαδραστικά εκθέματα. Τέλος, στη διάρκεια του STEAM Festival, οι μαθητές έδειξαν μεγάλο ενθουσιασμό και όρεξη και προσπάθησαν να παρουσιάσουν με ευχάριστο και κατανοητό τρόπο τις δημιουργίες τους. Έτσι, χρησιμοποίησαν στην πράξη γνώσεις και δεξιότητες, πήραν το ρόλο του «δασκάλου» για τους επισκέπτες και τους ενσωμάτωσαν με επιτυχία στις δραστηριότητες (Εικόνα 1).

Εικόνα 1: Οι «Επιστήμονες εν δράσει» στο STEAM Festival



Το πρόγραμμα «Επιστήμονες εν δράσει» αποτελεί μια καινοτομική παρέμβαση, που βοήθησε τους μαθητές να λειτουργήσουν όπως οι επιστήμονες σε καταστάσεις που έχουν πραγματικό νόημα για αυτούς. Το STEAM Festival οδήγησε στο «άνοιγμα» του σχολείου στην κοινωνία και τη δημιουργία αυθεντικών συνθηκών αλληλεπίδρασης με κοινό. Υπό αυτές τις συνθήκες, οι μαθητές καλλιέργησαν επιστημονικές δεξιότητες (υποβολή ερωτήσεων, χειρισμός υλικών και οργάνων, επικοινωνία), απέκτησαν γνώσεις προσεγγίζοντας διεπιστημονικά ποικίλες θεματικές κι ανέπτυξαν κίνητρα κι ενδιαφέρον για τις ΦΕ. Με άλλα λόγια, ανέπτυξαν τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό τους, στοιχείο απαραίτητο για τους πολίτες του 21^{ου} αιώνα (European Commission 2011).

4. Βιβλιογραφία

Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α., Πνευματικός, Δ., & Ζουπίδης, Α. (2012). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις διερεύνησης και επισκέψεων σε χώρους επιστήμης, τεχνολογίας στο Πρόγραμμα "Materials Science". *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5, 153-164.



Σπύρτου, Α., & Ζάχου, Π. (2014). Εκπαιδευτικό υλικό για τις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο: ανάπτυξη και παρουσίαση του υλικού σε Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Στο Χ. Σκουμπορδή, & Μ. Σκουμιός (Επιμ.), *Πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες* (σσ. 393-408). Ρόδος.

European Commission (2011). *Science Education in Europe: National Practices, Policies and Research*, Eurydice.

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.



Μαθαίνω για τα μόρια με τις αισθήσεις μου

Δημήτριος Ι. Σωτηρόπουλος, Βασιλική Σερέπα

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Σχολή Μωραΐτη

Περίληψη

Με την παρούσα διδακτική πρόταση γίνεται προσπάθεια προσέγγισης της έννοιας των μορίων από τους μαθητές μέσω των αισθήσεών τους. Μέσα από καινοτόμες δραστηριότητες που προκαλούν με ευχάριστο και δημιουργικό τρόπο το ενδιαφέρον των μαθητών επιχειρείται -και φαίνεται να επιτυγχάνεται- η συσχέτιση των μορίων με τις τέσσερις αισθήσεις του ανθρώπου και τις ιδιότητες των υλικών σωμάτων που σχετίζονται με αυτές. Συσχέτιση που στοχεύει αρχικά στη σύνδεση του μικρόκοσμου (μόρια) με τον μακρόκοσμο (υλικά καθημερινής χρήσης) και τελικά στην κατανόηση της ενιαιότητας του φυσικού μας κόσμου μέσα από αυτή τη σύνδεση.

Λέξεις-κλειδιά: Μόρια, Αισθήσεις, Ακοή, Όσφρηση, Αφή, Γεύση

Learning about molecules through my senses

Dimitrios J. Sotiropoulos, Vasiliki Serepa

Computer Science Department University of Thessaly, Moraitis School

Abstract

With this innovative teaching proposal, an attempt is made to approach the concept of molecules by pupils through their senses. Through innovative inquiry activities, the direct correlation of the concept of molecules with the four senses, is attempted in a pleasant and creative way, raising the interest of the students. This correlation can help the students not only to conceptually link the microcosm (molecules) with the macrocosm (food, everyday materials) but also eventually can lead them to the comprehension of the concept of our unified natural world.

Keywords: Molecules, Senses, Hearing, Smell, Touch, Taste.



1. Εισαγωγή

Η διδακτική πρόταση αφορά στους μαθητές της πέμπτης τάξης του Δημοτικού, ακολουθεί διδακτικά την προσέγγιση που ακολουθείται στο Δημοτικό σχολείο στο μάθημα Φυσικά-Ερευνώ και Ανακαλύπτω, και σχετίζεται με την έννοια των μορίων. Οι μαθητές ενεπλάκησαν σε καινοτόμες, ευχάριστες και βιωματικού τύπου διαδικασίες προκειμένου να προσεγγίσουν καλύτερα την έννοια των μορίων μέσα από τις τέσσερις αισθήσεις τους (όσφρηση, αφή, ακοή και γεύση). Η βιωματική προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε μιας και έχει αποδειχτεί από διάφορες έρευνες (Kolb & Kolb 2009) ότι συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων από τους μαθητές, ενώ ειδικότερα η χρήση βρώσιμων υλικών έχει χρησιμοποιηθεί ως μέσο διδασκαλίας της Επιστήμης (Dufurin et al. 2010) γιατί ειδικά σε αυτή την ηλικία φαίνεται να ενισχύει τη διεπιστημονική τους γνώση και αντίληψη (Hovland et al. 2013).

2. Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα και παρατηρήσεις από την εφαρμογή

Οι μαθητές/τριες αναμενόταν να μπορούν μετά το τέλος της παρέμβασης από τη μια να συνδέουν: την αίσθηση της όσφρησης με τα μόρια του υλικού που καθημερινά εισέρχονται στην οσφρητική βλεννογόνο, την αίσθηση της γεύσης στους γευστικούς κάλυκες της γλώσσας τους με τα μόρια του υλικού που κάθε φορά δοκιμάζουν, τα μόρια με την αίσθηση της αφής μέσω της ζέστης στο χέρι τους ή της ελαφριάς ενόχλησης, και τα μόρια στον αέρα, στο νερό και στα στερεά με την αίσθηση της ακοής και από την άλλη να γνωρίσουν: τις βασικές γεύσεις γλυκό, ξινό, αλμυρό, πικρό, και μιας ακόμη της νοστιμιάς (την ουμάμι-savory) καθώς και ότι υπάρχουν και άλλες αισθήσεις πλην των γνωστών πέντε (π.χ. η ισορροπία). Η συγκεκριμένη πρόταση κατά την πρώτη εφαρμογή της φάνηκε πράγματι να βοηθά τους μαθητές να συνδέσουν τα μόρια με τις αισθήσεις τους και τις ιδιότητες των υλικών καθημερινής χρήσης. Αυτό ήταν κάτι που διαπιστώθηκε με σχετική ευκολία μιας και στις πρώτες εισαγωγικές/διερευνητικές ερωτήσεις από τη δασκάλα οι μαθητές/τριες εν γένει, δεν έκαναν τις συνδέσεις που θα αποδείκνυε κάτι τέτοιο, αλλά μετά τις δραστηριότητες (της τετράωρης παρέμβασης) (όπως διαπιστώσαμε και από τα exit tickets) και κατά τη τελευταία ώρα με τις δραστηριότητες γενίκευσης και εμπέδωσης όπου έγινε συζήτηση για όλα τα πειράματα και με χρήση των δικών τους συμπληρωμένων φύλλων εργασίας, φάνηκε να κάνουν τις απαραίτητες συνδέσεις. Αυτές οι συνδέσεις είναι στοιχεία που μπορούν να οδηγήσουν σταδιακά στη καλύτερη αντίληψη των μαθητών/τριών για τη δομή της ύλης και της σύνδεσή της με το μακρόκοσμο και τον μέγακοσμο ως κάτι το ενιαίο. Σημαντικό σημείο η συζήτηση για το κενό ανάμεσα στα άτομα και μόρια (σημείο δύσκολο στην κατανόηση). Επιπλέον οι μαθητές/τριες βρήκαν το μάθημα διασκεδαστικό και ενδιαφέρον (και η δασκάλα το ίδιο), μπερδεύαν το άρωμα από το μανταρίνι και νόμιζαν ότι ήταν πορτοκάλι, εντυπωσιάστηκαν με τη διάδοση του ήχου στο θρανίο και ότι το ακούν δυνατότερα τον ήχο μέσα από το θρανίο, τους έκανε εντύπωση το βίντεο για τον ήχο από τον διαστημικό σταθμό και ελάχιστοι ήξεραν το ουμάμι (γεύση που χαρακτηρίζει τη σάλτσα σόγιας). Τέλος σε πιλοτική βάση (σε μικρό αριθμό μαθητών/τριών) δοκιμάστηκε εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας (VR) με αναπαράσταση των μορίων του αλατιού και ταυτόχρονα και προς ενίσχυση της βιωματικότητας τους δώσαμε να γευτούν λίγο αλάτι. Παράλληλα και με χρήση των γυαλιών για να συνειδητοποιήσουν την αίσθηση της ισορροπίας (μιας από τις αισθήσεις μας, πέρα των βασικών), τους ζητήσαμε να κουνήσουν το κεφάλι τους ενώ φορούσαν τα γυαλιά (VR) (με πόδια σε έκταση και όχι) και να προβληματιστούν πάνω σε αυτό που αισθάνονταν.



Πίνακας 1: Σχέδιο Μαθήματος Διδακτικής Παρέμβασης για τις αισθήσεις: Όσφρηση και Γεύση

Φάσεις	Διδακτικές ενέργειες δασκάλου - Μαθησιακές ενέργειες μαθητή	Χρόνος
Έναυσμα	Ζητούμε από τους μαθητές να κλείσουν μάτια και αυτιά, ξεφλουδίζουμε ένα μανταρίνι και πετάμε φλούδες του στο αέρα - Οσφραίνονται, δημιουργούνται συναισθήματα και σκέψεις. Ζητούμε από τους μαθητές να γευτούν το ξεφλουδισμένο μανταρίνι. Γεύονται, δημιουργούνται συναισθήματα και σκέψεις	2λ/α
Υποθέσεις	Γίνονται ερωτήσεις σχετικά με το τι να είναι αυτό που μύρισαν/γεύτηκαν, σύνδεση με καθημερινές καταστάσεις. Αναρωτιούνται, συζητούν, υποθέτουν, απαντούν	2-4λ/α
Πειραματισμός	Μυρίζουν μανταρίνια καθώς τα ξεφλουδίζουν και χαρτάκια με αρώματα (κλειστή /ανοικτή μύτη, σε απόσταση). Συζήτηση σε διμελείς ομάδες, απαντούν, γράφουν σε φύλλο εργασίας. Γεύονται αλατόνερο, χυμό λεμόνι, πικρά σοκολατάκια. Συζήτηση σε διμελείς ομάδες, απαντούν, γράφουν σε φύλλα εργασίας	4-6λ/α
Συμπεράσματα	Συζήτηση σχετικά με τις δραστηριότητες, καταγραφή σε φύλλο εργασίας	3-5λ/α
Γενικεύσεις	Παρακολούθηση βίντεο TED-Ed για τη για τη μυρωδιά και τη γεύση και τη λειτουργία του εγκεφάλου	5λ
Exit ticket	Δίνουμε οδηγίες συμπλήρωσης. Συμπλήρωση από τους/τις μαθητές/τριες	3-5λ

3. Εκπαιδευτικά υλικά, σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης της διδασκαλίας, δομή και περιγραφή δραστηριοτήτων

Τα μέσα και τα υλικά της μαθησιακής διαδικασίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: υπολογιστής, βίντεο-προβολέας, VR γυαλιά και κινητό τηλέφωνο, βίντεο και υλικό από το διαδίκτυο, εφαρμογές οπτικοποίησης φαινομένων και απλά υλικά όπως ποτηράκια, μπουκάλια νερού, διάφορα τρόφιμα, κ.α. Απαραίτητο είναι να έχει προηγηθεί εισαγωγή στη βασική δομή της ύλης, ώστε οι μαθητές να έχουν άποψη για τη βασική δομή των υλικών σωμάτων ενώ πρέπει να είναι σε γνώση μας τυχόν αλλεργίες των μαθητών για να αποφύγουμε κάποια υλικά. Η παρέμβαση κράτησε τέσσερις διδακτικές ώρες και οι μαθητές δούλεψαν σε ομάδες συμπληρώνοντας φύλλα εργασίας και παρακολουθώντας σχετικά βίντεο. Στον πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά τα σχέδια μαθήματος που στηρίζονται σε συγκεκριμένη δομή (Μαυρόπουλος 2013) για τις ενότητες της όσφρησης και της γεύσης. Με την ολοκλήρωση των συμπερασμάτων για την όσφρηση ξαναρχίζουμε με το έναυσμα για την γεύση και ολοκληρώνουμε με τις γενικεύσεις και τη συμπλήρωση του Exit Ticket για τις δύο αισθήσεις. Η ίδια εκπαιδευτική προσέγγιση (Αποστολάκης κ.α. 2006), με ανάλογη δομή, με βιωματικού τύπου δραστηριότητες και ασκήσεις και απλά υλικά (τύμπανα, γόμες, κ.α.) ακολουθήθηκε και για τις άλλες δυο αισθήσεις (ακοή, αφή) με βάση αντίστοιχα σχέδια μαθήματος τα οποία δημιουργήθηκαν γι' αυτό το σκοπό. Στο τέλος των τριών διδακτικών ωρών πραγματοποιήθηκε μια διδακτική ώρα με δραστηριότητες γενίκευσης και εμπέδωσης με συζήτηση για όλα τα πειράματα και τις δραστηριότητες που προηγήθηκαν με χρήση των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας και παρακολούθηση βίντεο αναπαράστασης μορίων και αναφορά στις παραδοχές και στις συμβάσεις των αναπαράστασεων.



