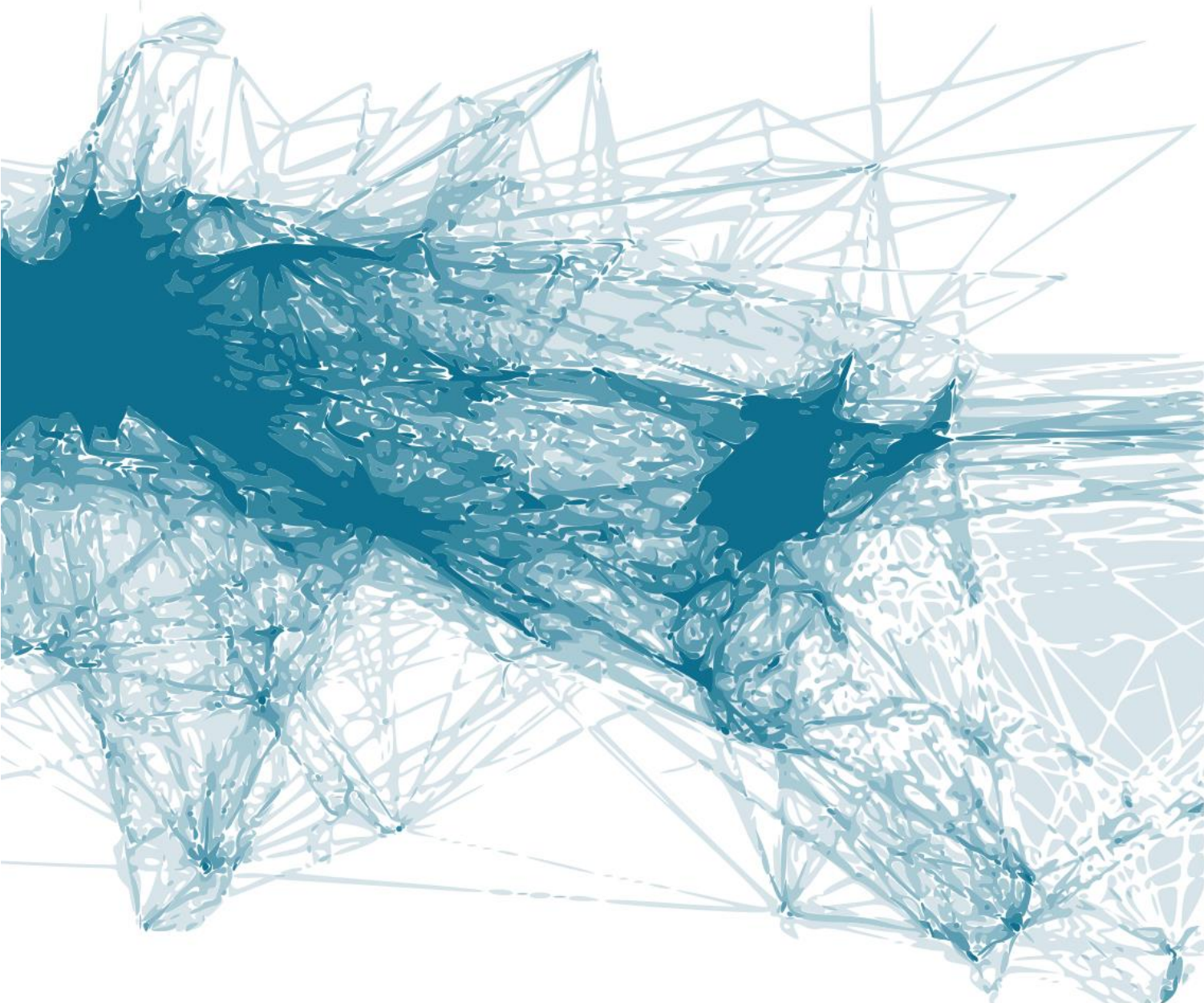


# 12<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Ο Ρόλος της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες  
στην κοινωνία του 21ου αιώνα



## ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΑΘΗΝΑ | 19 έως 21 Νοεμβρίου 2021



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικών και Καποδιστριακών  
Πανεπιστημίων Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
Εθνικού και Καποδιστριακού  
Πανεπιστημίου Αθηνών



**ΕΝΕΦΕΤ**

Ένωση για την Εκπαίδευση στις  
Φυσικές Επιστήμες & την Τεχνολογία

# Πρακτικά

12<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου  
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και  
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

**Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην  
κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα**

## Επιμέλεια:

Σκορδούλης Κωνσταντίνος, Στεφανίδου Κωνσταντίνα,  
Μανδρίκας Αχιλλέας, Μπόικος Ηλίας

Αθήνα, 2023



ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
Εθνικού και Καποδιστριακού  
Πανεπιστημίου Αθηνών

«Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα»  
Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου  
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση  
Αθήνα, 19-21 Νοεμβρίου 2021  
Μέγαρο της Μαρασλείου Παιδαγωγικής Ακαδημίας  
Πρακτικά Συνεδρίου  
**ISBN 978-618-82007-4-6**

Επιμέλεια έκδοσης: Σκορδούλης Κωνσταντίνος, Στεφανίδου Κωνσταντίνα, Μανδρίκας Αχιλλέας,  
Μπόικος Ηλίας  
Σελιδοποίηση - εξώφυλλο: Μπόικος Ηλίας, Μανδρίκας Αχιλλέας  
Σχεδίαση υλικού συνεδρίου: Μπόικος Ηλίας

2023

Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας  
Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης  
Σχολή Επιστημών της Αγωγής  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Web site: <http://synedrio2021.enepnet.gr>

Πλήρης βιβλιογραφική αναφορά:

Σκορδούλης Κ., Στεφανίδου Κ., Μανδρίκας Α. & Μπόικος Η. (2023). Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα / Πρακτικά 12<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σελ. χχ-ψψ., Εκδόσεις ΕΚΠΑ, Αθήνα 2023, ISBN 978-618-82007-4-6, ημερομηνία πρόσβασης: ηη/μμ/εε

Συνέδριο με κρίση εργασιών

Όλες οι εργασίες του συνεδρίου κρίθηκαν με τυφλή κρίση από δύο τουλάχιστον κριτές, οι οποίοι/ες ήταν μέλη της επιστημονικής επιτροπής ή/και του αναφερόμενου καταλόγου κριτών.



ΑΘΗΝΑ 2023 - CC BY-NC 4.0

**Μπορείτε να:**

Μοιραστείτε — αντιγράψετε και αναδιανέμετε το υλικό με κάθε μέσο και τρόπο  
Προσαρμόσετε — αναμείξετε, τροποποιήσετε και να δημιουργήσετε πάνω στο υλικό

**Υπό τους ακόλουθους όρους:**

Αναφορά Δημιουργού — Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.

**Μη Εμπορική Χρήση** — Δεν μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς

## Οργανωτική Επιτροπή

Πρόεδρος

Κώστας Σκορδούλης, Πρόεδρος ΠΤΔΕ, Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

Μέλη

1. Αποστολία Γαλάνη, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
2. Γιώργος Γεωργιάδης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
3. Μάρθα Γεωργίου, Βιολογικό Τμήμα, ΕΚΠΑ
4. Αριστοτέλης Γκιόλμας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
5. Αθηνά Καρατζά, Υποψήφια διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
6. Γιάννα Κατσιαμπούρα, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
7. Ναυσικά Καψαλά, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
8. Γιώργος Κουτρομάνος, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
9. Κυριάκος Κυριακού, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
10. Παναγιώτης Λάζος, Υποψήφιος διδάκτορας ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
11. Αχιλλέας Μανδρίκας, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
12. Νέλλη Μαρώση, Υποψήφια διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
13. Ευαγγελία Μαυρικάκη, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
14. Βασίλης Μιχαλόπουλος, Συνεργάτης, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
15. Ηλίας Μπόικος, Υποψήφιος διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
16. Χριστίνα Νομικού, Υποψήφια διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
17. Παναγιώτης Παντίδος, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, ΕΚΠΑ
18. Γρηγόρης Σπηλιόπουλος, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
19. Γιάννης Σταράκης, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, ΕΚΠΑ
20. Ιωάννα Σταύρου, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
21. Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
22. Αρτεμηςία Στούμπα, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
23. Ασημάκης Ταλαμάγκας, Υποψήφιος διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
24. Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
25. Αναστασία Φερεντίνου, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
26. Άνθιμος Χαλκίδης, Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
27. Βασιλίνα Ψωμά, Υποψήφια διδάκτορας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

## Επιτροπή κριτών

1. Αθανασίου Κυριάκος, Ομότιμος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
2. Αντώνογλου Λεμονιά, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
3. Βελέντζας Αθανάσιος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
4. Γαβριλάκης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
5. Γαλάνη Αποστολία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
6. Γαλανοπούλου Κωνσταντίνα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
7. Γαρυφαλλίδου Δέσποινα, Διδάκτορας, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
8. Γκιόλμας Αριστοτέλης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
9. Γεωργίου Μάρθα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
10. Δημητριάδη Κυριακή, Διδάκτορας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
11. Δημητρίου Αναστασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
12. Ζαχαρία Ζαχαρίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου
13. Ζουπίδης Αναστάσιος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
14. Ιωαννίδης Γιώργος, Πανεπιστήμιο Πατρών
15. Καλαϊτζιδάκη Μαριάννα, Πανεπιστήμιο Κρήτης
16. Καλκάνης Γιώργος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
17. Καλογιαννάκης Μιχάλης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
18. Καριώτογλου Πέτρος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
19. Κατσιαμπούρα Γιάννα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
20. Κλωνάρη Κατερίνα, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
21. Κολιόπουλος Δημήτρης, Πανεπιστήμιο Πατρών
22. Κόλλας Σπύρος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
23. Κόλλιας Βασίλης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
24. Κορφιάτης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Κύπρου
25. Κώτσης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
26. Κουλουγλιώτης Διονύσης, Ιόνιο Πανεπιστήμιο
27. Κωνσταντίνου Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Κύπρου
28. Λαμπρινός Νίκος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
29. Λεύκος Ιωάννης, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
30. Μαλανδράκης Γεώργιος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
31. Μανδρίκας Αχιλλέας, ΣΕΕ Αειφορίας 6ου ΠΕΚΕΣ Αττικής
32. Μαυρικάκη Ευαγγελία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
33. Μιχαηλίδης Παναγιώτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
34. Μόγιας Θανάσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
35. Μιχαηλίδη Αιμιλία, Πανεπιστήμιο Κρήτης
36. Μολοχίδης Αναστάσιος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
37. Παντίδος Παναγιώτης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
38. Παρασκευάς Απόστολος, ΣΕΕ 2ο ΠΕΚΕΣ Κεντρικής Μακεδονίας
39. Παπαγεωργίου Γιώργος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
40. Παπαδοπούλου Πηνελόπη, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
41. Πατρινόπουλος Ματθαίος, ΣΕΕ 2ο ΠΕΚΕΣ Αττικής
42. Πετρίδου Ελένη, Διδάκτορας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

43. Πλακίτση Κατερίνα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
44. Πνευματικός Δημήτρης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
45. Πολάτογλου Χαρίτωνας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
46. Πρίνου Λουκία, Διδάκτορας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
47. Ραβάνης Κωνσταντίνος, Πανεπιστήμιο Πατρών
48. Σάλτα Κατερίνα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
49. Σιγάλας Μιχάλης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
50. Σέρογλου Φανή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
51. Σκορδούλης Κώστας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
52. Σκουμιάς Μιχάλης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
53. Σμυρναίου Ζαχαρούλα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
54. Σούλιος Ιωάννης, Οργανωτικός Συντονιστής, ΠΕΚΕΣ Δυτικής Μακεδονίας
55. Σπηλιοτοπούλου Βασιλική, ΑΣΠΑΙΤΕ Πατρών
56. Σπύρτου Άννα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
57. Σταμοβλάσης Δημήτρης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Αθήνας
58. Σταράκης Γιάννης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
59. Σταύρου Δημήτρης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
60. Σταύρου Ιωάννα, Διδάκτορας, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
61. Στεφανίδου Κωνσταντίνα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
62. Στύλος Γιώργος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
63. Σωτηρόπουλος Δημήτρης, Διδάκτορας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
64. Ταραμόπουλος Θανάσης, Διδάκτορας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
65. Τζουγκράκη Χρύσα, Ομότιμη, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
66. Τσάκωνας Παναγιώτης, Πανεπιστήμιο Πειραιά
67. Τσαπαρλής Γιώργος, Ομότιμος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
68. Τσελφές Βασίλης, Ομότιμος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
69. Χαλκιά Λία, Ομότιμη, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
70. Φερεντίνου Αναστασία, Διδάκτορας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
71. Φώτου Νίκος, University of Lincoln, UK
72. Χαλκίδης Άνθιμος, Διδάκτορας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
73. Χαριστός Νίκος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
74. Χαρίτος Κωνσταντίνος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
75. Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
76. Χρηστίδου Βασιλεία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
77. Ψύλλος Δημήτρης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
78. Ψυχάρης Σαράντος, ΑΣΠΑΙΤΕ Αθηνών

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## **Πλαίσιο και σκοπός του συνεδρίου**

Το 12ο Συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ διοργανώθηκε από το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και συγκεκριμένα από το Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης.

Σκοπός του 12ου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ ήταν η αποτύπωση των εξελίξεων στην έρευνα της διδακτικής των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας καθώς και η αναζήτηση νέων προοπτικών σύμφωνα με τις τρέχουσες συνθήκες στην εκπαιδευτική κοινότητα στην Ελλάδα και διεθνώς.

Το 12ο Συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ με τίτλο «Ο Ρόλος της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην Κοινωνία του 21ου αιώνα» διεξήχθη στη σκιά της πανδημίας COVID-19 που έπληξε ολόκληρο τον πλανήτη με τραγικές συνέπειες στην υγεία εκατομμυρίων ανθρώπων αλλά και σε όλες τις μορφές της κοινωνικής και οικονομικής ζωής. Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες την περίοδο αυτή γνώρισε νέες μεγάλες προκλήσεις που σχετίζονται τόσο με το ίδιο της το περιεχόμενο και τις προτεραιότητες που θέτει όσο και με τους εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας.

Είναι οι πολίτες σήμερα έτοιμοι να «ερμηνεύσουν» κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα όπως η πανδημία COVID-19 και να συμβάλουν στη διαμόρφωση της σχέσης επιστήμης, κοινωνίας και πολιτικής; Η απάντηση στο ερώτημα είναι πολύ πιο σύνθετη από το ίδιο το ερώτημα και αποτελεί πρόκληση για όλη την κοινότητα της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία. Τα ζητήματα τα οποία η κοινότητα έχει να αντιμετωπίσει τον 21ο αιώνα είναι πολλά και η πανδημία είναι μία μόνο αφορμή: αντιεπιστημονικές και ψευδοεπιστημονικές προσεγγίσεις όπως το κίνημα του αντιεμβολιασμού και σενάρια συνωμοσίας καθώς και η σχέση επιστήμης, οικονομίας και πολιτικής όπως διαμορφώνεται στις υπάρχουσες συνθήκες.

Παράλληλα, η εκπαιδευτική κοινότητα στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία βρέθηκε και βρίσκεται μπροστά στην πρόκληση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, η οποία μας παρείχε «τη λύση» για τη συνέχεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας την περίοδο της πανδημίας. Εύλογα όμως τίθεται το ερώτημα αν και κατά πόσο η διάδοσή της θα επιφέρει μόνιμες αλλαγές στον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε το σχολείο, το πανεπιστήμιο και όλες τις δομές εκπαίδευσης και έρευνας στο μέλλον.

Σήμερα περισσότερο από ποτέ φαίνεται αναγκαία μια συμφωνία των ερευνητών της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία προκειμένου να επαναπροσδιοριστεί ο ρόλος των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας στην κοινωνία του 21ου αιώνα. Υπό αυτό το σκεπτικό κλήθηκαν τόσο οι έμπειροι ερευνητές στο πεδίο, όσο και οι νέοι ερευνητές να καταθέσουν τις προτάσεις τους στις παρακάτω θεματικές περιοχές:

- Διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ)
- Διδασκαλία και μάθηση στην Τεχνολογία
- Εκπαίδευση STEM και Φυσικές Επιστήμες

- Αντιλήψεις και συλλογισμοί μαθητών και εκπαιδευτικών
- Αναλυτικά Προγράμματα και βιβλία στις ΦΕ και την Τεχνολογία
- Εφαρμογές ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ και της Τεχνολογίας
- Εκπαίδευση και Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών
- Επιστημονικός γραμματισμός
- Εκπαιδευτική αξιοποίηση της Ιστορίας και Φιλοσοφίας στις ΦΕ και την Τεχνολογία
- Κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα και φύση της επιστήμης
- Διδακτικές πρακτικές
- Πειραματική διδασκαλία
- Αναλογίες, μοντέλα και μοντελοποίηση
- Άτυπη εκπαίδευση στις ΦΕ και την Τεχνολογία
- Διαθεματικές προσεγγίσεις στις ΦΕ και την Τεχνολογία
- Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών για την Κοινωνική & Περιβαλλοντική Δικαιοσύνη
- Περιβαλλοντικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις
- Εξ αποστάσεως εκπαίδευση στις ΦΕ

### **Διεξαγωγή του Συνεδρίου**

Το 12ο Συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ αρχικά ήταν σχεδιασμένο να πραγματοποιηθεί την άνοιξη του 2021, όπως συνηθίζεται με τα συνέδρια της ΕΝΕΦΕΤ. Εξαιτίας της εξέλιξης της πανδημίας COVID-19 μια τέτοια απόφαση θα σήμαινε ότι το συνέδριο θα γινόταν «μοιραία» διαδικτυακά. Μετά από εκτεταμένες συζητήσεις μεταξύ της οργανωτικής επιτροπής και του ΔΣ της ΕΝΕΦΕΤ αποφασίστηκε να καθυστερήσει η πραγματοποίησή του με σκοπό να διεξαχθεί με φυσική παρουσία. Ωστόσο, η παρατεταμένη περίοδος της πανδημικής κρίσης ώθησε την οργανωτική επιτροπή και το ΔΣ να συναποφασίσουν την διεξαγωγή του με υβριδικό τρόπο, δηλαδή δια ζώσης και εξ αποστάσεως. Η απόφαση αυτή ήταν στο πλαίσιο του να δοθεί η δυνατότητα συμμετοχής σε όλους τους συναδέλφους, ανεξάρτητα από το αν ανήκαν σε ευπαθείς ομάδες, το πρόγραμμα του εμβολιασμού κοκ. Έμφαση δόθηκε στο δια ζώσης σκέλος του συνεδρίου. Προκειμένου να μετριαστούν οι συνέπειες του εξ αποστάσεως σκέλους του συνεδρίου στην εξέλιξη του δια ζώσης, αποφασίστηκε από την οργανωτική επιτροπή οι δύο τρόποι να γίνουν σειριακά και όχι παράλληλα. Ως εκ τούτου, το εξ αποστάσεως σκέλος του συνεδρίου πραγματοποιήθηκε στο πρωινό της πρώτης μέρας διεξαγωγής του συνεδρίου (Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021) και από το μεσημέρι της ίδιας μέρας μέχρι και την Κυριακή 21 Νοεμβρίου διεξήχθη το δια ζώσης σκέλος.