4. Βιβλιογραφία

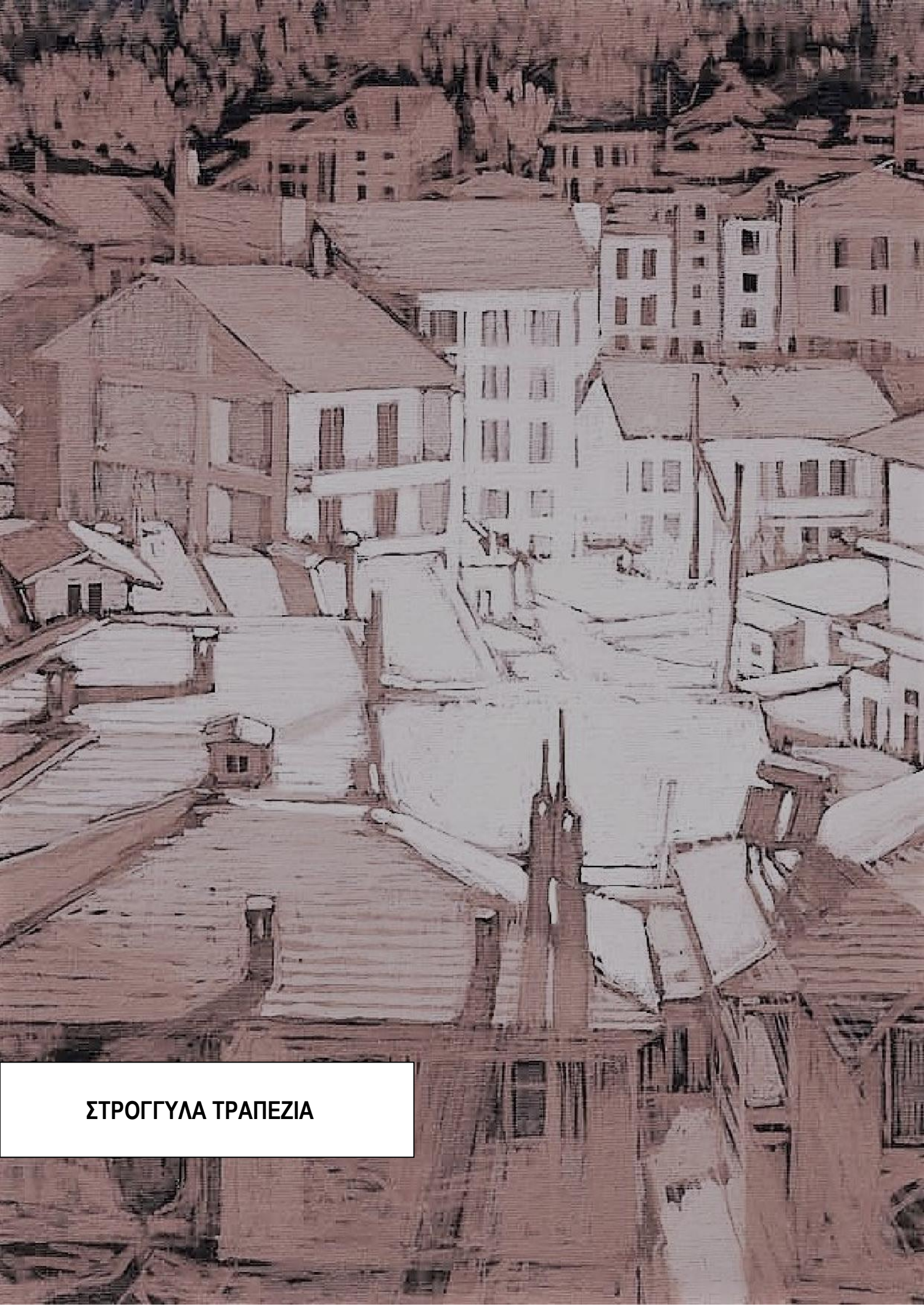
Αποστολάκης, Ε., et.al. (2006). ΦΥΣΙΚΑ - Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού - Βιβλίο Δασκάλου. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Αθήνα: ΟΕΒΔ.

Μαυρόπουλος Α.(2013). Σχέδιο Μαθήματος, Σχεδιασμός–Διεξαγωγή & Αξιολόγηση μιας διδασκαλίας. Αυτοέκδοση. Αθήνα.

Duffrin MW, Hovland J, Carraway-Stage V, McLeod S, Duffrin C. (2010). Using food as a tool to teach science to 3rd grade students in Appalachian Ohio. *Journal of Food Science Education*,9, 41–46

Hovland J, Carraway-Stage V, Cela A, Collins C, Diaz S, Duffrin MW. (2013). Food-based science curriculum increases 4th graders multidisciplinary science knowledge. *Journal of Food Science Education*,12, 81–86.

Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2009). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. *The SAGE handbook of management learning, education and development*, 42-68.



ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ ΤΡΑΠΕΖΙΑ



Μεταπτυχιακές σπουδές στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Οργανωτής: Γιώργος Παπαγεωργίου

ΠΤΔΕ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

**Συμμετέχοντες: Κώστας Κώτσης¹, Αναστάσιος Μικρόπουλος¹, Μιχαήλ Σκουμιός²,
Δημήτρης Σταμοβλάσης³, Δημήτρης Σταύρου⁴, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης⁵**

*ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων¹, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου², Τμήμα Φιλοσοφίας και
Παιδαγωγικής, ΑΠΘ³, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης⁴, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ⁵*

Περίληψη

Στο στρογγυλό τραπέζι αναπτύχθηκαν σκέψεις και προβληματισμοί που αφορούν στα μεταπτυχιακά προγράμματα σπουδών (ΠΜΣ) της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα, σε σχέση με:

- το περιεχόμενό τους, που μπορεί να δίνει έμφαση είτε στις ίδιες τις φυσικές επιστήμες, είτε σε μαθήματα διδακτικής, παιδαγωγικής, νέων τεχνολογιών κλπ
- την ελκυστικότητά τους, τα κίνητρα των υποψήφιων μεταπτυχιακών φοιτητών και τις προσδοκίες τους
- την οργάνωσή τους, π.χ. αν οργανώνονται ως ανεξάρτητες δομές ΠΜΣ διδακτικής φυσικών επιστημών ή εντάσσονται ως κατευθύνσεις σε γενικότερα πλαίσια ΠΜΣ, αν γίνονται Διατμηματικά ή Διαπανεπιστημιακά, η συνολική απασχόληση των μεταπτυχιακών φοιτητών με εξ αποστάσεως διεξαγωγή μαθημάτων, κλπ.

Λέξεις-κλειδιά: Μεταπτυχιακές σπουδές, εκπαίδευση, προσδοκίες φοιτητών

Postgraduate studies in Science Education

Organized by: George Papageorgiou

Department of Primary Education, Democritus University of Thrace

**Participants: Konstantinos Kotsis¹, Anastasios Mikropoulos¹, Michael Skoumios², Dimitrios
Stamovlasis³, Dimitrios Stavrou⁴, Evripidis Chatzikraniotis⁵**

*Department of Primary Education, University of Ioannina¹, Department of Primary Education, University of
the Aegean², School of Philosophy and Education, Aristotle University of Thessaloniki³, Department of
Primary Education, University of Crete⁴, School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki⁵*



Abstract

In this roundtable, a number of questions relevant to postgraduate programs in science education are seeking for answers. These are related to:

- the content of such programs, which can emphasize either the physical sciences themselves or issues concerning education, pedagogy, new technologies, etc
- their attractiveness and value for postgraduate students
- their management, e.g., whether it is organized as an independent program or it is a direction of a more general structure administrated by an Educational or a Physical Sciences Department, whether it is organized by one or more Departments, Schools or Universities, whether e-learning technologies are also used, etc.

Keywords: Postgraduate studies, education, students' expectations

Αποτελεί πλέον κοινό τόπο το γεγονός ότι οι προπτυχιακές σπουδές δεν μπορούν να καλύψουν όλο το εύρος των απαιτήσεων που υπάρχουν σε σχέση με τις εκπαιδευτικές, ερευνητικές, κοινωνικές, πολιτιστικές και αναπτυξιακές ανάγκες της χώρας. Τις απαιτήσεις αυτές έρχονται να καλύψουν οι μεταπτυχιακές σπουδές (ΠΜΣ) που προσφέρονται από ένα σύνολο Σχολών της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης ανά την χώρα. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένας προβληματισμός σε σχέση με τις προσδοκίες των συμμετεχόντων (διδασκόντων και διδασκόμενων) από τη λειτουργία των αντίστοιχων μεταπτυχιακών προγραμμάτων. Ενώ δηλαδή από τη μία, είναι εύλογο τα προγράμματα αυτά να προσβλέπουν στην προαγωγή της γνώσης, στην ανάπτυξη της έρευνας και στην κατάρτιση επιστημόνων υψηλού επιπέδου που θα εμπλουτίσουν συγκεκριμένους επιστημονικούς χώρους, από την άλλη, είναι επίσης πολύ λογικό να επηρεάζονται τόσο από τις απαιτήσεις της αγοράς εργασίας όσο και από τις προσωπικές φιλοδοξίες του καθενός για την προσωπική και επαγγελματική του εξέλιξη.

Ο χώρος της διδακτικής των φυσικών επιστημών δεν αποτελεί εξαίρεση σε σχέση με τα παραπάνω. Ωστόσο, οι ιδιαιτερότητες του χώρου, που ξεκινούν κυρίως από το γεγονός ότι έχει αλληλεπιδράσεις και επιρροές από πολλούς άλλους επιστημονικούς χώρους, θέτουν θέματα προσανατολισμού και περιεχομένου των μεταπτυχιακών προγραμμάτων της διδακτικής των φυσικών επιστημών αλλά και ανταγωνιστικότητάς τους σε σχέση με τους συναφείς/όμορους επιστημονικούς της χώρους.

Στο στρογγυλό τραπέζι αναπτύχθηκαν σκέψεις και προβληματισμοί σε σχέση με τα παραπάνω. Μερικές από τις σημαντικότερες διαπιστώσεις κινούνται στους άξονες της δομής και οργάνωσης των ΠΜΣ, του περιεχομένου των μαθημάτων με έμφαση σε θέματα ερευνητικής μεθοδολογίας, της αξιοποίησης της ψηφιακής τεχνολογίας, καθώς και των κινήτρων για τους φοιτητές. Η συζήτηση στους άξονες αυτούς παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω:

Οι μεταπτυχιακές σπουδές στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω ΠΜΣ που εστιάζονται αποκλειστικά στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, στο πεδίο της Διδακτικής των Θετικών Επιστημών ή στο ευρύτερο πεδίο των Επιστημών της Αγωγής. Σε κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες ΠΜΣ υπάρχουν διάφορα μοντέλα οργάνωσής τους. Ειδικότερα, τα μοντέλα οργάνωσης ΠΜΣ στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν δίνουν έμφαση στη γνώση περιεχομένου ή στην παιδαγωγική γνώση περιεχομένου. Αναφορικά με τα μοντέλα οργάνωσης ΠΜΣ στη Διδακτική των Θετικών Επιστημών, αυτά διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν δίνουν έμφαση σε θέματα



Διδακτικής των Μαθηματικών ή Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Επιπρόσθετα, τα μοντέλα οργάνωσης ΠΜΣ στη Διδακτική των Θετικών Επιστημών μπορούν να διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν δίνουν έμφαση σε μονοεπιστημονικές ή διεπιστημονικές προσεγγίσεις στην επεξεργασία των θεμάτων που διαπραγματεύονται.

Μία άποψη που συζητήθηκε πολύ είναι ότι ο κατακερματισμός της γνώσης σε γνωστικά πεδία ειδικοτήτων, φαίνεται να αποτελεί εμπόδιο στη διερεύνηση και αντιμετώπιση προβλημάτων και κατά συνέπεια απαιτείται να διαμορφωθούν οι κατάλληλες προϋποθέσεις διεπιστημονικής έρευνας και συνεργασιών για τη σφαιρική διερεύνηση και αντιμετώπιση των προβλημάτων. Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και η τάση που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια για διαμόρφωση διεπιστημονικών ΠΜΣ. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίχθηκε ότι είναι αναγκαία η διαμόρφωση διεπιστημονικών ΠΜΣ αφού: (α) ο κατακερματισμός των γνωστικών αντικειμένων συνεισφέρει σε μια «μη πραγματική» εικόνα για τις επιστήμες και ίσως αποτελεί εμπόδιο για τη σκέψη, (β) πολλά θέματα της Διδακτικής απαιτούν διεπιστημονική προσέγγιση, (γ) τα διεπιστημονικά μαθήματα φαίνεται να είναι πιο ελκυστικά στους φοιτητές και (δ) η αγορά εργασίας σήμερα χρειάζεται άτομα με αναπτυγμένες διεπιστημονικές ικανότητες.