Στο συνέδριο συμμετείχαν ερευνητές από πλήθος Ανώτατων Ιδρυμάτων της χώρας, όπως το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πανεπιστήμιο Πατρών καθώς και από το Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας, Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιεργειών, το Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, τον Υδροβιολογικό Σταθμό Πέλλας, το Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο



Τεχνολογίας. Επιπλέον συμμετείχαν ερευνητές και από τρία Ιδρύματα Ευρωπαϊκών χωρών: University of Flensburg (Γερμανία), University of Oxford (Ηνωμένο Βασίλειο) και University of Groningen (Ολλανδία). Επιπλέον στο συνέδριο συμμετείχαν εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από νηπιαγωγεία δημοτικά, γυμνάσια, γενικά ημερήσια και εσπερινά λύκεια, καθώς και από επαγγελματικά λύκεια της χώρας. Τέλος, στις εργασίες του συνεδρίου συμμετείχαν εκπαιδευτικοί που υπηρετούν σε Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ), Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΚΠΕ) και Περιφερειακά Κέντρα Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού (ΠΕΚΕΣ).

Στο συνέδριο προσκλήθηκαν ως ομιλητές ο καθηγητής Peter Heering (Professor of Physics and Physics Didactics, Europa-Universität Flensburg) και η καθηγήτρια Sibel Erduran (Professor of Science Education, University of Oxford) οι οποίοι έδωσαν τις ομιλίες τους διαδικτυακά, λόγω των περιορισμών που υπήρχαν εξαιτίας της πανδημίας.

Στο πλαίσιο του Συνεδρίου πραγματοποιήθηκε η διαδραστική έκθεση Planets in Your Hand, υπό την επιστημονική επιμέλεια του κ. Κοσμά Γαζέα, Λέκτορα του Τμήματος Φυσικής του ΕΚΠΑ και ομάδας μεταπτυχιακών φοιτητών του Τμήματος Φυσικής καθώς και του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΕΚΠΑ.

Επιπλέον, στο πλαίσιο του συνεδρίου οργανώθηκε ανοιχτή συζήτηση με θέμα: «Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία – Ο ρόλος του περιοδικού της ΕΝΕΦΕΤ στις σύγχρονες προκλήσεις της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία σήμερα» καθώς και εις μνήμην του Ανδρέα Κασσέτα παρουσίαση του βιβλίου του «Οι έννοιες της φυσικής και η διδασκαλία τους».

Η οργανωτική επιτροπή του 12ου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ, σε συμφωνία με το ΔΣ της ΕΝΕΦΕΤ, χρησιμοποίησε την ηλεκτρονική πλατφόρμα που είχε αναπτυχθεί και εφαρμοστεί με επιτυχία στα προηγούμενα συνέδρια, για την υποβολή και την κρίση των εργασιών. Η πληροφόρηση των εμπλεκόμενων αλλά και του κοινού γινόταν επί το πλείστον μέσω της ιστοσελίδας που δημιουργήθηκε για αυτό τον σκοπό <http://synedrio2021.enepnet.gr/>

### ***Οι εργασίες του συνεδρίου και των πρακτικών***

Όλες οι εργασίες που κατατέθηκαν υποβλήθηκαν στη διαδικασία της τυφλής κρίσης. Από αυτές έγιναν δεκτές για να παρουσιαστούν στο συνέδριο 156 εργασίες και 108 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**

<b>Κατηγορία εργασίας</b>	<b>Παρουσιάστηκαν στο συνέδριο</b>	<b>Αναθεωρημένες εργασίες στον τόμο των πρακτικών</b>
Προφορική ανακοίνωση	120	85
Συμπόσιο	3	2
Αναρτημένη εργασία (Poster)	19	12
Εργαστήριο	5	5
Συνεδρία Στρογγυλής Τράπεζας	1	1
Εργασία Εφαρμογών	8	7

Ο Τόμος των Πρακτικών περιλαμβάνει τη μία από τις δύο προσκεκλημένες ομιλίες. Η δεύτερη ομιλία λόγω προσωπικού κωλύματος της εισηγήτριας δεν περιλαμβάνεται.

### **Ευχαριστίες**

Το 12ο Συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ πραγματοποιήθηκε σε μια εποχή πρωτόγνωρη για την ανθρωπότητα, για την επιστήμη και για την εκπαίδευση. Οι συνθήκες της προετοιμασίας του και της διεξαγωγής του ήταν ιδιαίτερα απαιτητικές και η συμβολή των παρακάτω ανθρώπων ήταν καθοριστική. Στο πλαίσιο αυτό θέλουμε να ευχαριστήσουμε:

Τον κ. Νίκο Καπελώνη μέλος ΕΤΕΠ του ΠΤΔΕ, του Πανεπιστημίου Κρήτης για την υποστήριξή του στη λειτουργία της πλατφόρμας υποβολής και κρίσης των εργασιών.

Την Οργανωτική Επιτροπή του 11ου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ για την πολύτιμη εμπειρία που μας μετέφερε.

Το ΔΣ της ΕΝΕΦΕΤ για την αμέριστη στήριξη και συνεργασία που παρείχε σε όλες τις φάσεις λήψης αποφάσεων.

Τον κ. Λεωνίδα Εξαρχάκο, μέλος ΕΤΕΠ του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ για την υποστήριξη όλων των ψηφιακών λειτουργιών του συνεδρίου.

Τις προπτυχιακές και μεταπτυχιακές φοιτήτριες και φοιτητές του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ που με ιδιαίτερη προθυμία, πνεύμα συνεργασίας και επαγγελματισμού στήριξαν ποικιλοτρόπως τις εργασίες του συνεδρίου. Ιδιαίτερα ευχαριστούμε την Ειρήνη Ασπρομάτη, Μαρία Βουτσά, Γεωργία Γκιτζένα, Αγγελική Δελή, Αναστάσιο Καποδίστρια, Νατάσσα Καράμπελα, Φωτεινή Μαρή, Δέσποινα – Πηγή Μπαρμπαρή, Κατερίνα Μπενίση, Γεωργία Νομικού, Δήμητρα Νταλούκα, Μαρία Παναγοπούλου, Ζωγραφιά Παπαπαναγιώτου, Βρισηίδα Σκουτέρη.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Οργανωτική Επιτροπή του 12ου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ κάνοντας ιδιαίτερη αναφορά στον Ηλία Μπόικο, υποψήφιο

διδάκτορα του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ. Οι αμέτρητες ώρες που δούλεψε για το συνέδριο αυτό, η αποτελεσματικότητά του στη διαχείριση μικρών ή μεγαλύτερων ζητημάτων καθώς και η ενσυναίσθηση που τον χαρακτήριζε σε όλες τις φάσεις, άφησαν το αποτύπωμά του σε όλα τα στάδια σχεδιασμού και υλοποίησης του συνεδρίου. Τον ευχαριστούμε από καρδιάς.

**Απρίλιος 2023**

**Κώστας Σκορδούλης, Καθηγητής, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ**  
**Κωνσταντίνα Στεφανίδου, ΕΔΙΠ, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ**

## Περιεχόμενα

Πρόλογος	7
Περιεχόμενα	12
Προσκεκλημένες Ομιλίες	31
His story and her story: Using StoryTelling in science education <b>Prof. Peter Heering</b>	32
ΔΙΑ ΖΩΣΗΣ ΣΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ	34
Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021, 11:00 - 12:30	
<b>Αναρτημένες Ανακοινώσεις (Posters)</b>	35
Αξιολόγηση μαθητών/τριων Νηπιαγωγείου στο περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας: η χρήση του Makey-Makey <b>Σπυριδούλα Γκιρεμέζη, Γιώργος Πέικος, Μαρία Τζιώλη, Άννα Σπύρτου</b>	36
Evaluation of preschoolers’ understanding of Nanotechnology content: the use of Makey-Makey <b>Spyridoula Gkiremezi, Giorgos Peikos, Maria Tzioli, Anna Spyrtou</b>	36
Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση φοιτητών σε σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα: Το πρόγραμμα STEM - DIGITALIS <b>Αθανασία Κοκολάκη, Αργύρης Νιπυράκης, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Ελένη Μποτζάκη, Μαρία Κενδριστάκη, Ελευθερία Δρακουλάκη, Χαρά Μπιτσάκη, Νίκος Καπελώνης, Δημήτρης Σταύρου</b>	41
Development of digital learning environments for pre – service teachers’ education in STEM advanced topics: The STEM - DIGITALIS project <b>Athanasia Kokolaki, Argyris Nipyarakis, Emily Michailidi, Eleni Botzaki, Maria Kendristaki, Eleftheria Drakoulaki, Chara Bitsaki, Nikos Kapelonis, Dimitris Stavrou</b>	41
Οι Νέες Τεχνολογίες στην υπηρεσία ενδυνάμωσης του Θαλάσσιου Γραμματισμού σε μαθητές Γυμνασίου: Μελέτη περίπτωσης <b>Μιχάλης Κουκουλάκης, Αθανάσιος Μόγιας</b>	46
New Technologies in the service of strengthening high school students’ Ocean Literacy: Case study <b>Michalis Koukoulakis, Athanasios Mogias</b>	46
Χαρτογραφώντας την επιστημονική ταυτότητα Ινδών Σιχ μαθητών Επαγγελματικού Λυκείου <b>Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου</b>	52
Mapping Indian Sikh vocational high school students’ science identity <b>Emily Michailidi, Dimitris Stavrou</b>	52

Η διεπιστημονική STEM προσέγγιση στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: Το πρόγραμμα IDENTITIES <b>Αργύρης Νιτυράκης, Αθανασία Κοκολάκη, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Γιάννης Μεταξάς, Νίκος Καπελώνης, Κυριακή Δημητριάδη, Δημήτρης Σταύρου</b>	56
The Interdisciplinary STEM approach in Tertiary Education: The IDENTITIES project <b>Argyris Nityrakis, Athanasia Kokolaki, Emily Michailidi, Kalliopi Giannakoudaki, Giannis Metaxas, Nikos Kapelonis, Kyriaki Dimitriadi, Dimitris Stavrou</b>	56
Μελέτη των αρχικών ιδεών των φοιτητών/τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων για την αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών στη νανοκλίμακα <b>Αναστασία Οικονόμου, Δημήτρης Αλεξίου, Λεωνίδας Μάνου</b>	62
Examination of student teachers' ideas about the alteration of materials' properties at the nanoscale <b>Anastasia Oikonomou, Dimitris Alexiou, Leonidas Manou</b>	62
Δραστηριότητες διερεύνησης με σκοπό τη διδασκαλία της σημασίας και της υποβάθμισης των υγροτόπων της Αττικής <b>Δημήτρης Χαλκίδης, Μαριάννα Χ. Παππά, Μαρία Μηνά, Βαλεντίνα - Ευαγγελία Κουμπενά</b>	67
Inquiry-based activities in order to teach the importance and degradation of the wetlands of Attica (Greece) <b>Dimitris Chalkidis, Marianna C. Pappa, Maria Mina, Valentina-Evangelia Koumpena</b>	67
Δημιουργία διαθεματικού εκπαιδευτικού πακέτου για τις αναβαθμίδες καλλιέργειας για μαθητές/τριες σχολείων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής προσέγγισης Project-based learning <b>Χαρά Χρυσανθάκη, Αικατερίνη Κλωνάρη, Θεοδώρα. Πετανίδου</b>	72
Creation of an interdisciplinary educational toolkit for secondary education students on the subject of cultivation dry stone terraces in the context of Project-based learning <b>Chara Chrysanthaki, Aikaterini Klonari, Theodora Petanidou</b>	72
<b>Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021, 15:00 - 16:00</b>	
<b>Προφορικές Ανακοινώσεις</b>	76
Εισαγωγή του Μηχανικού Σχεδιασμού στο Νηπιαγωγείο και το Δημοτικό Σχολείο μέσα από Παραμύθι <b>Μιχάλης Ιωάννου, Αθηνά Μουρουζίδου</b>	77
Introducing the Engineering Design Process in Preschool and Elementary School through a Fairy Tale <b>Michalis Ioannou, Athena Mourouzidou</b>	77
Διερεύνηση των αντιλήψεων μαθητών ηλικίας 11–13 ετών για έννοιες του ηλεκτρισμού <b>Σοφία Βουτσά, Γεώργιος Αμπατζίδης</b>	82
Exploring 11–13-year-old students' perceptions of electricity concepts <b>Sofia Voutsas, Georgios Ampatzidis</b>	82

Ενισχύοντας τον αυτο-προσδιορισμό μαθητών δημοτικού σχολείου αγροτικών περιοχών ως προς την επιστήμη <b>Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου</b>	<b>90</b>
Enhancing rural primary school students' self-positioning in relation to science <b>Emily Michailidi, Dimitris Stavrou</b>	<b>90</b>
Αντιλήψεις μαθητών 5-7 ετών και 4ετών φοιτητών του Τ.Ε.Α.Π.Η. Αθηνών για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον νυχτερινό ουρανό <b>Α. Νικολοπούλου, Σ. Φίλη, Μ. Φούντα, Ι. Σταράκης, Ν. Αδάμου, Δ. Αδαμοπούλου, Χ. Αντωνοπούλου, Σ. Βολακάκη, Ν. Δημητρίου, Ν. Δημητροπούλου, Σ. Καλοπήτα, Β. Κανελοπούλου, Ε. Κωνσταντάρου, Ν. Κάπτζιου, Β. Καραμπούλη, Α. Κατσορίδα, Μ. Μελισσόπουλος, Χ. Μελισσόπουλος, Κ. Μπουγιούρη, Ι. Παναγιώτου, Θ. Πανταζή, Μ. Σ. Σιδέρη, Μ. Ι. Τζάμου, Μ. Τσακίρη, Σ. Τσώνη, Ε. Χόμκο</b>	<b>97</b>
Perceptions of 5-7 years old students and pre-service kindergarten teachers regarding the frequency of the Moon's appearance in the night sky <b>A. Nikolopoulou, S. Fili, M. Founta, I. Starakis, N. Adamou, D. Adamopoulou, C. Antonopoulou, S. Volakaki, N. Dimitriou, N. Dimitropoulou, S. Kalopita, V. Kanelopoulou, E. Konstantarou, N. Kaptziou, V. Karampouli, A. Katsorida, M. Melissopoulos, C. Melissopoulos, K. Bougiouri, I. Panagiotou, T. Pantazi, M. S. Sideri, M. I. Tzamu, M. Tsakiri, S. Tsoni, E. Homko</b>	<b>97</b>
Αφήγηση ιστοριών από την Ιστορία των Βιοεπισημών στη Διατροφική Εκπαίδευση <b>Ελένη Κασκαφέτου, Ευαγγελία Μαυρικάκη, Ναυσικά Καψαλά</b>	<b>106</b>
Storytelling from the History of Life Sciences in Nutrition Education <b>Eleni Kaskafetou, Evangelia Mavrikaki, Nausica Kapsala</b>	<b>106</b>
Η Συμβολή της Ιστορίας της Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση των Υποψηφίων Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες <b>Αναστασία Φερεντίνου, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Διονύσης Βαβουγιός, Κωνσταντίνος Σκορδούλης</b>	<b>115</b>
The Contribution of the History of Technology to the Education of Prospective Primary Education Teachers in the Natural Sciences <b>Anastasia Ferentinou, Constantina Stefanidou, Denis Vavougiou, Constantine Skordoulis</b>	<b>115</b>
Διδασκαλία του πειράματος των δύο σχισμών του Young και του πειράματος των Davisson και Germer, σε εκπαιδευτικούς προπτυχιακού επιπέδου, με στόχο την κατανόηση της περίθλασης. Μία εμπειρική έρευνα <b>Αριστοτέλης Γκιόλμας, Παναγιώτης Λάζος, Βασίλειος Μιχαλόπουλος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Αρτεμισία Στούμπα, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Άνθιμος Χαλκίδης</b>	<b>124</b>
Teaching Young's double-slit experiment and Davisson – Germer experiment, to undergraduate-level educators, aiming at conceptualising diffraction. An empirical research <b>Aristotelis Gkiolmas, Panagiotis Lazos, Vasileios Michalopoulos, Constantine Skordoulis, Artemisia Stoumpa, Konstantina Tsalapati, Anthimos Chalkidis</b>	<b>124</b>
Η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη; Ιδέες μαθητών/τριών Δημοτικού <b>Ρήγας Νεοφώτιστος, Ιωάννης Σταράκης, Κρυσταλλία Χαλκιά</b>	<b>130</b>