Ωστόσο, στο σημείο αυτό τέθηκε και το θέμα της ιδιαιτερότητας των ΠΜΣ της διδακτικής των φυσικών επιστημών που είναι η ανομοιογένεια στο επιστημονικό υπόβαθρο των μεταπτυχιακών φοιτητών τους. Οι φοιτητές στα εν λόγω ΠΜΣ προέρχονται κυρίως από τις Ανθρωπιστικές και Κοινωνικές Επιστήμες, τις Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, την Πληροφορική και το Πολυτεχνείο. Αυτή η ιδιαιτερότητα πολλές φορές αναπροσαρμόζει τους στόχους, την οργάνωση και την υλοποίηση του μεταπτυχιακού προγράμματος όπου συνυπάρχουν φοιτητές με διαφορετικές αφετηρίες. Μια πρόταση που έγινε για το θέμα αυτό, αφορά στην έγκαιρη προετοιμασία των μεταπτυχιακών φοιτητών σε θέματα γνωστικών αντικειμένων και παιδαγωγικών προσεγγίσεων, που θα μπορούσε να γίνει παράλληλα με το κυρίως πρόγραμμα σπουδών του ΠΜΣ. Μάλιστα, για να αποφευχθούν πιθανές διαταράξεις στο κυρίως πρόγραμμα σπουδών, η προετοιμασία αυτή θα μπορούσε να γίνει με τη διεξαγωγή σεμιναρίων και την αξιοποίηση διδακτικών τεχνικών όπως η ανεστραμμένη ή η διαφοροποιημένη διδασκαλία. Το περιεχόμενο μιας τέτοιας προετοιμασίας θα μπορούσε να αφορά σε βασικές έννοιες των φυσικών επιστημών, ψηφιακές τεχνολογίες, θεωρίες μάθησης για την εκπαίδευση, μεθοδολογία έρευνας, διδακτική φυσικών επιστημών, εκπαιδευτική τεχνολογία, καθώς και αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες.

Στη βάση των παραπάνω συζητήθηκε και η οργάνωση των ΠΜΣ σε σχέση και με τη «συνεργατική διδασκαλία», δηλαδή τη διδασκαλία ενός μαθήματος από δύο ή περισσότερους διδάσκοντες. Αν και διαπιστώθηκε ότι σε πολλά ΠΜΣ που ήδη λειτουργούν, η συνεργατικότητα αυτή υπάρχει σε ικανοποιητικό βαθμό, τονίστηκε η χρησιμότητα της περεταίρω ανάπτυξής της με περισσότερα στοιχεία διεπιστημονικότητας. Η πολύπλευρη προσέγγιση ενός μεταπτυχιακού μαθήματος από διδάσκοντες διαφορετικών επιστημών, διασφαλίζει καλύτερα τη διεύρυνση της επιστημονικής σκέψης των συμμετεχόντων μεταπτυχιακών φοιτητών, ενώ παράλληλα, κάτι τέτοιο θα βοηθούσε και στην καλύτερη και σαφέστερη διαφοροποίηση του περιεχομένου των μαθημάτων των ΠΜΣ από τα αντίστοιχα προπτυχιακά μαθήματα, που ενδεχομένως σε κάποιες περιπτώσεις ΠΜΣ να μην ισχύει. Σε σχέση μάλιστα με το τελευταίο, τονίστηκε ότι το περιεχόμενο αυτό, το οποίο βέβαια διαμορφώνεται ανάλογα με τη στοχοθεσία του κάθε ΠΜΣ, οφείλει να είναι πραγματικά μεταπτυχιακό, δηλαδή να προσφέρει εξειδίκευση. Έτσι, οι διδάσκοντες θα πρέπει να στοχεύουν στην ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων, την εξειδίκευση γνώσεων, και την επιστημονική εξέλιξη επιλεγμένων θεμάτων προπτυχιακού επιπέδου. Σε αυτό μπορεί να διευκολύνει η αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας, η οποία οφείλει να προσδίδει παιδαγωγική αξία σε θέματα εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, υποστηρίζοντας κατά περίπτωση θέματα έρευνας στη διδακτική. Η βέλτιστη αξιοποίηση της τεχνολογίας μπορεί να γίνει όταν διδάσκοντες και φοιτητές γνωρίζουν τις παροχές (affordances) της εκάστοτε διαθέσιμης τεχνολογίας και ιδιαίτερα τις παροχές της στην



εκπαίδευση. Η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να επεκτείνει την έρευνα στον τομέα της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες με τη διερεύνηση θεμάτων αλληλεπίδρασης τεχνολογίας – εκπαιδευτικού – μαθητή, ζητημάτων μαθητών με αναπηρία, αλλά και προσεγγίσεις STEM.

Πέρα όμως από αυτά, ένα από τα σημεία που συζητήθηκε πολύ, ήταν και ο σχεδιασμός των ΠΜΣ διδακτικής φυσικών επιστημών με τέτοιο τρόπο, που να διασφαλίζεται η ανάπτυξη μιας ερευνητικής νοοτροπίας στους μεταπτυχιακούς φοιτητές. Απώτερος σκοπός αυτής, είναι η απόκτηση προϋποθέσεων που θα τους επιτρέψει μια καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών που οδηγούν στη διατύπωση όλων αυτών των ερευνητικών αποτελεσμάτων που διαμορφώνουν τη σύγχρονη εικόνα ενός επιστημονικού πεδίου, η αυτόνομη περαιτέρω ερευνητική τους ενασχόληση ή και η ακαδημαϊκή τους εξέλιξη (π.χ. σε διδακτορικό επίπεδο) αν το επιθυμούν.

Ως μια θεμελιώδης παράμετρος που θα βοηθούσε στην ανάπτυξη της ερευνητικής νοοτροπίας, διαπιστώθηκε ότι είναι η ένταξη στο περιεχόμενο των ΠΜΣ διδακτικής φυσικών επιστημών μιας συστηματικότερης διδασκαλίας θεμάτων Μεθοδολογίας της Έρευνας (ΜΕ). Τα περισσότερα ΠΜΣ περιλαμβάνουν την εκπόνηση διπλωματικής εργασίας, η οποία με την σειρά της απαιτεί από τους φοιτητές τόσο γνώσεις όσο και δεξιότητες κάποιου επιπέδου για την διεκπεραίωση μιας εμπειρικής έρευνας που αφορά το πεδίο. Ένα ερώτημα που συζητήθηκε στο σημείο αυτό, εστιάστηκε στο επίπεδο γνώσεων των μεταπτυχιακών φοιτητών και στο κατά πόσον ένα ΠΜΣ είναι σε θέση να καλύψει πιθανές ελλείψεις τους. Από τη συζήτηση προέκυψε ότι τα περισσότερα ΠΜΣ παρέχουν συνήθως μόνο ένα εξαμηνιαίο μάθημα ΜΕ, το οποίο για να καλύψει την πλειονότητα των φοιτητών, περιορίζεται στην ύλη ενός εισαγωγικού μαθήματος. Από την άλλη, η ΜΕ ως γνωστικό αντικείμενο εμφανίζει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια και οι προχωρημένες μέθοδοι συλλογής και ανάλυσης δεδομένων μαζί με τη χρήση της τεχνολογίας απαιτούν ιδιαίτερη εκπαίδευση και επιμόρφωση των ερευνητών. Ένα ακόμη ερώτημα που τέθηκε ήταν το ποιές είναι οι απαιτήσεις των ΠΜΣ όσον αφορά το επίπεδο των ερευνητικών εργασιών, δηλαδή, αν αποτελούν απλά ασκήσεις ή θα μπορούσαν να είναι πρωτότυπες εργασίες που στοχεύουν στην μετέπειτα δημοσίευσή τους σε έγκριτα περιοδικά. Το τελευταίο, θα πρέπει να είναι αναμφισβήτητο ο στόχος των διδακτορικών που θεωρούνται μια εξέλιξη των μεταπτυχιακών σπουδών. Με δεδομένα αυτά, μια συστηματικότερη διδασκαλία Μεθοδολογίας της Έρευνας στα ΠΜΣ διδακτικής φυσικών επιστημών ως μια σειρά μαθημάτων ή και σεμιναρίων, πέραν μιας βασικής εισαγωγής, θα μπορούσε να συμβάλει αποτελεσματικότερα στην ανάπτυξη της ερευνητικής νοοτροπίας. Αυτό εξάλλου θα εναρμόνιζε το περιεχόμενο των ΠΜΣ με τη διεθνή πραγματικότητα, όπου οι υποψήφιοι για MSc ή/και για PhD υποχρεούνται στην παρακολούθηση μαθημάτων, όπου η Μεθοδολογία της Έρευνας κατέχει κεντρική θέση.

Στο σημείο αυτό τέθηκε και ένα άλλο θέμα που άπτεται της ερευνητικής μεθοδολογίας και σχετίζεται με την εξοικείωση των φοιτητών με την τρέχουσα βιβλιογραφία. Ως προς αυτό, αναφέρθηκε ότι στα πλαίσια διαφόρων μαθημάτων των ΠΜΣ, ζητείται από τους φοιτητές να συγγράψουν ερευνητικές εργασίες (research papers). Σε κάποια ΠΜΣ οι εργασίες αυτές αποτελούν μικρής έκτασης βιβλιογραφική επισκόπηση, που εξοικειώνει τους φοιτητές με τον τρόπο αναζήτησης της βιβλιογραφίας, ώστε να αποκτήσουν δεξιότητες σύνθεσης μιας εργασίας επισκόπησης (review paper). Σε κάποια άλλα ΠΜΣ γίνεται ανάλυση των τύπων και των χαρακτηριστικών μιας ερευνητικής εργασίας και στη συνέχεια ζητούν από τους φοιτητές να αναπτύξουν τις εργασίες τους με τη μορφή research paper.

Σε σχέση με τα κίνητρα για τη συμμετοχή σε ΠΜΣ διδακτικής φυσικών επιστημών, και πέρα από την ελκυστικότητα των διαθεματικών προσεγγίσεων, συζητήθηκαν θέματα που αφορούν στην ευκολότερη πρόσβαση των μεταπτυχιακών φοιτητών στη διεξαγωγή των μαθημάτων, όπως για παράδειγμα, η πραγματοποίηση μέρους των διδασκαλιών με εξ αποστάσεως εκπαίδευση, αφού πλέον λειτουργούν με επιτυχία αρκετές πλατφόρμες που μπορούν να υποστηρίξουν κάτι τέτοιο. Η αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας στο πεδίο της διδακτικής των φυσικών επιστημών και οι



πρακτικές ευκολίες που παρέχει, μπορούν πλέον να στηρίξουν τη διεξαγωγή τέτοιων μαθημάτων από απόσταση με ελκυστικό τρόπο, προσφέροντας μεταξύ άλλων, ρεαλιστικά εικονικά εργαστήρια και συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα. Ακόμη, η δυνατότητα διεξαγωγής πρακτικής άσκησης και η άμεση εφαρμογή στη διδακτική πράξη των όσων διδάσκονται σ' ένα ΠΜΣ, διαπιστώθηκε ότι αποτελεί σημαντικό κίνητρο, ιδιαίτερα για τους μεταπτυχιακούς φοιτητές που είναι ήδη 'μάχιμοι' εκπαιδευτικοί και μπορούν να εκτιμήσουν καλύτερα την εκπαιδευτική αξία ενός τέτοιου εγχειρήματος. Τέλος, ανάμεσα στα κίνητρα που συζητήθηκαν, ήταν και τα νέα δεδομένα που διαμορφώνονται από τη δυνατότητα χρηματοδότησης μεταπτυχιακών ή διδακτορικών σπουδών μέσω υποτροφιών ιδιωτικών ή δημόσιων φορέων, όπως οι υποτροφίες που δύνονται τα τελευταία χρόνια σε υποψήφιους διδάκτορες από τον ΕΛΙΔΕΚ. Η διαμόρφωση ενός δικτύου διασποράς της πληροφορίας αυτής σε πραγματικό χρόνο από τις διοικήσεις των ΠΜΣ διδακτικής φυσικών επιστημών θα μπορούσε να συμβάλει σημαντικά στην προσέλευση υποψηφίων.



Οι Φυσικές και Βιολογικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: σημερινή κατάσταση και προοπτικές

Οργανωτής: Κωνσταντίνος Ραβάνης

ΤΕΕΑΠΗ, Πανεπιστήμιο Πατρών

**Συμμετέχοντες: Μιχάλης Καλογιαννάκης¹, Πέτρος Καριώτογλου², Πόπη Παπαδοπούλου²,
Κατερίνα Πλακίτση³**

*ΠΤΠΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης¹, ΠΤΝ, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας², ΠΤΝ, Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων³*

Περίληψη

Τα τελευταία 30 χρόνια ρεύματα από γνωστικές περιοχές όπως, για παράδειγμα, η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, η Ψυχολογία που είναι στραμμένη στη μάθηση και η Προσχολική Παιδαγωγική, δημιούργησαν μια παράδοση στο πλαίσιο της οποίας διεπιστημονικές προσεγγίσεις μελετούν ζητήματα μύησης των παιδιών ηλικιών 4-7 ετών στον κόσμο των Φυσικών και βιολογικών Επιστημών, ανάπτυξη δραστηριοτήτων για μικρά παιδιά, δημιουργία ειδικών προγραμμάτων, επιμόρφωση εκπαιδευτικών κλπ. Στο στρογγυλό τραπέζι θίγονται οι σύγχρονες όψεις και οι προοπτικές θεματικών περιοχών όπως οι βιολογικές και φυσικές διαστάσεις της γνωστικής αυτής περιοχής, οι κοινωνικο-πολιτισμικές όψεις, η προοπτική της ψηφιακής μάθησης, οι άτυπες και τυπικές μορφές εκπαίδευσης, η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών.