Is the Moon self- or hetero- luminous? Alternative ideas of primary school students <b>Rigas Neofotistos, Ioannis Starakis, Krystallia Halkia</b> _____	<b>130</b>
Οι ιδέες μαθητών/τριών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας <b>Αλεξάνδρα Παρασκευοπούλου, Ιωάννης Σταράκης, Κρυσταλλία Χαλκιά</b> _____	<b>140</b>
The primary education students' ideas about the change of day's length <b>Alexandra Paraskevopoulou, Ioannis Starakis, Krystallia Halkia</b> _____	<b>140</b>
Ιδέες μαθητών και μαθητριών της Ε΄ Δημοτικού για το Διάστημα <b>Αικατερίνη Σπανού, Ιωάννης Σταράκης, Κρυσταλλία Χαλκιά</b> _____	<b>148</b>
Fifth grade students' ideas about Space <b>Aikaterini Spanou, Ioannis Starakis, Krystallia Halkia</b> _____	<b>148</b>
Οι διδακτικές πρακτικές φοιτητών ΠΤΔΕ για τη διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων υπό το πρίσμα των επιστημολογικών τους πεποιθήσεων <b>Αθανασία Κοκολάκη, Δημήτρης Σταύρου</b> _____	<b>157</b>
The interaction between pre-service primary teachers' SSI teaching practices and their epistemological beliefs <b>Athanasia Kokolaki, Dimitris Stavrou</b> _____	<b>157</b>
Απόψεις Εκπαιδευτικών ΠΕ04 για τη ΦΤΕ: οι περιπτώσεις των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών και της επιστημονικής μεθοδολογίας <b>Γλυκερία Σκευά, Άννα Κλώθου, Αναστάσιος Ζουπίδης</b> _____	<b>166</b>
Secondary science teachers' views about NoS: the case of the relation between scientific laws and theory and of the scientific methodology <b>Glykeria Skeva, Anna Klothou, Anastasios Zoupidis</b> _____	<b>166</b>
Από το ηλεκτρικό χαλάζι του Volta στην οπτική ίνα του Tyndall: Αναπαράγοντας ιστορικά πειράματα στην τάξη με απλά υλικά <b>Παναγιώτης Λάζος, Κωνσταντίνα Στεφανίδου</b> _____	<b>175</b>
From Volta's Electric Hail to Tyndall Fiber Optic: Reproducing historical experiments in the classroom with simple materials <b>Panagiotis Lazos, Constantina Stefanidou</b> _____	<b>175</b>
<b>Στρογγυλό Τραπέζι</b> _____	<b>179</b>
Διεπιστημονικότητα, συστημική προσέγγιση και κριτική σκέψη μέσω του εκπαιδευτικού υλικού «Αειφορία και COVID-19» <b>Αχιλλέας Μανδρίκας, Κατερίνα Μπαζίγου, Σταυρούλα Τριανταφύλλου, Θεολογία Αβδελλή</b> _____	<b>180</b>
Interdisciplinarity, systemic approach and critical thinking through educational material "Sustainability and COVID-19" <b>Achilleas Mandrikas, Katerina Bazigou, Stavroula Triantafyllou, Theologia Avdelli</b> _____	<b>181</b>
Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021, 09:30 - 11:30 <b>Προφορικές Ανακοινώσεις</b> _____	<b>187</b>

Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία σε χώρους μη τυπικής μάθησης <b>Μαρία Κενδριστάκη, Δημήτρης Σταύρου</b>	<b>188</b>
Development of digital learning environments for the education of students in Science and Technology in non-formal learning environments <b>Maria Kendristaki, Dimitris Stavrou</b>	<b>188</b>
Ανάπτυξη και Αξιολόγηση ψηφιακού διδακτικού υλικού για την Κλιματική Αλλαγή με βάση αρχές Μικτής Μάθησης <b>Ελένη Μποτζάκη, Δημήτρης Σταύρου</b>	<b>197</b>
Development and Evaluation of digital teaching material about Climate Change based on Blended Learning principles <b>Eleni Botzaki, Dimitris Stavrou</b>	<b>197</b>
Οι απόψεις μαθητών Β/θμιας Εκπαίδευσης για την εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 <b>Ιωάννα Σταύρου, Αχιλλέας Μανδρίκας, Κυριάκος Κυριακού, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Κωνσταντίνος Σκορδούλης</b>	<b>207</b>
Secondary school students' views on Physics teaching at a distance in the context of COVID-19 pandemic <b>Ioanna Stavrou, Achilleas Mandrikas, Kyriakos Kyriakou, Constantina Stefanidou, Constantine Skordoulis</b>	<b>207</b>
Επίλυση ασκήσεων με διερεύνηση μέσω μιας εφαρμογής κινητού τηλεφώνου <b>Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης, Στυλιανή Κλαυδιανού</b>	<b>217</b>
Inquiry-based exercise solving using a mobile phone app <b>Konstantinos Chalkiadakis, Styliani Klavdianou</b>	<b>217</b>
Κριτήρια Επιλογών Βίντεο στο YouTube από Μαθητές και Μαθήτριες προκειμένου να εξηγήσουν την Έννοια του Ατόμου <b>Ιωάννης Μπρούζος, Κρυσταλλία Χαλκιά</b>	<b>223</b>
Students' Criteria for choosing YouTube videos in order to explain the concept of "atom" <b>Ioannis Brouzos, Krystallia Halkia</b>	<b>223</b>
Planets In Your Hand: Μία διαδραστική έκθεση του Ηλιακού Συστήματος για τους πολίτες <b>Μαρία Παναγοπούλου, Κοσμάς Γαζέας, Κωνσταντίνα Στεφανίδου</b>	<b>233</b>
Planets In Your Hand: An interactive exhibition of the Solar System for the public <b>Maria Panagopoulou, Kosmas Gazeas, Constantina Stefanidou</b>	<b>233</b>
Η Προσέγγιση των Φοιτητριών του ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ στην Ανάδειξη Ιστορικών Επιστημονικών Οργάνων της Συλλογής του Μαρασλείου ή «Όταν ο Edison συνάντησε τον Wheatstone στο Μαρασλείο» <b>Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Παναγιώτης Λάζος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης</b>	<b>240</b>



Student Teachers' approach to the Highlighting of Historical Scientific Instruments of the Maraslean Collection or "When Edison met Wheatstone in Maraslean Teaching Centre"	
<b>Constantina Stefanidou, Panagiotis Lazos, Constantine Skordoulis</b>	<b>240</b>
Η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη μέσα από ένα Μοντέλο για την Ανθρώπινη Ανάπτυξη	
<b>Ηλίας Μπόικος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης</b>	<b>248</b>
Education for Sustainable Development through a Human Development Model	
<b>Ilias Boikos, Constantine Skordoulis</b>	<b>248</b>
Συμμετοχικός Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες μέσω των Στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης και της Επίλυσης Προβλήματος	
<b>Ηλίας Μπόικος, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Κωνσταντίνος Σκορδούλης</b>	<b>257</b>
Participatory Educational Planning in Science and Environmental Education through SDGs and Problem Solving	
<b>Ilias Boikos, Konstantina Tsalapati, Constantine Skordoulis</b>	<b>257</b>
Μια ακολουθία δραστηριοτήτων για την εισαγωγή στοιχείων της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών: η διαδικασία βελτίωσής της	
<b>Αναστάσιος Ζουπίδης</b>	<b>264</b>
A sequence of activities for the introduction of aspects of Control of Variables Strategy: its refinement process	
<b>Anastasios Zoupidis</b>	<b>264</b>
Αναδόμηση ενός εκπαιδευτικού μοντέλου μικροσκοπικής προσέγγισης της εντροπίας μέσω του παραδείγματος της διάχυσης	
<b>Βαία Μπακάλη, Στέφανος Ασημόπουλος</b>	<b>273</b>
Reconstruction of an educational model for a microscopic approach to entropy through the paradigm of diffusion	
<b>Vaia Bakali, Stefanos Asimopoulos</b>	<b>273</b>
Ανάπτυξη της δεξιότητας της παραμετροποίησης μέσα από διερευνητικά ψηφιακά φύλλα εργασίας	
<b>Γεώργιος Οικονομίδης, Ελένη Πετρίδου, Σαπφώ Φωτιάδου, Αναστάσιος Μολοχίδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης</b>	<b>282</b>
Development of the ability of the students to manage the variables of an experiment through inquiry online worksheets	
<b>George Oikonomidis, Eleni Petridou, Sapfo Fotiadou, Anastasios Molohidis &amp; Evripidis Hatzikraniotis</b>	<b>282</b>
Δυσκολίες των μαθητών Λυκείου στην κατανόηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών	
<b>Αριστείδης Ταυλόπουλος, Αναστάσιος Ζουπίδης</b>	<b>289</b>
Secondary level students' difficulties in understanding the Control of Variables Strategy method	
<b>Aristeidis Tavlopoulos, Anastasios Zoupidis</b>	<b>289</b>

«Αναζητώντας τη Σελήνη»: μια διδακτική παρέμβαση με βάση την παρατήρηση για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον ουράνιο θόλο κατά τη διάρκεια ενός μήνα <b>Ελισάβετ Μίχα, Ιωάννης Σταράκης, Κρυσταλλία Χαλκιά</b>	<b>297</b>
"In Search of the Moon": a teaching intervention based on observation about the frequency of the Moon's appearance in the celestial sphere over the course of a month <b>Elisavet Micha, Ioannis Starakis, Krystallia Halkia</b>	<b>297</b>
Ενώματες προσεγγίσεις της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης στο πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος: μελέτη περίπτωσης <b>Ιωάννης Σταράκης, Παντίδος Παναγιώτης, Κρυσταλλία Χαλκιά</b>	<b>306</b>
Embodied perspective of the Moon's Apparent Motion in the context of Teaching Experiment: a case study <b>Ioannis Starakis, Panagiotis Pantidos, Krystallia Halkia</b>	<b>306</b>
Η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για το εκκρεμές στις ικανότητες των μαθητών του Γυμνασίου που αφορούν στο σχεδιασμό επιστημονικών διερευνήσεων <b>Ιωάννα Καπογιάννη, Μιχαήλ Σκουμιός</b>	<b>314</b>
The impact of a teaching intervention about the pendulum on middle school students' abilities to plan science investigations <b>Ioanna Kapogianni, Michael Skoumios</b>	<b>314</b>
Εργαστήριο φυσικής με τη χρήση κινητών τηλεφώνων - Η περίπτωση της εφαρμογής Phyrhox <b>Παναγιώτης Λάζος, Παύλος Τζαμαλής, Σεραφείμ Τσούκος, Αλέξανδρος Κατέρης, Αθανάσιος Βελέντζας</b>	<b>323</b>
Physics laboratory with the use of mobile phones - The case of the Phyrhox application <b>Panagiotis Lazos, Pavlos Tzamalidis, Serafeim Tsoukos, Alexandros Kateris, Athanasios Velentzas</b>	<b>323</b>
<b>Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021, 13:30 - 15:00</b>	
<b>Εργασίες Εφαρμογών</b>	<b>328</b>
Ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για την Κλιματική Αλλαγή <b>Ασημένια Βησσαρίτη, Ιωάννης Μεταξάς, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου</b>	<b>329</b>
Development of digital teaching material for Climate Change <b>Asimonia Vissariti, Ioannis Metaxas, Emily Michailidi, Dimitris Stavrou</b>	<b>329</b>
Ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για την πραγμάτευση φυσικών φαινομένων με βάση τις αρχές της διερευνητικής και πλαίσιοθετημένης μάθησης <b>Μαρία-Ιωάννα Μαγκούτα, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου</b>	<b>333</b>
Development of digital teaching material for the negotiation of scientific concepts based on the principles of inquiry-based learning and context-based learning <b>Maria-Ioanna Magkouta, Aimilia Michailidi, Dimitris Stavrou</b>	<b>333</b>
Ένα ψηφιακό φυτολόγιο στο Δημοτικό Σχολείο: η περίπτωση του φαινομένου του λωτού <b>Ειρήνη Φουλίδου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου</b>	<b>338</b>

A digital plant book in primary school: the case of the lotus effect <b>Eirini Foulidou, Giorgos Peikos, Anna Spyrtou</b>	<b>338</b>
 Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021, 13:30 - 15:00	
<b>Προφορικές Ανακοινώσεις</b>	<b>342</b>
Διδασκαλία της θερμοκρασίας και της θερμότητας μέσω πρακτικών με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας: η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών <b>Σταύρος Ζαφειρίου, Μιχαήλ Σκουμιός</b>	<b>343</b>
Teaching temperature and heat through practices and augmented reality: the quality of students' arguments <b>Stavros Zafeiriou, Michael Skoumios</b>	<b>343</b>
Σύγκριση των αρχικών αντιλήψεων εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών Δημοτικού Σχολείου για τη νοηματοδότηση του όρου νανοτεχνολογία <b>Λεωνίδας Μάνου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου</b>	<b>352</b>
Comparing primary school teachers' and students' preconceptions about the meaning of the term nanotechnology <b>Leonidas Manou, Giorgos Peikos, Anna Spyrtou</b>	<b>352</b>
Η εξέλιξη της ποιότητας των επιστημονικών επιχειρημάτων των μαθητών του Λυκείου για τον Νόμο του Ohm <b>Αναστάσιος Σμπρίνης, Μιχαήλ Σκουμιός</b>	<b>360</b>
The development of the quality of high school students' scientific arguments for Ohm's Law <b>Anastasios Smprinis, Michael Skoumios</b>	<b>360</b>
Πιλοτική αξιοποίηση επαυξημένων κουίζ αυτοαξιολόγησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της διδακτικής τους: Στάσεις και απόψεις μελλοντικών Νηπιαγωγών <b>Άγγελος Σοφιανίδης</b>	<b>369</b>
Piloting self-assessment AR quizzes in Science Education: Student preschool teachers' stances and perceptions <b>Angelos Sofianidis</b>	<b>369</b>
Αποτίμηση επίδρασης εργαλείου καθοδήγησης για τη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών στις διερευνητικές δεξιότητες προπτυχιακών φοιτητών φυσικής <b>Θεόδωρος Καραφυλλίδης, Αναστάσιος Μολοχίδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης</b>	<b>375</b>
Investigating the effect of a guidance tool for composing laboratory reports on students' science inquiry skills <b>Theodoros Karafyllidis, Anastasios Molohidis, Euripides Hatzikraniotis</b>	<b>375</b>
Αξιολογώντας διαστάσεις της ικανότητας σχεδιασμού πειραμάτων των φοιτητών / μελλοντικών εκπαιδευτικών <b>Ιωάννης Λεύκος, Δημήτρης Ψύλλος</b>	<b>383</b>
Assessing dimensions of students / future teachers' ability to design experiments <b>Ioannis Lefkos, Dimitris Psillos</b>	<b>383</b>

Οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών στα μαθησιακά αντικείμενα Φυσικών Επιστημών του Πανελληνίου Ψηφιακού Αποθετηρίου Εκπαιδευτικού Περιεχομένου <b>Ανδριανή Σιδέρη, Μιχαήλ Σκουμιός</b>	<b>391</b>
Science process skills in the science learning objects included in the Greek National Digital Learning Object Repository <b>Andriani Sideri, Michael Skoumios</b>	<b>391</b>
Τυφλότητα απέναντι στα φυτά: Ανάλυση δικτύου ευρημάτων διηλικιακής μελέτης <b>Αλέξανδρος Αμπράζης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου</b>	<b>399</b>
Plant blindness: Network analysis of a cross sectional analysis' results <b>Alexandros Amprazis, Penelope Papadopoulou</b>	<b>399</b>
Ανάλυση εκθεμάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τη ανάπτυξη βασικών διαστάσεων του επιστημονικού γραμματισμού σε θέματα έρευνας αιχμής <b>Ελευθερία Δρακουλάκη, Δημήτρης Σταύρου</b>	<b>408</b>
Analysis of Primary and Secondary Education Students' Exhibits on the Development of Key Dimensions of Scientific Literacy in Cutting-Edge Research Issues <b>Eleftheria Drakoulaki, Dimitris Stavrou</b>	<b>408</b>
Η γνωστική εμπλοκή των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο <b>Κωνσταντίνος Καράμπελας, Μιχαήλ Σκουμιός</b>	<b>416</b>
Cognitive Engagement of Pupils in Science Teaching in Elementary Schools <b>Konstantinos Karampelas, Michael Skoumios</b>	<b>416</b>
Ιδέες και διαδικασίες μάθησης Φοιτητών Τμημάτων Φυσικής και Χημείας πάνω στις εξαρτώμενες από το μέγεθος οπτικές ιδιότητες υλικών στην νανοκλίμακα <b>Ιωάννης Μεταξάς, Ιωάννης Παυλίδης, Δημήτριος Σταύρου</b>	<b>422</b>
Ideas and learning processes of Physics and Chemistry student on the size-dependent optical properties of nanomaterials <b>Ioannis Metaxas, Ioannis Pavlidis, Dimitrios Stavrou</b>	<b>422</b>
Διδακτική αντιμετώπιση αντιλήψεων των μαθητών του δημοτικού σχολείου για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών <b>Μαριάνθη Παρασκευοπούλου, Κωνσταντίνος Αλεξόπουλος, Μιχαήλ Σκουμιός</b>	<b>430</b>
Dealing primary students' conceptions about heat and temperature through science practices <b>Marianthi Paraskevopoulou, Konstantinos Alexopoulos, Michael Skoumios</b>	<b>430</b>
Μια διδακτική πρόταση για την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής με λύσεις physical computing (Arduino) σε ένα οργανωμένο παιδαγωγικό πλαίσιο <b>Άνθιμος Χαλκίδης, Αρτεμισία Στούμπα, Αριστοτέλης Γκιόλμας, Παναγιώτης Λάζος, Ειρήνη Χατζαρά, Δήμητρα-Ευθυμία Νταλούκα, Βασίλης Μιχαλόπουλος, Διονύσης Σκορδούλης, Μαρία Βουτσά, Αναστασία Καράμπελα, Γεωργία Νομικού</b>	<b>438</b>

A didactic proposal for the introduction of educational robotics with physical computing solutions (Arduino) in an organized pedagogical framework

**Anthimos Chalkidis, Artemisia Stoumpa, Aristotelis Gkiolmas, Panayiotis Lazos, Eirini Chatzara, Dimitra-Euthimia Ntalouca, Vasileios Michalopoulos, Dionysios Scordoulis, Maria Voutsas, Anastasia Karampella, Georgia Nomikou** \_\_\_\_\_ **438**

Ποσοτικά πειράματα Φυσικής με χρήση αισθητήρων-Προχωρημένες δυνατότητες της εφαρμογής Phyrhox

**Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης, Νικόλαος Αναστασιάκης, Ιωάννης Σγουρός, Βασίλειος Σαββοργινάκης, Στυλιανή Κλαυδιανού** \_\_\_\_\_ **442**

Quantitative Physics experiments using sensors - Advanced features of Phyrhox app

**Konstantinos Chalkiadakis, Nikolaos Anastasakis, Ioannis Sgouros, Vasileios Savvoriginakis, Styliani Klavdianou** \_\_\_\_\_ **442**

Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021, 13:30 - 15:00

**Συμπόσιο** \_\_\_\_\_ **447**

Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών: Πτυχές, Ζητήματα και Προτάσεις

**Πέτρος Καριώτογλου** \_\_\_\_\_ **448**

Science teachers' professional development: aspects, issues and suggestions

**Petros Kariotoglou** \_\_\_\_\_ **449**

Σχεδιασμός & Ανάπτυξη STEM Διδακτικού Υλικού από εν Ενεργεία Εκπαιδευτικούς Β/θμιας Εκπαίδευσης

**Αργύρης Νιτυράκης, Δημήτρης Σταύρου** \_\_\_\_\_ **450**

Design & Development of STEM Teaching Material by In-Service Secondary Teachers

**Argyris Nityrakis, Dimitris Stavrou** \_\_\_\_\_ **450**

Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών σε χώρους μη τυπικής μάθησης

**Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Δημήτρης Σταύρου** \_\_\_\_\_ **456**

Teachers' professional development in non-formal learning environments

**Kalliopi Giannakoudaki, Dimitris Stavrou** \_\_\_\_\_ **456**

Επαγγελματική Ανάπτυξη εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες

**Χριστίνα Τσαλίκη, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Γεώργιος Μαλανδράκης, Πέτρος Καριώτογλου** \_\_\_\_\_ **465**

Science Teachers' Professional Development

**Christina Tsaliki, Pnelopi Papadopoulou, Georgios Malandrakis, Petros Kariotoglou** \_\_\_\_\_ **465**

Εξέλιξη των διερευνητικών όψεων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου εκπαιδευτικών της Α/θμιας εκπαίδευσης μετά από ένα Πρόγραμμα Επαγγελματικής Ανάπτυξης

**Μαρία Η. Χαϊτίδου, Άννα Σπύρτου** \_\_\_\_\_ **471**

Evolution of the Pedagogical Content Knowledge inquiry aspects of Primary Education Teachers after a Professional Development Program

**Maria H. Chaitidou, Anna Spyrtou** \_\_\_\_\_ **471**

Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021, 16:00 - 17:30

<b>Προφορικές Ανακοινώσεις</b> _____	<b>476</b>
Προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ατομικού Οικολογικού Αποτυπώματος στα ελληνικά δεδομένα <b>Αλέξανδρος Αμπράζης, Νικόλαος Γαλάνης, Γιώργος Πανάρας, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Γεώργιος Μαλανδράκης</b> _____	<b>477</b>
Adaptation of the international personal Ecological Footprint calculator to the Greek setting <b>Alexandros Amprazis, Nikolaos Galanis, Georgios Panaras, Penelope Papadopoulou, Georgios Malandrakis</b> _____	<b>477</b>
Η σημασία χρήσης προσαρμοσμένου σε εθνικά δεδομένα διαδικτυακού μετρητή Οικολογικού Αποτυπώματος <b>Νικόλαος Γαλάνης, Αλέξανδρος Αμπράζης, Γεώργιος Μαλανδράκης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Γεώργιος Πανάρας</b> _____	<b>486</b>
The importance of using a nationally adapted online Ecological Footprint calculator <b>Nikolaos Galanis, Alexandros Amprazis, Georgios Malandrakis, Penelope Papadopoulou, Georgios Panaras</b> _____	<b>486</b>
Τα βασικά χαρακτηριστικά των Προτύπων των Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς των ΗΠΑ στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής Β' Γυμνασίου για τις δυνάμεις <b>Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου, Μιχαήλ Σκουμιός</b> _____	<b>492</b>
The key elements of Next Generation Science Standards of USA in the content of Greek 2nd grade middle-school Physics textbooks about forces <b>Margarita Papakonstantinou, Michael Skoumios</b> _____	<b>492</b>
Μελέτη της παρουσίας της αστρονομίας στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από διάφορες χώρες σε όλον τον κόσμο <b>Ελένη Χατζημιχάλη, Κρυσταλλία Χαλκιά</b> _____	<b>499</b>
Comparative research in the presence of astronomy in elementary curricula from several countries around the world <b>Eleni Chatzimichali, Krystallia Chalkia</b> _____	<b>499</b>
Η διδασκαλία της Γεωλογίας στην προσχολική και σχολική εκπαίδευση μέσα από Εκπαιδευτικές Γεωδιαδρομές στο αστικό περιβάλλον <b>Γεώργιος Ε. Κοντόκωστας, Αμαλία Μαρία Γ. Κοντόκωστα, Ασημίνα Αντωνάρακου</b> _____	<b>507</b>
Teaching Geology in nursery education and school life through Educational Geological walk trails in the urban environment <b>Georgios E. Kontokostas, Amalia Maria G. Kontokosta, Assimina Antonarakou</b> _____	<b>507</b>
Θαλάσσιος Γραμματισμός: Διερευνώντας γνώσεις, στάσεις και συμπεριφορές μαθητών Γυμνασίου σε ζητήματα Επιστημών της Θάλασσας <b>Αθανάσιος Μόγιας, Παναγιώτα Κουλούρη, Μαρία Χειμωνοπούλου, Θεοδώρα Μπουμπόναρη</b> _____	<b>513</b>

Ocean Literacy: Exploring knowledge, attitudes, and behavior of high school students on marine sciences issues <b>Athanasios Mogias, Panayota Koulouri, Maria Cheimonopoulou, Theodora Boubonari</b> __	<b>513</b>
Κατασκευάζοντας διδακτικό λογισμικό για τη Γεωγραφία με το Scratch: οι φοιτητές - μελλοντικοί δάσκαλοι στον ρόλο του δημιουργού <b>Αρτεμισία Στούμπα, Διονύσιος Σκορδούλης, Αποστολία (Λία) Γαλάνη</b> _____	<b>522</b>
Developing Educational Software for Geography with Scratch: Students - teachers in the role of software developers <b>Artemisia Stoumpa, Dionysios Skordulis, Apostolia (Lia) Galani</b> _____	<b>522</b>
Τα εικονικά πειράματα ως εργαλεία υποστήριξης της εργασίας στο εργαστήριο Φυσικής. Μια μελέτη περίπτωσης στην περίοδο της καραντίνας λόγω του κορωνοϊού <b>Ιωάννης Θεοδώνης, Αθανάσιος Βελέντζας</b> _____	<b>531</b>
Virtual Experiments supporting physics laboratories during distance education <b>Ioannis Theodonis, Athanasios Velentzas</b> _____	<b>531</b>
Πόσο αποτελεσματικά μπορούν να χρησιμοποιούν οι μαθητές τα κινητά τους τηλέφωνα στο σχολικό εργαστήριο των φυσικών επιστημών; <b>Αλέξανδρος Κατέρης, Παναγιώτης Λάζος, Σεραφεΐμ Τσούκος, Πάυλος Τζαμαλής, Αθανάσιος Βελέντζας</b> _____	<b>541</b>
Can students effectively use their smartphones in a physics lab session? <b>Alexandros Kateris, Panagiotis Lazos, Serafeim Tsoukos, Pavlos Tzamalīs, Athanasios Velentzas</b> _____	<b>541</b>
Το Arduino και το Audacity σε έναν διασκεδαστικό συνδυασμό για το φαινόμενο Doppler <b>Παναγιώτης Λάζος, Νικόλαος Κυριαζόπουλος, Αναΐτ Εζεκελιάν, Τίμος Κόντος</b> _____	<b>550</b>
Studying Doppler Effect in a funny way using Arduino platform and Audacity audio software <b>Panagiotis Lazos, Nikolaos Kyriazopoulos, Anait Ezekelian, Timos Kontos</b> _____	<b>550</b>
Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών <b>Αικατερίνη Χριστίνα Παπαδημητρίου, Μιχαήλ Σκουμιάς</b> _____	<b>558</b>
Secondary education teachers' conceptions about the use of instructional material categories in science teaching <b>Aikaterini Christina Papadimitriou, Michael Skoumias</b> _____	<b>558</b>
Παραγωγή γνώσης σε διαδικτυακές κοινότητες πρακτικής: Μια μελέτη περίπτωσης <b>Θεοπούλα-Πωλίνα Χρυσόχου</b> _____	<b>566</b>
Production of knowledge in online communities of practice: A case study <b>Theoroula-Polina Chrysochou</b> _____	<b>566</b>
Διδακτική προσέγγιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση <b>Ελένη – Μαρία Βαλκάνου, Ιωάννης Σταράκης</b> _____	<b>577</b>