Λέξεις-κλειδιά: Φυσικές και Βιολογικές Επιστήμες, Προσχολική Εκπαίδευση.

Physical and Biological Sciences in Early Childhood Education: current aspects and perspectives

Organized by: Konstantinos Ravanis

Educational Sciences and Early Childhood Education, University of Patras

**Participants: Michail Kalogiannakis¹, Petros Kariotoglou², Penelope Papadopoulou²,
Katerina Plakitsi³**

*Preschool Education, University of Crete¹, Early Childhood Education, University of Western
Macedonia (UOWM)², Early Childhood Education, University of Ioannina³*



Abstract

For the past 30 years, cognitive movements such as Science Education, Learning Psychology and Early Childhood Pedagogy have created a rich literary tradition, in which a multidisciplinary approach addresses the issue of the importance of the timing of initiation of children aged 4-7 in the world of Physical and Biological Sciences, the development of activities for young children, the creation of special programs, the training of teachers, etc. This round table highlights the current aspects and perspectives in thematic areas such as biological and physical dimensions of knowledge, socio-cultural issues, the perspective of digital learning, informal and formal education and teachers' training.

Keywords: Physical and Biological Sciences, Early Childhood Education.

Τις τελευταίες δεκαετίες μια σειρά από σημαντικές εξελίξεις στις πολιτισμικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες και η ανάπτυξη ενός ευρύτατου φάσματος επιστημών αναπροσανατόλισε διεθνώς τους εκπαιδευτικούς θεσμούς, οδήγησε στην αμφισβήτηση βεβαιιοτήτων, επανατοποθέτησε το περιεχόμενο μάθησης και τις παιδαγωγικές και διδακτικές πρακτικές σε κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα.

Σε αυτό το πλαίσιο και η ρόλος και η φύση της προσχολικής αγωγής και εκπαίδευσης σταδιακά φωτίστηκε από πολύ διαφορετικές πλευρές. Τα νέα ρεύματα στα ζητήματα μάθησης αλλά και προσέγγισης του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος, μετατόπισαν τα αναλυτικά προγράμματα, τις παιδαγωγικές ιδέες και τους διδακτικούς στόχους, αποτύπωσαν την ανάγκη αντιμετώπισης των μικρών παιδιών στην κλίμακα της δυναμικής τους εξέλιξης και διεύρυναν τον ορίζοντα των κύκλων εμπειριών τους. Έτσι μέσα σε μια ευρεία σύλληψη του τι είναι αναγκαίο, δυνατό και επιθυμητό στο Νηπιαγωγείο αναδύθηκε και η σημασία της μύησης των μικρών παιδιών στις Βιολογικές και Φυσικές Επιστήμες. Η ιδιαιτερότητα της ηλικίας των παιδιών, η βαριά επιρροή μιας παραδοσιακής παιδαγωγικής αντίληψης που αρνείται τη σκοπιμότητα μιας συστηματικής πολυδιάστατης καλλιέργειας στο όνομα μιας ολόπλευρης αλλά, δυστυχώς, συχνά αόριστης ανάπτυξης των μικρών παιδιών και οι σημαντικές αλλαγές στην αρχική εκπαίδευση των εκπαιδευτικών της προσχολικής ηλικίας, σηματοδότησαν την προσπάθεια να ενσωματωθεί στο πλαίσιο της δουλειάς στο Νηπιαγωγείο με οργανικό τρόπο και η ειδική διάσταση των Βιολογικών και Φυσικών Επιστημών.

Στην παρέμβαση του Πέτρου Καριώτογλου παρουσιάστηκε ένα εξελικτικό πλαίσιο στο οποίο αποτυπώθηκαν σημαντικά ρεύματα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών τα οποία έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξή της ως αυτόνομου επιστημονικού πεδίου. Για τα ρεύματα αυτά αναζητήθηκαν επιρροές τόσο στην έρευνα όσο και στην εκπαιδευτική πράξη στο επίπεδο της προσχολικής αγωγής και εκπαίδευσης και αναδείχθηκαν περιοχές αυξημένου ενδιαφέροντος, περιορισμένων αλληλεπιδράσεων και μηδενικής συσχέτισης. Το φάσμα αυτό των κλιμακούμενων «διασταυρώσεων» έγινε αντικείμενο ανάλυσης με στόχο μια δυναμική αποτύπωση των σημερινών τάσεων και των μελλοντικών προοπτικών καθώς και τόσο στη Διδακτική όσο και στην Προσχολική Παιδαγωγική καταγράφεται μια ισχυρή τάση εξοικείωσης των μικρών παιδιών με τις Βιολογικές και Φυσικές Επιστήμες.

Ο Μιχάλης Καλογιαννάκης, σε μια προσπάθεια ανίχνευσης των σύγχρονων προσανατολισμών μάθησης και στην προσχολική εκπαίδευση, προσέγγισε την προοπτική της ψηφιακής μάθησης σε δύο επίπεδα: αυτό των βασικών χαρακτηριστικών των “έξυπνων” κινητών συσκευών και αυτό των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τις συσκευές αυτές με εστίαση στα παιδιά προσχολικής ηλικίας. Στο πρώτο επίπεδο συζητήθηκαν τα συγκριτικά τεχνικά και λειτουργικά



πλεονεκτήματα των συσκευών με οθόνη αφής καθώς και η δημοφιλία τους μεταξύ των μικρών παιδιών. Στο δεύτερο επίπεδο αφού αναδείχτηκε η δυνατότητα και το ισχυρό ενδιαφέρον των μικρών παιδιών για τη χρήση των συσκευών αυτών, στη συνέχεια συζητήθηκε ο χαρακτήρας των εκπαιδευτικών εφαρμογών, η ισχυρή κριτική που μπορούν να δεχθούν από την πλευρά της παιδαγωγικής και διδακτικής τους επάρκειας, ενώ αναλύθηκαν οι αντικειμενικές δυσκολίες του εγχειρήματος της δημιουργίας κατάλληλων εκπαιδευτικών εφαρμογών. Επίσης παρουσιάστηκε μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση εκπαιδευτικών κινητών εφαρμογών για παιδιά προσχολικής ηλικίας βασισμένη στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, τη σχεδίαση, τη λειτουργικότητα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

Η Πηνελόπη Παπαδοπούλου σε ένα πλαίσιο κριτικής θεώρησης της μύησης των μικρών παιδιών στον κόσμο της γνώσης των δομών και λειτουργιών των έμβιων οργανισμών, έθιξε το θέμα από την πλευρά της ετοιμότητας των νηπίων, από αυτήν της αρχικής εκπαίδευσης και της επιμόρφωσης των παιδαγωγών της προσχολικής ηλικίας αλλά και από την πλευρά της διαμόρφωσης των κατάλληλων διδακτικών αντικειμένων. Σε αυτό το πολύπλευρο πλαίσιο αναφέρθηκε σε εξειδικευμένα αλλά κομβικά θέματα όπως αυτό των βασικών εννοιών τις οποίες είναι δυνατόν να προσεγγίσουμε στο νηπιαγωγείο, του συστηματικού ρόλου της αντίφασης της Βιολογίας ως επιστήμης και των εμπεδωμένων δοξασιών οι οποίες συνιστούν ένα είδος "λαϊκής βιολογίας", τις πρακτικές μιας διδακτικής παρέμβασης χωρίς ρητή και ευθεία αναφορά στις έννοιες, την ανθρωποκεντρική ματιά στα βιολογικά φαινόμενα. Μια κριτική ματιά σε ένα τέτοιο εύρος ερωτημάτων οδήγησε σε μια συζήτηση για την ανάγκη αναθεώρησης κάποιων αφηρητικών επιλογών στο ζήτημα της εκπαίδευσης των παιδιών στο νηπιαγωγείο.

Η Κατερίνα Πλακίτση προσέγγισε το θέμα της μύησης των παιδιών της προσχολικής ηλικίας στις Βιολογικές και Φυσικές Επιστήμες από την πλευρά των κοινωνικο-πολιτισμικών θεωρήσεων και κυρίως της Θεωρίας της Δραστηριότητας και της Πολιτισμικής-Ιστορικής προσέγγισης. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάστηκαν διακριτοί θεωρητικοί άξονες και μια σειρά από ερευνητικές ή εκπαιδευτικές εφαρμογές οι οποίες τους εξειδικεύουν τους άξονες αυτούς και αναπτύσσουν ειδικά και διεπιστημονικά πεδία δραστηριοτήτων για την προσχολική εκπαίδευση όπως οι Φυσικές Επιστήμες, το περιβάλλον, η Τεχνολογία. Στην κατεύθυνση αυτή ο προσανατολισμός του παιδαγωγικού έργου υπερβαίνει την τυπική μορφή του νηπιαγωγείου και εκτείνεται σε ένα φάσμα μη τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης όπως τα Μουσεία, το ίδιο το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον.

Ο Κώστας Ραβάνης προσέγγισε ένα εξειδικευμένο θέμα μάθησης αυτό της συγκρότησης "πρόδρομων μοντέλων" εννοιών και φαινομένων των Φυσικών Επιστημών στη σκέψη παιδιών προσχολικής ηλικίας. Στην παρουσίαση αποτυπώθηκε το θεωρητικό και εμπειρικό πλαίσιο ενός ρεύματος έρευνας το οποίο αναπτύσσεται τα τελευταία 20 χρόνια και στρέφεται στη θεμελίωση της υπόθεσης με βάση την οποία τα μικρά παιδιά είναι σε θέση να οικοδομήσουν στη σκέψη τους σταθερές οντότητες, ελλειπτικές σε σχέση με την περιγραφική, εξηγητική και προβλεπτική ισχύ των πραγματικών νοητικών μοντέλων αλλά συμβατών με αυτά ως προς ορισμένες διαστάσεις τους. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν ορισμένα εξειδικευμένα παραδείγματα από τη Μηχανική, την Οπτική και τη Θερμότητα τα οποία συζητούν το χαρακτήρα και τη φύση των πρόδρομων μοντέλων στην προσχολική ηλικία.



ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ

Εκ παραδρομής παραλείφθηκε η ακόλουθη εργασία. Προκειμένου να μην αλλάξει η σελιδοποίηση η εργασία προστίθεται στο τέλος. Επισημαίνουμε ότι πρόκειται για προφορική ανακοίνωση που υποβλήθηκε στην ενότητα «Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες».



Διερεύνηση των αντιλήψεων εκπαιδευτικών προσχολικής εκπαίδευσης για τη βιοποικιλότητα

Σοφία Τσολακίδου¹, Αναστασία Δημητρίου², Ευμορφία Μαλκοπούλου¹

¹ΤΕΕΠΗ Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

²ΤΕΠΑΕ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Το εννοιολογικό περιεχόμενο που αποδίδουν οι εκπαιδευτικοί στην έννοια της βιοποικιλότητας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία με σκοπό την καλλιέργεια περιβαλλοντικά υπεύθυνων πολιτών. Στην εργασία αυτή διερευνούνται οι αντιλήψεις νηπιαγωγών για την βιοποικιλότητα, την ανάγκη και τους λόγους διατήρησής της. Τα ερευνητικά αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι ερωτώμενοι έχουν γενικά περιορισμένη κατανόηση της έννοιας, μέτρια ή μη επιστημονική τεκμηρίωση αναφορικά με τις διαστάσεις της και την ανάγκη διατήρησής της. Η έμφαση δίνεται κυρίως σε ορισμούς της βιοποικιλότητας που επικεντρώνονται στα είδη και καταγράφεται αδυναμία στην κατανόηση της πολυπλοκότητας, κυρίαρχο χαρακτηριστικό της.

Λέξεις-κλειδιά: βιοποικιλότητα, αντιλήψεις, νηπιαγωγοί, αειφορία

Exploring preschool teachers' conceptions about biodiversity

Sofia Tsolakidou¹, Anastasia Dimitriou², Evmorfia Malkopoulou³

¹Department of Education Sciences in Early Childhood, Democritus University of Thrace

²SECE Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

The way that teachers understand the concept of biodiversity is important for the successful implementation of biodiversity education so as to produce citizens responsible for a sustainable future. In this paper are presented preschool teachers' conceptions, about biodiversity its dimension and the necessity of conservation as well. The results showed in general that preschool teachers have limited understanding of biodiversity and they are not able to give scientific explanations about its dimensions and the necessity of conservation. It seems that they emphasize in definitions concerning species and they do not recognize the complexity of biodiversity as a crucial characteristic.

Keywords: biodiversity, preschool teachers, conceptions, sustainability



1. Εισαγωγή

Η βιοποικιλότητα αποτελεί έννοια που περιγράφεται ως δομικό στοιχείο όχι μόνο στο πλέγμα των Φυσικών Επιστημών αλλά και των επιστημών της Εκπαίδευσης και του Ανθρώπου. Η έννοια παρουσιάζει ένα φάσμα εννοιολογικών όρων που ενσωματώνουν τη διαφοροποίηση των έμβιων όντων, σε όλους τους τύπους, τα επίπεδα και τους συνδυασμούς. Συμπεριλαμβάνεται σε αυτούς και το επίπεδο της διαφοροποίησης του τοπίου διαβίωσης που δρα καθοριστικά στην εμφάνιση της ποικιλομορφίας. Ο όρος «βιοποικιλότητα» αποδίδεται στην ποικιλία του φαινομένου της ζωής σε κάθε επίπεδο οργάνωσής της, από τα γονίδια, τα χρωμοσώματα και τους οργανισμούς ως τα είδη, τις βιοκοινότητες και τα οικοσυστήματα. Σύμφωνα με τη Σύμβαση του Ρίο για τη Βιολογική Ποικιλότητα, «ως βιοποικιλότητα ορίζεται η ποικιλομορφία που εμφανίζεται ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς όλων των ειδών, των χερσαίων, των θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων στα οποία οι οργανισμοί αυτοί ανήκουν. Περιλαμβάνει την ποικιλότητα μέσα σε ένα είδος, μεταξύ διαφορετικών ειδών και εκείνη μεταξύ των οικοσυστημάτων» (United Nations 1992). Δηλαδή, η βιοποικιλότητα συγκροτείται από τρία δομικά επίπεδα, τη γενετική, την οργανισμική και την οικολογική ποικιλότητα τα οποία συνίστανται από επιμέρους συστατικά (Gaston & Spicer 2008). Η γενετική ποικιλότητα περιλαμβάνει τις διαφοροποιήσεις στο γενετικό υλικό μεταξύ των ατόμων ενός πληθυσμού και εκείνες μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών. Η γενετική ποικιλότητα εντός των πληθυσμών διασφαλίζει την ικανότητα προσαρμογής σε αλλαγές του περιβάλλοντος, την ασφάλεια των ατόμων και κατά συνέπεια τη διαιώνιση του γενετικού υλικού των οργανισμών (Pavé, 2012). Η οργανισμική ποικιλότητα περιγράφει τη διαφοροποίηση μεταξύ των οργανισμών και εμπερικλείει την ταξινομική ιεραρχία και τα στοιχεία της, από τα άτομα μέχρι τα είδη, από τα γένη μέχρι τα βασίλεια. Τέλος η οικολογική ποικιλότητα περιλαμβάνει την ποικιλία βιολογικών κοινοτήτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους καθώς και με το περιβάλλον τους (Gaston & Spicer 2008, Heywood & Baste, 1995).

Η προστασία της βιοποικιλότητας σε κάθε επίπεδο αποτελεί προϋπόθεση για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη και την διασφάλιση της περιβαλλοντικής ποιότητας και της αειφορίας. Ουσιαστική προϋπόθεση για την προστασία της βιοποικιλότητας είναι η διατήρηση των οικοσυστημάτων και των φυσικών οικοτόπων που υποστηρίζουν τα διάφορα είδη. Με αυτήν την έννοια, είναι σημαντικός ο ρόλος των ανθρώπινων ενεργειών και δραστηριοτήτων οι οποίες επηρεάζουν τη λειτουργία των οικοσυστημάτων και επομένως και την εξέλιξη των ειδών που αυτά υποστηρίζουν (Βερεσόγλου 2010, Maris 2016, Primack και συν. 2007).

Αναγνωρίζοντας τη διατήρηση και την αειφορική χρήση της βιοποικιλότητας ως βασικές προϋποθέσεις για τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής ποιότητας και των βασικών αναγκών της ανθρωπότητας (διατροφή, υγεία), η διεθνής κοινότητα θέτει την προστασία της βιοποικιλότητας ως βασική αρχή για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης. Η βιοποικιλότητα είναι αναγκαία για τη διατήρηση της ζωής και συνδέεται με τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων και τα αγαθά που προσφέρουν. Οι πολλαπλές λειτουργίες της βιοποικιλότητας συνεισφέρουν ζωτικά στην καλή ποιότητα της ζωής των ανθρώπων καθώς μεταξύ άλλων, αποτελούν παράγοντα κλιματικής ρύθμισης, συμβάλουν στην ανακύκλωση θρεπτικών, στη διαμόρφωση και συντήρηση του εδάφους. Επιπλέον παρέχουν υπηρεσίες που σχετίζονται με την παροχή αγαθών, όπως τροφίμων, νερού, ξυλείας, φυσικών ινών, καυσίμων, και φαρμακευτικών υλών (Gaston & Spicer 2004, Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2014, United Nations 1992). Στην κατεύθυνση αυτή, προωθείται η εκπαίδευση για την βιοποικιλότητα τόσο σε επίπεδο τυπικής εκπαίδευσης όσο σε προγράμματα ευαισθητοποίησης του ευρύτερου κοινού (Unesco 2017, United Nations 2017).



Η αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης για την βιοποικιλότητα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις γνώσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την έννοια και τις διαστάσεις της, την ανάγκη για την προστασία και τους λόγους διατήρησής της. Το εννοιολογικό περιεχόμενο που αποδίδουν οι εκπαιδευτικοί στην έννοια της βιοποικιλότητας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία με σκοπό την καλλιέργεια περιβαλλοντικά υπεύθυνων πολιτών. Όπως αναφέρεται και αλλού, «η μελέτη των αντιλήψεων εκπαιδευτικών για το περιβάλλον και τα περιβαλλοντικά προβλήματα, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί αφενός συμβάλλουν οι ίδιοι στην ευαισθητοποίηση των μαθητών. Αφετέρου, ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνονται το περιβάλλον και τα περιβαλλοντικά προβλήματα επηρεάζει και τον τρόπο με τον οποίο εμπλέκονται οι ίδιοι στην εκπαίδευση για το περιβάλλον και επομένως διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης» (Δημητρίου 2009, σελ. 182).

Σχετικές έρευνες που έγιναν ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς, μελλοντικούς εκπαιδευτικούς και μαθητές, καταδεικνύουν μάλλον περιορισμένη γνώση για την έννοια της βιοποικιλότητας και των διαστάσεων της. Τα σχετικά ερευνητικά δεδομένα περιλαμβάνουν αναφορές στην έννοια της βιοποικιλότητας που εστιάζονται κυρίως στην ποικιλία των ειδών (βιοποικιλότητα είναι η ποικιλία), την ταύτιση του όρου με τους ζωντανούς και μη ζωντανούς οργανισμούς (Fiebelkorn & Menzel 2013, Lude 2010, Megat, Jiwa & Esa 2015, Nuraeni et al. 2017) και πολύ λιγότερο στην ποικιλότητα των οικοσυστημάτων (Cardak & Dikmenli 2017, Dikmenli 2010). Επιπλέον, εντοπίζονται αναφορές σχετικά με τη σημασία της βιοποικιλότητας για τη διατήρηση της βιολογικής ισορροπίας στον πλανήτη, ενώ λιγότερο καταγράφονται αναφορές στην αισθητική διάσταση της και πολύ λιγότερο στην αναγνώριση της ως απαραίτητο στοιχείο της αειφορίας (Fiebelkorn, & Menzel 2013, Jiwa, & Esa 2015, Kilinc, Yeşiltaş, Kartal, et al. 2013, Köklükaya, Demirhan, & Beşoluk 2014, Χατζηχαμπής 2006).

Με βάση τα παραπάνω, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε έρευνα για τη διερεύνηση των γνώσεων και των αντιλήψεων των νηπιαγωγών για την έννοια της βιοποικιλότητας και του ρόλου της στη διασφάλιση της περιβαλλοντικής ποιότητας και της ποιότητας της ζωής καθώς επίσης και των πρακτικών που εφαρμόζουν για την ανάπτυξη ζητημάτων που σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα στην εκπαιδευτική πράξη και τα προβλήματα που ενδεχόμενα αντιμετωπίζουν. Στην εργασία αυτή θα περιοριστούμε στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων σχετικά με το εννοιολογικό περιεχόμενο που αποδίδουν στη βιοποικιλότητα και τις απόψεις τους για το ρόλο που αυτή διαδραματίζει στην ποιότητα της ζωής και του περιβάλλοντος.

2. Μεθοδολογία

Για την επιλογή του δείγματος εφαρμόστηκε η σκόπιμη δειγματοληψία (Cohen & Manion 1997, Creswell 2011). Επιλέχθηκαν 20 νηπιαγωγοί που υπηρετούσαν σε δημόσια νηπιαγωγεία με τουλάχιστον δεκαετή εκπαιδευτική εμπειρία στην εκπαίδευση και την εμπλοκή τους σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων έγινε με ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις στην διάρκεια των οποίων οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου αναφορικά με την έννοια της βιοποικιλότητας και των διαστάσεων της, το ρόλο που διαδραματίζει στην ποιότητα της ζωής και το ρόλο της στη διασφάλιση της περιβαλλοντικής ποιότητας. Ειδικότερα, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν στις εξής ερωτήσεις:



- 1) Έχετε ακούσει τον όρο «βιοποικιλότητα»; Τι σημαίνει για εσάς ο όρος αυτός. Σας παρακαλώ εξηγήστε.
- 2) Κατά την άποψή σας σχετίζεται η βιοποικιλότητα με την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής; Αν ναι με ποιο τρόπο. Σας παρακαλούμε εξηγήστε την απάντησή σας, και
- 3) Κατά την άποψή σας σχετίζεται η βιοποικιλότητα με την ποιότητα περιβάλλοντος; Αν ναι με ποιο τρόπο. Σας παρακαλούμε εξηγήστε την απάντησή σας.

Στη διάρκεια των συνεντεύξεων, σε κάθε ερώτημα, οι ερευνητές προέτρεπαν τους ερωτώμενους να παρέχουν αναλυτικές εξηγήσεις και παραδείγματα προκειμένου να διερευνηθούν σε βάθος οι γνώσεις και οι αντιλήψεις τους για την έννοια της βιοποικιλότητας και του ρόλου της στην περιβαλλοντική ποιότητα και την ποιότητα της ζωής.

Η ανάλυση των δεδομένων ήταν ποιοτική (Cohen & Manion 1997). Έτσι οι απαντήσεις κάθε ερωτώμενου σε κάθε ένα ερευνητικό ερώτημα καταγράφηκαν και στη συνέχεια συγκρίθηκαν μεταξύ τους ώστε να αναδειχθούν οι βασικές ομοιότητες και οι διαφορές. Από τη σύγκριση αυτή προέκυψε ένας ορισμένος αριθμός κατηγοριών για κάθε ερώτημα. Ειδικότερα, σε ότι αφορά το πρώτο ερώτημα, σχετικά με τη έννοια της βιοποικιλότητας, οι απαντήσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο τις διαστάσεις της βιοποικιλότητας (ποικιλότητα μέσα σε ένα είδος, μεταξύ διαφορετικών ειδών και μεταξύ των οικοσυστημάτων) και τα τρία βασικά δομικά επίπεδα που τη συνιστούν (τη γενετική ποικιλότητα, την ταξινομική ποικιλότητα και την οικολογική ποικιλότητα).

Οι απαντήσεις των ερωτώμενων στο δεύτερο ερώτημα, εάν και σε ποιο βαθμό σχετίζεται η βιοποικιλότητα με την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής, οι απαντήσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο τη σημασία της βιοποικιλότητας σε εκφάνσεις της ανθρώπινης ζωής [τη διατροφή (παραγωγή και κατανάλωση), την υγεία, την οικονομία (παραγωγή προϊόντων), την ψυχαγωγία, την αισθητική και πολιτιστική αξία]. Στο τρίτο ερώτημα, οι απαντήσεις των ερωτώμενων κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο αναφορές στο ρόλο της βιοποικιλότητας στη λειτουργία του φυσικού περιβάλλοντος (λειτουργία τροφικών αλυσίδων, ρύθμιση κλίματος, διαμόρφωση εδάφους κλπ), στη σημασία της διατήρησής της και στις επιπτώσεις από την μείωση ή/και εξαφάνιση των ειδών.

3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων στο ερώτημα σχετικά με την έννοια της βιοποικιλότητας (έχετε ακούσει τον όρο «βιοποικιλότητα»; Τι σημαίνει για εσάς ο όρος αυτός. Σας παρακαλώ εξηγήστε) φαίνεται ότι η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτώμενων (14 από τους 20) δηλώνουν με βεβαιότητα ότι έχουν ακούσει και γνωρίζουν τον όρο βιοποικιλότητα, ενώ οι υπόλοιποι (3 άτομα) φάνηκαν διστακτικοί απαντώντας ότι έχουν ακούσει τον όρο αλλά δεν γνωρίζουν με βεβαιότητα το περιεχόμενό του. Από την ανάλυση της περιγραφής της έννοιας και των εξηγήσεων που έδωσαν στη συνέχεια οι ερωτώμενοι, φαίνεται ότι το εννοιολογικό περιεχόμενο που αποδίδουν στην βιοποικιλότητα ποικίλει. Με βάση τις απαντήσεις τους φαίνεται να συγκροτούν πέντε ευδιάκριτες κατηγορίες που η κάθε μία αποδίδει στην βιοποικιλότητα διαφορετικές σημασίες (Πίνακας 1): (1) γενετική ποικιλότητα (2) ποικιλότητα των οικοσυστημάτων (3) στην ποικιλότητα των ειδών, (4) σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των ειδών και των οικοσυστημάτων τους και (5) αναφορές γενικά σε ποικιλία ζωντανών οργανισμών. Η τελευταία κατηγορία (κατηγορία 5) φαίνεται να



αντιπροσωπεύει την πλειοψηφία των ερωτώμενων σε αντίθεση με τις άλλες κατηγορίες που αναφέρονται από τη μειοψηφία τους. Εξαιρετικά περιορισμένες είναι οι αναφορές στη γενετική ποικιλότητα, που γίνονται μόνο από 2 ερωτώμενους.

Πίνακας 1. Ενοιολογικό περιεχόμενο της «βιοποικιλότητας»

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ενδεικτικές απαντήσεις υποκειμένων (Υ)
Γενετική ποικιλότητα	2	<i>Η διαφορετικότητα που υπάρχει και σχετίζεται με την εξωτερική εμφάνιση, με χαρακτηριστικά, παράγοντες κληρονομικότητας (Υ3)</i>
Ποικιλότητα οικοσυστημάτων	4	<i>Η ποικιλία των οικοσυστημάτων που υπάρχουν στη φύση (Υ14)</i>
Ποικιλότητα των ειδών	4	<i>Κάθε ζωντανός οργανισμός και τα διαφορετικά είδη αυτών είτε αφορά τα ζώα είτε τα φυτά οποιοσδήποτε ζωντανός οργανισμός (Υ4)</i>
Σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ ειδών και των οικοσυστημάτων τους	4	<i>Περιλαμβάνει οργανικά και ανόργανα υλικά τα οποία βρίσκονται σε μία σχέση αλληλεπίδρασης και σχηματίζουν συνεχώς καινούρια συστήματα. (Υ6)</i>
Ποικιλία ζωντανών οργανισμών	18	<i>Περιλαμβάνει τη χλωρίδα και την πανίδα. (Υ8) Ποικιλία των ειδών είτε ζώων είτε φυτών στο φυσικό περιβάλλον. Αυτή την εικόνα έχω. (Υ2)</i>
Σύνολο απαντήσεων	32	

Όλοι οι συμμετέχοντες δηλώνουν ότι η βιοποικιλότητα σχετίζεται με την ποιότητα της ανθρώπινης και αιτιολογούν την απάντησή τους (Πίνακας 2). Από την ανάλυση των εξηγήσεων τους προκύπτουν επτά διαφορετικές κατηγορίες απαντήσεων οι οποίες αφορούν ποικίλους τομείς της ζωής: (1) σχετίζεται με τη διατροφή (αντιπροσωπεύει 11 άτομα), (2) επηρεάζει τον τομέα της υγείας (αντιπροσωπεύει 7 άτομα), (3) σχετίζεται με την οικονομία (αντιπροσωπεύει 6 άτομα), (4) ενισχύει περιβαλλοντικά προβλήματα (αντιπροσωπεύει 7 άτομα), (5) προσφέρει ατομική ψυχαγωγία με την επαφή με τη φύση (αντιπροσωπεύει 5 άτομα), και (6) τα συναισθήματα που δημιουργούνται (αντιπροσωπεύει 4 άτομα) και (7) ενώ δύο αναφέρονται σε επιπτώσεις γενικά στην κοινωνία (αντιπροσωπεύει 2 άτομα).



Πίνακας 2. Η σχέση της βιοποικιλότητας με την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ενδεικτικές απαντήσεις υποκειμένων (Υ)
Διατροφή	11	<i>“Εάν δεν υπάρχει η ποικιλία των φυτών, πχ το μέλι που το έχω εντάξει στη διατροφή μου, ε δεν θα έχει όλα αυτά τα συστατικά που μπορεί να παράξουν οι μέλισσες αν υπάρχει μόνο ένα είδος φυτού” (Υ2)</i>
Υγεία	7	<i>“Αν εκλείψει κάποιο είδος ή ζωντανός οργανισμός αυτό θα κλονίσει την αλυσίδα την τροφική μετά και θα έχει αντίκτυπο στην υγεία μας” (Υ3)</i>
Οικονομία – παραγωγή	6	<i>«Αν χαθεί ένα είδος διαταράσσεται η ισορροπία, μπορεί να εμφανιστεί ένα είδος σε πληθώρα μπορεί να έχουμε καταστροφές σε σπαρτά, καταστροφή στην παραγωγή και την οικονομία» (Υ16)</i>
Περιβαλλοντικά προβλήματα	7	<i>«Μείωση των δέντρων που υπάρχουν έστω μέσα στον αστικό χώρο αντιστοιχεί στην μείωση της καθαρής ατμόσφαιρας» (Υ20)</i>
Αισθητική αξία - επαφή με τη φύση	5	<i>“Δεν μπορώ να φανταστώ τον εαυτό μου αποκομμένο από τη βιοποικιλότητα και να μην έχω επαφή με τα φυτά με τα ζώα. Αυτή η επαφή δίνει μια ηρεμία μία ικανοποίηση, μια ευχαρίστηση γενικώς. Εμπλουτίζει τη ζωή. (Υ13)</i>
Συναισθήματα που δημιουργούνται	4	<i>«Πιο όμορφα θα νιώσω πχ την άνοιξη και πιο ευχάριστα θα περπατάω σε ένα περιβάλλον που θα δω κι εκείνο το φυτό και το άλλο κάπως έτσι, τα πουλιά, τα διάφορα είδη των πουλιών» (Υ10)</i>
Επιπτώσεις γενικά στην κοινωνία	2	<i>«Αν έχουμε καταστροφή των ειδών, αν μπορούσε να αποξηρανθεί το Δέλτα, και να έχουμε αλλαγές διάφορες, στην ποιότητα του αέρα, ξέρεις διάφορα. Και στις σχέσεις των ανθρώπων θα είχαμε αλλαγές, τώρα δεν μπορώ να σου πω συγκεκριμένα» (Υ11)</i>
Σύνολο απαντήσεων	42	

Από την ανάλυση των απαντήσεων των ερωτώμενων αναφορικά με τη σχέση της βιοποικιλότητας με την ποιότητα περιβάλλοντος φαίνεται ότι όλοι αναγνωρίζουν ότι η βιοποικιλότητα σχετίζεται με την ποιότητα περιβάλλοντος και την ισορροπία του πλανήτη (Πίνακας 3). Η σχέση της βιοποικιλότητας με την ισορροπία του πλανήτη περιγράφεται με αναφορές που συγκροτούν πέντε διαφορετικές κατηγορίες απαντήσεων που αφορούν: (1) το ρόλο της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των τροφικών αλυσίδων (αντιπροσωπεύει 14 άτομα) (2) την εξαφάνιση των ειδών εξαιτίας περιβαλλοντικών προβλημάτων (αντιπροσωπεύει 9 άτομα), (3) τις επιπτώσεις στην βιοποικιλότητα



εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας (αντιπροσωπεύει 5 άτομα), (4) στην επίδρασή της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των οικοσυστημάτων στα οποία βρίσκονται τα διάφορα είδη (αντιπροσωπεύει 4 άτομα), και (5) στην ενίσχυση και δημιουργία περιβαλλοντικών προβλημάτων εξαιτίας της μείωσής της (αντιπροσωπεύει 2 άτομα).

Πίνακας 3. Η σχέση της βιοποικιλότητας με την ποιότητα περιβάλλοντος

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ενδεικτικές απαντήσεις υποκειμένων (Υ)
Λειτουργία των τροφικών αλυσίδων	14	«Εάν εκλείψει ένα είδος, εάν κλονιστεί κάτι από όλα αυτά, εάν υποβαθμιστεί, θα επηρεάσει την ισορροπία στην τροφική αλυσίδα» (Υ3)
Εξαφάνιση των ειδών (λόγω περιβαλλοντικών προβλημάτων)	9	«Η αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη, το λιώσιμο των πάγων όλα αυτά έχουν συνέπειες και στη ποικιλότητα, στην εξαφάνιση» (Υ4)
Υποβάθμιση της βιοποικιλότητας εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας	5	«Αν οι κυνηγοί κυνηγούν στην περιοχή θα διαταραχθεί η βιοποικιλότητα, θα αλλάξει το περιβάλλον και ίσως δεν έρχονται πλέον» (Υ7)
Λειτουργία των οικοσυστημάτων	4	«Εάν εξαφανιστεί κάποιο ζώο σε ένα δάσος αμέσως χαλάνε οι λειτουργίες και οι ισορροπίες του δάσους» (Υ4)
Ενίσχυση και δημιουργία περιβαλλοντικών προβλημάτων	2	«Η εξαφάνιση ενός είδους, ή κάτι ανεπανόρθωτο αν συμβεί κάπου, μπορεί να αλλάξει το μικροκλίμα μας πούμε» (Υ11)
Σύνολο απαντήσεων	34	

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, αναδεικνύουν ότι οι συμμετέχοντες έχουν περιορισμένη κατανόηση της έννοιας της βιοποικιλότητας ενώ δεν είναι πάντα σε θέση να περιγράψουν επιστημονικά τεκμηριωμένα τις διαστάσεις της και τη σημασία της διατήρησής της. Η αρχική προσέγγιση για την ερμηνεία της βιοποικιλότητας γίνεται με όρους ετυμολογικής ανάλυσης. Για την ερμηνεία της βιοποικιλότητας χρησιμοποιούνται κυρίως αναφορές που σχετίζονται με την ποικιλία των ζωντανών οργανισμών, εύρημα που συμφωνεί με αποτελέσματα σχετικών ερευνών (Fiebelkorn



& Menzel, 2013, Kilinc, Yeşiltaş, Kartal, et al. 2013, Köklükaya, Demirhan, & Beşoluk 2014, Lude 2010, Megat Jiwa, & Esa 2015). Η γενετική βιοποικιλότητα φαίνεται να μην αναγνωρίζεται ως συστατικό της βιοποικιλότητας, διαπίστωση που καταγράφεται και αλλού (Fiebelkorn & Menzel 2013, Jiwa, & Esa 2015). Καταγράφονται επίσης περιορισμένες αναφορές και κατά συνέπεια μικρή αναγνώριση της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων. Οι αναφορές σχετικά με τα οικοσυστήματα εστιάζονται κυρίως στις τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών που ζουν σε αυτά, ενώ δεν αναφέρονται στα αβιοτικά συστατικά που συνιστούν ένα οικοσύστημα και το ρόλο που διαδραματίζουν στη λειτουργία τους. Τα ευρήματα αυτά αναφέρονται και σε άλλες σχετικές έρευνες (Lude 2010, Fiebelkorn & Menzel, 2013).

Η σημασία της βιοποικιλότητας αποτιμάται μάλλον με ανθρωποκεντρικά κριτήρια και αφορά κυρίως χρηστικές αξίες της που σχετίζονται με τη υγεία και τη διατροφή του ανθρώπου. Σχετίζεται με τη διατήρηση καλής υγείας και ευζωίας, την εξασφάλιση της ποιότητας του περιβάλλοντος και κατ'επέκταση της ποιοτικής διατροφής. Σχετίζεται επίσης με την εργασία και την ψυχαγωγία γιατί ένα αειφορικό περιβάλλον σε ισορροπία εγγυάται το ζην και το ευ ζην. Ο ρόλος που η βιοποικιλότητα διαδραματίζει στη λειτουργία της βιόσφαιρας φαίνεται να εστιάζεται στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας. Αυτή ερμηνεύεται ως «κύκλος» και «αλυσίδα» μέσα από τις τροφικές αλυσίδες, την εξαφάνιση ειδών, τις παρεμβάσεις των ανθρώπων και τέλος τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Φαίνεται να μην αναγνωρίζονται άλλες λειτουργίες της βιοποικιλότητας οι οποίες συνεισφέρουν στην περιβαλλοντική ποιότητα, όπως μεταξύ άλλων, στη ρύθμιση του κλίματος, στη διαμόρφωση και συντήρηση του εδάφους και στην ποιότητα του αέρα (Kilinc, Yeşiltaş, Kartal, et al. 2013, Köklükaya, Demirhan, & Beşoluk 2014, Χατζηχαμπής, 2006).

5. Βιβλιογραφία

Βερεσόγλου, Δ. Σ. (2010). *Οικολογία* (3η εκδ.). Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνη.

Δημητρίου, Α. (2009). *Περιβαλλοντική εκπαίδευση: Περιβάλλον, αειφορία. Θεωρητικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.

Χατζηχαμπής, Α. (2006). Η Εκπαίδευση για τη βιοποικιλότητα στη μέση εκπαίδευση της Κύπρου: η άποψη των βιολόγων εκπαιδευτικών. Στο: Φτιάκα, Ε., Γαγάτσης, Α., Ηλία, Ι., & Μοδέστου, Μ. (Επιμ.). *Η Σύγχρονη Εκπαιδευτική Έρευνα στην Κύπρο*, Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου (σελ. 401-411) Λευκωσία: Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Cardak, O. D. & Dikmenli, M. (2017). Science Student Teachers' Ideas About Biological Diversity. *Journal of Education and Practice*, Vol.8, No25, p.92-95.

Cohen, L. Manion, L. (1997). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Creswell, J.W. (2012). *Educational Research. Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Boston: Edwards Brothers Inc.

Dikmenli, M. (2010). Biology students teachers' conceptual frameworks regarding biodiversity. *Education*, 130(3), σσ. 479-489.

Fiebelkorn, F. & Menzel, S. (2013). Student Teachers' Understanding of the Terminology, Distribution, and Loss of Biodiversity: Perspectives from a Biodiversity Hotspot and an Industrialized Country. *Research in Science Education*, 2013, 43, pp. 1593–1615.

Gaston, K. J., & Spicer, J. I. (2008). *Βιοποικιλότητα. Μια εισαγωγή* (Δεύτερη εκδ.). (Χ. Σ. Χιντήρογλου, & Δ. Βαφείδης, Επιμ.) Θεσσαλονίκη: University Studio Press.



- Heywood, V.H & Baste,I. (1995). Introduction. Pages 1-19 in V. H. Heywood & R.T Watson, editors. Global biodiversity assessment. Cambridge University Press, UK
- Jiwa, R.A.M., & Esa, N. (2015). Student teachers knowledge of biodiversity. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5 (3), 1-4
- Kilinc, A., Yeşiltaş, N.K., Kartal, T. et al. (2013). School Students' Conceptions about Biodiversity Loss: Definitions, Reasons, Results and Solutions. *Res Sci Educ* 43: 2277. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9355-0>
- Köklükaya, A.N, Demirhan, E., Beşoluk, S. (2014). The Prospective Science Teachers' Perceptions of Biodiversity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 116: 1562 – 1567.
- Lude, A. (2010). The spirit of teaching ESD. Biodiversity in educational projects. Στο K. Ulbrich, J. Settele, & F. F. Benedict (Επιμ.), *Biodiversity in education for sustainable development - Reflection on school - Recherche cooperation* (σσ. 17-29). Sofia - Moscow: PENSOFT.
- Maris, V. (2016). *Philosophie de la biodiversité. Petite éthique pour une nature en péril*. Paris: Libella.
- Megat Jiwa, R. A., & Esa, N. (2015). Student teachers knowledge of biodiversity. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5 (3), 1-4.
- Nuraeni, H., Rustaman, N. Y., & Hidayat, T. (2017). Teachers' Understanding of Biodiversity, Conservation, and Hotspots Biodiversity Concepts. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR) 1st International Conference of Mathematics and Science Education*, 57.
- Primack, R., Διαμαντόπουλος, Γ., Αριανούτσου, Μ., Δανιηλίδης, Δ., Βαλάκος, Σ., Παφίλης, Π., & Παντής, Ι. Δ. (2007). *Διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας* (3η εκδ.). Αθήνα: αεί.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014). Global Biodiversity Outlook 4. A mid-term assessment of progress towards the implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020. Montreal:
- Unesco. (2017). Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives. Paris: UNESCO.
- United Nations (2017). The Sustainable Development Goals Report 2017. New York: UN.
- United Nations. (1992). Convention on Biological Diversity. Ανάκτηση από <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>



EMAIL ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

Όνοματεπώνυμο	E-mail
Abrahams Ian	iabrahams@lincoln.ac.uk
António José Correia de Almeida	aalmeida@eselx.ipl.pt
Baytelman Andreani	a.baytelman@gmail.com
Byers Bill	w.byers@ulster.ac.uk
Fernández Beatriz García	Beatriz.Garcia@uclm.es
Komorek Michael	michael.komorek@uni-oldenburg.de
Αθανασίου Κυριάκος	kathanas@ecd.uoa.gr
Αλεξόπουλος Παναγιώτης	panalex@sch.gr
Αμπατζίδης Γεώργιος	gampatzidis@ta.aspete.gr
Αμπράζης Αλέξανδρος	alexamprazis@hotmail.com
Ανδρεάκου Ειρήνη Ζαχαρούλα	eandreakou@uowm.gr
Ανδρικού Ασημίνα	mandrikou20@gmail.com
Αντωνιάδου Σοφία	s.antoniadoy@gmail.com
Αντώνογλου Λεμονιά	lantonog@chem.auth.gr
Αρμένη Αναστασία	armeni@upatras.gr
Ασβεστά Αργυρώ	asvesta@teiwu.gr
Ασημόπουλος Στέφανος	asimstef@uth.gr
Ασλανίδου Ευαγγελία	eva.aslanidou@hotmail.com
Ασλάνογλου Περσεφόνη	paslanoglou@andreadis-school.gr
Βαβουγιός Διονύσιος	dvavou@uth.gr
Βαϊοπούλου Γιούλη	jvaiopoulou@gmail.com
Βαρβαντάκης Εμμανουήλ	manos.89@hotmail.com
Βασιλειάδου Αγάπη	agapivas2@yahoo.gr



Βελέντζας Αθανάσιος	avelentz@gmail.com
Βλαχολιά Μαρία Παναγιώτα	mpvlacholia@chem.uoa.gr
Βλάχου Βασιλική	zyqfot@gmail.com
Βόμβας Αναστάσιος	avom39@otenet.gr
Βοσνιάδου Στέλλα	svosniad@phs.uoa.gr
Βρεττοπούλου Στέλλα	stellavrett@gmail.com
Γαβριλάκης Κωνσταντίνος	cqav@uoi.gr
Γαλάνη Λία	lia.galani@primedu.uoa.gr
Γαλάνης Μιχαήλ	mihalisgalanis@yahoo.gr
Γαλανοπούλου Βιολέττα	violettagalanopoulou@gmail.com
Γαλανοπούλου Ντία	galanopoulou@chem.uoa.gr
Γανίτη Δέσποινα	desganith34@yahoo.gr
Γαρυφαλλίδου Μ. Δέσποινα	d.m.garyfallidou@upatras.gr
Γαρυφαλλογιάννη Ευμορφία	evigary@yahoo.gr
Γεωργάκη Ελισάβετ	elisavetgewrgaki@gmail.com
Γεωργίου Μάρθα	marthagio@yahoo.com
Γεωργόπουλος Αλέξανδρος	ageorgop@nured.auth.gr
Γιαλαβουζίδου Περιστέρα	pgialavo@physics.auth.gr
Γιαλαμάς Βασίλης	bgialamas@ecd.uoa.gr
Γιαννακουδάκη Καλλιόπη	kellygianna@gmail.com
Γιαννακουδάκης Παναγιώτης	panjian@chem.auth.gr
Γκέγκιος Θεόδωρος	tgegios@chem.uoa.gr
Γκικοπούλου Ουρανία	gikopoulou@gmail.com
Γκιόλμας Αριστοτέλης	agkiolm@primedu.uoa.gr
Γκίτσας Στέργιος	stgkitsas@gmail.com
Γκουλγκούτη Αναστασία	ngoulgouti@yahoo.gr
Γούλα Παναγιώτα	goulagiota@gmail.com



Δάλαρου Βασιλική	vasiliki25@outlook.com
Δελιαλή Αρετή	ar3ti_5@hotmail.com
Δεμέναγας Πέτρος	pdemenagas@gmail.com
Δημητριάδη Κυριακή	kdimitr@primedu.uoa.gr
Δημητριάδου Κατερίνα	adimitriadou@uowm.gr
Δημητρίου Αναστασία	anadim@otenet.gr
Δρογγίτη Ελευθερία	eldrogiti@gmail.com
Δρόλαπας Ανάργυρος	adrolapas@sch.gr
Δρούγας Αγ. Βασίλειος	bdrougas@yahoo.com
Ελευθερίου Γεωργία	zetaswp@yahoo.com
Ευαγγέλου Φίλιππος	filipevang@gmail.com
Ζαρκάδης Νικόλαος	nikoszar@gmail.com
Ζαχαρής Κ. Γεώργιος	gzacharis@nured.auth.gr
Ζαχαρία Ζαχαρίας	zach@ucy.ac.cy
Ζάχου Παναγιώτα	zachou.yo@gmail.com
Ζιάκα Χαρίκλεια	xara1028@hotmail.com
Ζουπίδης Αναστάσιος	tzoupidis@gmail.com
Ζυγούρης Επ. Φώτιος	zygourisfotis@yahoo.gr
Ηλιάκη Γεωργία	giorgia_iliaki@hotmail.com
Ηρακλειώτη Ευαγγελία	litsairakleioti@gmail.com
Ηρακλέους Ευαγγελία	heracleous.evan@yahoo.com
Ηρακλέους Μαρία	mirakl01@ucy.ac.cy
Θεοδοσίου Μαριάννα	xmarxmar@gmail.com
Ιατράκη Γεωργία	g_iatr@yahoo.gr
Ιατρού Παρασκευή	vivi.iatrou@gmail.com
Ιμβριώτη Δέσποινα	dimvrioti@sch.gr
Ιορδανίδης Ανδρέας	andior@teiwm.gr



Ιωαννίδης Ν. Χρήστος	chrioid1@sch.gr
Ιωαννίδης Σ. Γεώργιος	gsioanni@upatras.gr
Ιωαννίδου Όλγα	olgioanni@yahoo.gr
Ιωάννου Μιχάλης	mioannou@uowm.gr
Καζαντζίδου Δήμητρα	dkazant@cc.uoi.gr
Καζή Σμαράγδα	smakazi@otenet.gr
Καλαβάσης Φραγκίσκος	kalabas@aegean.gr
Καλαϊτζιδάκη Μαριάννα	mkalaitz@edc.uoc.gr
Καλατζαντωνάκης Α.Μιχάλης	mixalis-kal@hotmail.com
Καλκάνης Γεώργιος	kalkanis@primedu.uoa.gr
Καλλέρη Μαρία	kallery@astro.auth.gr
Καλογιαννάκης Μιχαήλ	mkalogian@edc.uoc.gr
Κανάκη Καλλιόπη	pkanaki@hotmail.com
Καπαγερίδης Ιωάννης	ikapa@teiwu.gr
Καπόγιαννης Αθανάσιος	akapog@phys.uoa.gr
Καπότης Χ. Ευστράτιος	ekapotis@phys.uoa.gr
Καπουλίτσας Αθανάσιος	kapoulsak@yahoo.gr
Καραγεώργος Χρήστος	karagch@gmail.com
Καραγιάννη Χρυσούλα	kxea4@yahoo.gr
Καραλή Ι. Ελένη	alterego1997@hotmail.com
Καραμάνος Κώστας	koskaraman@gmail.com
Καράμπελας Κωνσταντίνος	kkaramelas@aegean.gr
Καραπάτσιου Ευγενία	eygenia90@yahoo.gr
Καρατάσιος Γιάννης	i.karatasios@inn.demokritos.gr
Καρατζά Αθηνά	athinakaratza92@gmail.com
Καρδαράς Ιωάννης	ioanniskard@gmail.com
Καριώτογλου Πέτρος	pkariotog@uowm.gr



Καρνέζου Μαρία	karnezou@noesis.edu.gr
Καρούδας Απόστολος	karid@otenet.gr
Κάτανα Ελένη	eleni.katana@gmail.com
Κατέρης Αλέξανδρος	akateris@yahoo.com
Κατσακούλας Ιωάννης	preeclampsia.forum@gmail.com
Κατσαφάδος Πέτρος	pkatsaf@hua.gr
Κατσιάνα Χριστίνα	k_christin@sch.gr
Κεβρεκίδης Θεόδωρος	tkebreki@eled.duth.gr
Κίζος Παντελής	pkizos@yahoo.gr
Κίτσιου Ελένη	eleni_kitsiou@hotmail.com
Κλωνάρη Αικατερίνη	aklonari@geo.aegean.gr
Κοϊνης Σπύρος	koinis@chem.uoa.gr
Κόιος Κύρος	kirkoi@teiwim.gr
Κοκολάκη Αθανασία	akokolaki@edc.uoc.gr
Κόλλιας Βασίλειος	vkollias@uth.gr
Κολιόπουλος Δημήτρης	dkoliop@upatras.gr
Κόλλας Σπύρος	spyros.kollas@gmail.com
Κολοκούρη Ελένη	ekolokouri@gmail.com
Κόνιαρη Αγγελική	aggkon05@gmail.com
Κοντοκώστας Ε. Γεώργιος	gakon67@hotmail.com
Κορακάκη Ελένη	korakaki_elen@hotmail.com
Κορνελάκη Αθηνά Χριστίνα	athinako91@yahoo.com
Κορφιάτης Κωνσταντίνος	korfiati@ucy.ac.cy
Κουκά Άννα	annakouka@yahoo.gr
Κουκιόγλου Σταύρος	stavkouk@eled.auth.gr
Κουλουγλιώτης Διονύσιος	dkoul@teiion.gr
Κουμαρά Άννα	anniekmr@gmail.com



Κουμαράς Παναγιώτης	koumaras@eled.auth.gr
Κουταλάς Βασίλειος	bkoutalas@chem.auth.gr
Κουτρομάνος Γεώργιος	koutro@math.uoa.gr
Κουτρούμπα Ζωή	sttsihli@yahoo.gr
Κρεμμύδα Όλγα	oliakrem@gmail.com
Κρητικός Γεώργιος	gkritikos@aegean.gr
Κυπραίος Νικόλαος	nkipraios@gmail.com
Κυριαζή Παναγιώτα	dkyriazjulie@gmail.com
Κυριακού Κυριάκος	kyriakkyr@yahoo.gr
Κυρίδης Αργύρης	akiridis@nured.auth.gr
Κωνσταντακάτος Γεράσιμος	gkonstantakatos@aspete.gr
Κωνσταντινίδου Ελένη	lenakonstantin@hotmail.gr
Κωνσταντίνου Π. Κωνσταντίνος	c.p.constantinou@ucy.ac.cy
Κωνσταντόπουλος Αλκιβιάδης-Μιχαήλ	alkiviades@me.com
Κώτσης Κωνσταντίνος	kkotsis@uoi.gr
Λάζος Παναγιώτης	taklazos@gmail.com
Λαμπριανάκη Χαρούλα	xarou.lab88@gmail.com
Λαμπρινός Νίκος	labrinos@eled.auth.gr
Λαπαθιώτη Νικολέττα	Lapathioti.nikoletta@ucy.ac.cy
Λεύκος Ιωάννης	lefkos@uom.edu.gr
Λιάπη Ελένη	sttsihli@yahoo.gr
Μαΐδου Ανθούλα	anthoula.maidou@gmail.com
Μακαρίου Ουρανία	ranialechovo@gmail.com
Μακατσώρη Αγγελική	makaggeliki18@gmail.com
Μακρής Αθανάσιος	makris.thanasis@yahoo.gr
Μακρυδάκη Μαρία	mmakrydaki@sch.gr
Μαλάμου Κωνσταντίνα	nmalamou@gmail.com



Μαλάμου Σεβαστή	smalamou@gmail.com
Μαλανδράκης Γεώργιος	gmalandrakis@eled.auth.gr
Μαλκοπούλου Ευμορφία	emalkopo@alex.duth.gr
Μανδρίκας Αχιλλέας	amandrik@otenet.gr
Μάνεσης Διονύσης	manesis_d@yahoo.com
Μάνου Λεωνίδα	lmanou1@gmail.com
Μαντρατζής Νικόλαος	matran64@yahoo.gr
Μαστρογιωργάκη Μελπομένη	melpomastrogiorgaki@gmail.com
Μαυρίδη Μαρία	mariamavridi1@gmail.com
Μαυρικάκη Ευαγγελία	emavrikaki@primedu.uoa.gr
Μαυροματίδης Ηλίας	iliasmavr@hua.gr
Μητσιάκη Μαρία	mmitsiaki@helit.duth.gr
Μητσινιώτου Αικατερίνη	kathrin3m@gmail.com
Μικρόπουλος Αναστάσιος	amikrop@uoi.gr
Μιχαηλίδη Αιμιλία	em.michailidi@edc.uoc.gr
Μιχαηλίδης Παναγιώτης	michail@edc.uoc.gr
Μιχαλόπουλος Α. Βασίλειος	billmichgr@gmail.com
Μόγιας Αθανάσιος	amogias@eled.duth.gr
Μολοχίδης Αναστάσιος	tasosmol@physics.auth.gr
Μούτσιος-Ρέντζος Ανδρέας	amoutsiosrentzos@aegean.gr
Μπακογιάννη Ελένη	empakogi@gmail.com
Μπαμπασίδης Γεώργιος	gbabasides@sch.gr
Μπάρα Υβόνη	yvonnimpara@gmail.com
Μπατσιόλας Γεώργιος	gmpatsio@physics.auth.gr
Μπιμπούδη Μαρία	bibumaria@gmail.com
Μπλιούμη Φλωρίνα	florina1@windowslive.com
Μπούζας Βασίλειος	vasbouzas@gmail.com



Μπούσδα Φανή	fbousda@gmail.com
Μπράτισης Θαρρενός	bratitsis@uowm.gr
Νάννη Ευτυχία	e.nanni@hotmail.com
Ναντσόπουλος Μαρίνος	mnatsopo@psed.duth.gr
Νιπυράκης Αργύρης	agnipyraakis@edc.uoc.gr
Νταλαούτη Παρασκευή	vntala@gmail.com
Ντάντου Γλυκερία	glykeria_nt@hotmail.com
Ντινολάζου Χριστίνα	ntinolazou@hotmail.com
Ντιντάκη Χριστίνα	ntintakichristina@gmail.com
Ξανθοπούλου Καλλιόπη	kxanthopou@yahoo.com
Ξαφάκος Ευστάθιος	xafakos@uth.gr
Παλαιγεωργίου Γιώργος	gpalegeo@gmail.com
Πάλλη Ιωάννα	palligianna@gmail.com
Παναγιωτίδης Θεόδωρος	teomond@yahoo.gr
Πανούσης Κωνσταντίνος	daskalosk@me.com
Πανταζή Γιαννούλα	liannapantazi@gmail.com
Πανταζίδου Μαρίνα	mpanta@central.ntua.gr
Παντελίδης Αντώνης	orion42@sch.gr
Παντίδος Παναγιώτης	ppantidos@nured.auth.gr
Παπαγεωργίου Γεώργιος	gpapageo@eled.duth.gr
Παπαδάκης Νικόλαος	nikospapadakis1960@gmail.com
Παπαδοπούλου Μαίρη	marypap3@hotmail.com
Παπαδοπούλου Πηνελόπη	ppapadopoulou@uowm.gr
Παπαδοπούλου Σ. Αθανασία	papath55@yahoo.gr
Παπαευριπίδου Μάριος	mpapa@ucy.ac.cy
Παπαθανασίου Ολυμπία	olympia.pap74@gmail.com
Παπαθανασίου Σταυρούλα	stavpapath300@gmail.com



Παπαϊωάννου Σ.	spapaioa@physics.auth.gr
Παπαλεξόπουλος Παναγιώτης	papalex@uth.gr
Παππά Τ. Ελένη	elenpappa@yahoo.gr
Παρασκευάς Απόστολος	aparaske@sch.gr
Παρασκευόπουλος Στέφανος	pstefano@uth.gr
Παρισσοπούλου Ευαγγελία	evipariso@gmail.com
Παρούση Αντιγόνη	aparous@ecd.uoa.gr
Παρχαρίδης Ισαάκ	parchar@hua.gr
Πασσαδέλλη Ανθούλα Στυλιανή	geod17002@geo.aegean.gr
Πασσιάς Λάζαρος	lpassias@physics.auth.gr
Πασχαλίδου Κατερίνα	kpaschalidou@chem.uoa.gr
Πατηνιώτη Πόπη	p.patinioti@gmail.com
Πατρινόπουλος Ματθαίος	mpatrinopoulos@hotmail.gr
Πατσαδάκης Μανώλης	patsadakis@gmail.com
Παύλου Υβόνη	pavlou.ivoni@ucy.ac.cy
Πέικος Γιώργος	giorqospeikos@gmail.com
Πετρίδου Ελένη	elenipetridou@gmail.com
Πέτρου Στέλλα	petrou.stella@ucy.ac.cy
Πετσιβα Μαρία	mape6457@gmail.com
Πιερράτος Θεόδωρος	pierratos@gmail.com
Πιννίκα Βασιλεία	psted15003@rhodes.aegean.gr
Πιτούλι Γίουριν	giourin@yahoo.com
Πλακίτση Αικατερίνη	kplakits@gmail.com
Πνευματικός Δημήτριος	dpnevma@gmail.com
Πολάτογλου Χαρίτων	hariton@auth.gr
Πρίνου Λουκία	lpriuou@primedu.uoa.gr
Προσπαθόπουλος Αλέξανδρος	aleprospi@gmail.com



Ραβάνης Κωνσταντίνος	ravanis@upatras.gr
Ράγκου Πολυξένη	pragkou@for.auth.gr
Ρέντη Άννα	arenti@physics.auth.gr
Ρεπανίδου Ιωάννα	ioanna.repanidou@gmail.com
Ρετάλη Καρολίνα	retali.karolina@ac.eap.gr
Ρούμελης Νικόλαος	nroum@sch.gr
Ρούσσος Πέτρος	roussosp@psych.uoa.gr
Σακελλάρη Κωνσταντίνα	kwnsakel@hotmail.com
Σακελλαρίδη Ελένη	elsk.89@gmail.com
Σάλτα Κατερίνα	ksalta@chem.uoa.gr
Σαμαντά Αγγελική	angelikisamanta@gmail.com
Σαμαρά - Χρυσοστομίδου Αναστασία	asamara@physics.auth.gr
Σαραντόπουλος Ιωάννης	isarantop@gmail.com
Σαράφογλου Αναστάσιος	asara@physics.auth.gr
Σαρρής Μιχαήλ	msaris2@yahoo.com
Σγουρός Γιάννης	sgouros@sch.gr
Σερέπα Βασιλική	vaserepa@gmail.com
Σερμπίνη Ευαγγελία	bulaserb@gmail.com
Σέρογλου Φανή	seroglou@eled.auth.gr
Σιγάλας Μιχάλης	sigalas@chem.auth.gr
Σκορδούλης Κωνσταντίνος	kostas4skordoulis@gmail.com
Σκουμιός Μιχαήλ	skoumios@rhodes.aegean.gr
Σμυρναίου Ζαχαρούλα	zsmyrnaiou@ppp.uoa.gr
Σούδη Αντωνία	antonia03_sou@hotmail.com
Σούλιος Ιωάννης	soulios@sch.gr
Σούλης Σπυρίδων Γεώργιος	ssoulis@cc.uoi.gr
Σοφιανίδης Άγγελος	angelos.sofianidis@gmail.com



Σπαή Αγγελική	angelikisp@yahoo.gr
Σπηλιωτοπούλου Βασιλική	vaspilot@aspete.gr
Σπύρτου Άννα	aspirtou@uowm.gr
Σταμοβλάσης Δημήτριος	stadi@edlit.auth.gr
Σταμούλης Ευθύμιος	estamoulis@sch.gr
Σταράκης Ιωάννης	gstarakakis@gmail.com
Σταυρή Γαρυφαλλιά	gstavri7@gmail.com
Σταυριανουδάκη Αλεξία	alexia_stavr89@yahoo.co.uk
Σταυρόπουλος Βασίλειος	bstavro@gmail.com
Σταύρου Δημήτρης	dstavrou@edc.uoc.gr
Σταύρου Ιωάννα	ioanna.k.stavrou@gmail.com
Στεφανή Χριστίνα	stefanilh@otenet.gr
Στεφανίδου Κωνσταντίνα	sconstant@primedu.uoa.gr
Στεφάνου Χρήστος	christef@gmail.com
Στούμπα Αρτεμησία	artemis.stoumpa@gmail.com
Στριλιγκά Αναστασία	anastri93@gmail.com
Στύλος Γεώργιος	geo_sty@hotmail.com
Σχίζας Δημήτριος	d.schizas@ihu.edu.gr
Σωτηρόπουλος Ι. Δημήτριος	dsotiropoulos@uth.gr
Ταμπάκη Μάρθα	thouli79@yahoo.gr
Ταραμόπουλος Αθανάσιος	ttar@sch.gr
Τερζή Βασιλική	baterzi@gmail.com
Τζαμαλής Παύλος	ptzamalis@sch.gr
Τζανάκης Κωνσταντίνος	tzanakis@edc.uoc.gr
Τζήκα Βασιλική	vickytz@windowslive.com
Τζίμα Γαρυφαλλιά	linatzima95@gmail.com
Τζιμογιάννης Αθανάσιος	ajimovia@uop.gr



Τζιώλη Μαρία	mariatzioli@hotmail.com
Τζουγκράκη Χρύσα	tzougraki@chem.uoa.gr
Τόλη Γεωργία	toligeorgia@yahoo.gr
Τόμπρας Γεώργιος	gtombbras@phys.uoa.gr
Τοπολιάτη Μαρία	topoliati@yahoo.com
Τριανταφυλλίδου Ρηγία	reginatriant@gmail.com
Τσάκωνας Παναγιώτης	ptsakon@gmail.com
Τσαλαπάτη Κωνσταντίνα	ktsalapati@hotmail.com
Τσαλίκη Δημητρίου Χριστίνα	tsalikix@gmail.com
Τσαπαρλής Γεώργιος	gtseper@cc.uoi.gr
Τσελφές Βασίλης	tselfesv@ecd.uoa.gr
Τσέτσερη Μαρία	mtsetse@phys.uoa.gr
Τσιάλμα Καλλιόπη	tsialmp@yahoo.gr
Τσιαστούδης Δημήτριος	tsiastoudis@gmail.com
Τσιλφίδου Σοφία	sofia.tsilfidoy@yahoo.com
Τσιτουρίδου Μελπομένη	tsitouri@nured.auth.gr
Τσίχλη Σταυρούλα	sttsihli@yahoo.gr
Τσιχουρίδης Χαρίλαος	hatsihour@uth.gr
Τσολακίδου Σοφία	s.tsolakidou@gmail.com
Τσομπανόπουλος Ιωάννης	giannistsomb@gmail.com
Τσόπογλου-Γκίνα Δέσποινα	despina.tg@gmail.com
Τσούκος Σεραφεΐμ	stsoukos@yahoo.com
Υφαντής Χρήστος	christosyfandis@gmail.com
Φασουλόπουλος Γεώργιος	gfasou@yahoo.gr
Φερεντίνου Αναστασία	ferentinou.a@gmail.com
Φερμάνη Μαρία	fermanimaria94@gmail.com
Φουλίδου Ειρήνη	eirinifouli@yahoo.gr



Φώτου Δαμασκού Νικόλαος	nfotou@lincoln.ac.uk
Χαιρέτης Μανόλης	manolisxaireths.bt2@gmail.com
Χαϊτίδου Μαρία	chaitidou@gmail.com
Χαλκιά Κρυσταλλία	kxalkia@primedu.uoa.gr
Χαλκιαδάκης Δημητρίου Κωνσταντίνος	chalkia.duck@gmail.com
Χαλκίδης Άνθιμος	achalkid@gmail.com
Χανιωτάκης Νικόλαος	chaniotakis@uoc.gr
Χαραλάμπους Μαρία	maria-ch@hotmail.co.uk
Χαριστός Νικόλας	nicharis@chem.auth.gr
Χαρίτος Κωνσταντίνος	kcharit4@gmail.com
Χατζηελευθερίου Γεώργιος Εμμανουήλ	echatzie@sch.gr
Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης	evris@physics.auth.gr
Χατζηνικήτα Βασιλεία	hatzinikita@eap.gr
Χαχλιουτάκη Μαρία-Ελένη	m.xaxlioutaki@gmail.com
Χιώνης Γεώργιος	georgios_hionis@hotmail.com
Χρηστίδης Πάρης	parchrist@gmail.com
Χρηστίδου Ακριβή	achristidou@uowm.gr
Χρηστίδου Βασιλεία	vchristi@ece.uth.gr
Χριστονάσης Αντώνιος	christonasis.a@hotmail.com
Χριστοπούλου Στυλιανή	schristopo@gmail.com
Χριστοφοράκη Μαρία	maria.xrist2000@gmail.com
Ψύλλος Δημήτρης	psillos@eled.auth.gr
Ψυχάρης Σαράντος	spsycharis@gmail.com



ISBN: 978-618-83267-7-4