An approach to teaching the conductivity of electricity in water in Primary Education <b>Eleni – Maria Valkanou, Ioannis Starakis</b>	577
Μέτρηση της υδροστατικής πίεσης και ο Νόμος της υδροστατικής πίεσης με τον Μικροελεγκτή Arduino <b>Αθανάσιος Γκουρμπής</b>	587
Measuring hydrostatic pressure and exploring hydrostatic pressure Law with the Microcontroller Arduino <b>Athanasios Gkourmpis</b>	587
<b>ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΣΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ</b>	591
Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 11:30 - 13:30	
<b>Ηλεκτρονικές Αναρτημένες Ανακοινώσεις (Posters)</b>	592
Απόψεις και δυσκολίες των εκπαιδευτικών στην ενσωμάτωση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Μία συστηματική ανασκόπηση <b>Χρυσούλα Γκουντούλα, Αναστάσιος Ζουπίδης</b>	593
Teachers' views and difficulties in integrating the Control of Variables Strategy into Science Teaching: A systematic review <b>Chrysoula Gountoula, Anastasios Zoupidis</b>	593
Αναπαράσταση της φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος σε παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος <b>Δήμητρα Καζαντζίδου, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης</b>	598
Representation of the nature of stratospheric ozone in children's fiction books about ozone layer depletion <b>Dimitra Kazantzidou, Konstantinos T. Kotsis</b>	598
Η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης για τη μάθηση στις φυσικές επιστήμες. Μία ιστορική και εννοιολογική αναδρομή <b>Σωτήρης Μανδαλίδης, Φανή Σέρογλου</b>	607
Fostering critical thinking for science learning. A historical and conceptual retrospection <b>Sotiris Mandalidis, Fanny Seroglou</b>	607
Διερεύνηση ιδεών μαθητών προσχολικής ηλικίας γύρω από έννοιες Φυσικών Επιστημών αναφορικά με την κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων <b>Μαριάννα Σωτηρία Παπανικολάου, Αικατερίνη Πλακίτση, Λεωνίδας Γαβρίλας, Κωνσταντίνος Κώτσης</b>	612
Investigating Preschool Students' Ideas for Science Concepts on Understanding Modern Environmental Problems <b>Marianna Sotiria Papanikolaou, Aikaterini Plakitsi, Leonidas Gavrilas, Konstantinos Kotsis</b>	612
Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 09:30 - 11:30	
<b>Προφορικές Ανακοινώσεις</b>	618



Διερεύνηση της υιοθέτησης οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών κατά την επίλυση προβλημάτων Οργανικής Χημείας <b>Μαρία Βλαχολιά, Χρύσα Τζουγκράκη</b>	619
Investigating the adoption of visual and analytical strategies when solving Organic Chemistry problems <b>Maria Vlacholia, Chryssa Tzougraki</b>	619
Διδάσκοντας Φυσική στο Δημοτικό Σχολείο παίζοντας στην αυλή: γνώσεις και στάσεις υποψηφίων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών για τη βιωματική μάθηση και διδασκαλία <b>Ναταλία Διονυσίου, Θεόδωρος Πιερράτος</b>	626
Teaching Physics at primary school with outdoor activities: knowledge and attitudes of pre-service and in-service teachers for experiential learning and teaching <b>Natalia Dionysiou, Theodoros Pierratos</b>	626
Απόψεις εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη συμβολή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών <b>Μαρία Μάντζιου</b>	635
Views of Secondary Education Teachers on the Contribution of the History and Philosophy of Science to the Teaching of the Natural Sciences <b>Maria Mantziou</b>	635
Πώς η κοινωνικο-επιστημονική πλαίσισωση επηρεάζει την πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών μαθητών Λυκείου <b>Μαρία Μαυρίδη, Κατερίνα Σάλτα, Θωμάς Μαυρομούστακος</b>	644
How a socio-scientific framework affects the complexity of high school students' chemical reasoning <b>Maria Mavridi, Katerina Salta, Thomas Mavromoustakos</b>	644
Νανο-εγγραμματισμός στην πρώιμη παιδική ηλικία με διεπιστημονικές ψηφιακές εφαρμογές ως απόρροια της πανδημίας: Πιλοτική εφαρμογή σε παιδιά <b>Πανδώρα Δορούκα, Σταμάτιος Παπαδάκης, Μιχαήλ Καλογιαννάκης</b>	650
Nano-literacy in early childhood with interdisciplinary digital applications as an outgrowth of the pandemic: Pilot application in children <b>Pandora Dorouka, Stamatios Papadakis, Michael Kalogiannakis</b>	650
Οι αντιλήψεις μαθητών προσχολικής ηλικίας για τις Φαινόμενες Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης <b>Νεφέλη Μαραζοπούλου, Ιωάννης Σταράκης, Παρασκευή Ανεβλαβή, Άννα Αργυράκη, Μαρία Ασπιώτη, Ειρήνη Ασπρομάτη, Δήμητρα Βουλγαρίνα, Αλεξάνδρα Γιαννοπούλου, Μελίνα Γιαννοπούλου, Ουζούν Όγλου Γκιουλσούμ, Μαρία Δημητράκου, Ευαγγελία Δούκα, Ξένη Ερωτίδη, Θεοδώρα Κοκολιού, Αγγελική Κοτταρά, Νεφέλη Μανιατά, Χριστίνα Μαχραμά, Βασιλική Μποτονάκη, Όλγα Μπουρλούτσα, Σταματίνα Παπαδημητρίου, Σοφία Σκληρού, Χριστιάνα Τσούση, Μαρία Φιλίππου, Γεωργία Χατζάκη, Δήμητρα Χριστοπούλου</b>	656
Preschool students' ideas about the Sun's and the Moon's Apparent Motions <b>Nefeli Marazopoulou, Ioannis Starakis, Paraskevi Anevlavi, Anna Argyraki, Maria Aspioti, Iirini Asprommati, Dimitra Voulgarina, Aleksandra Giannopoulou, Melina Giannopoulou, Uzun Oglou Gulsum, Maria Dimitrakou, Evaggelia Douka, Xeni Erotidi, Theodora Kokoliou,</b>	

<b>Aggeliki Kottara, Nefeli Maniata, Xristina Maxrama, Vasiliki Botonaki, Olga Burlutska, Stamatina Papadimitriou, Sofia Sklirou, Xristiana Tsousi, Maria Filiptsuk, Georgia Xatzaki, Dimitra Xristoroulou</b>	<b>656</b>
Ο κόσμος του μαγνητισμού <b>Γεώργιος Νατσιόπουλος, Μαυροειδής Αγγελακέρης</b>	<b>662</b>
The world of magnetism <b>George Natsiopoulos, Mavroidis Agelakeris</b>	<b>662</b>
Νοητικά μοντέλα υποψήφιων δασκάλων σχετικά με το φαινόμενο της παλίρροιας μέσα από την εφαρμογή μιας διδακτικής ακολουθίας που ακολουθεί τις αρχές του διδακτικού πειράματος <b>Παναγιώτης Ταμπάκης, Στέφανος Ασημόπουλος</b>	<b>667</b>
Future teachers' mental models of the tidal phenomenon through the implementation of a teaching-learning sequence that follows the principles of the teaching experiment <b>Panagiotis Tabakis, Stefanos Asimopoulos</b>	<b>667</b>
Κλίμα και κλιματική αλλαγή: Εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης, με τη μέθοδο του Εργαστηρίου Αλλαγής, σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης <b>Δέσποινα Μοσχούρη, Χαρίτων Πολάτογλου</b>	<b>673</b>
Climate and climate change: Implementation and evaluation of didactic intervention, using Change Laboratory method, in secondary school students <b>Despina Moschouri, Hariton Polatoglou</b>	<b>673</b>
Σχεδιασμός, δημιουργία & πιλοτική χρήση διδακτικού πακέτου για τη διδασκαλία της ενότητας της Γενετικής στη Βιολογία Γ΄ Γυμνασίου <b>Ελευθερία Παπαδέλη, Ελένη Τσακίριδου, Ευαγγελία Μαυρικάκη</b>	<b>683</b>
Design, creation & pilot usage of a teaching package for the teaching of Genetics in 9th grade students <b>Eleftheria Papadeli, Eleni Tsakiridou, Evangelia Mavrikaki</b>	<b>683</b>
Εξ αποστάσεως διδασκαλία μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: Διερεύνηση απόψεων φοιτητών δύο ελληνικών Πανεπιστημίων <b>Κατερίνα Σάλτα, Κατερίνα Πασχαλίδου, Μαρία Τσέτσερη, Διονύσιος Κουλουγλιώτης</b>	<b>689</b>
Distance education of science courses in tertiary education: Investigation of students' views in two Greek universities <b>Katerina Salta, Katerina Paschalidou, Maria Tsetseri, Dionysios Koulougliotis</b>	<b>689</b>
Τα επιχειρήματα μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ανακύκλωση των υλικών: Επίδραση των κινήτρων των μαθητών <b>Λεμονιά Αντώνογλου, Κατερίνα Σάλτα, Διονύσιος Κουλουγλιώτης</b>	<b>698</b>
Secondary school students' argumentation for materials' recycling: Effect of students' motivation <b>Lemonia Antonoglou, Katerina Salta, Dionysios Koulougliotis</b>	<b>698</b>
Γεωγραφική εκπαίδευση και περιβαλλοντική δικαιοσύνη <b>Νίκος Βουδρισλής, Νίκος Λαμπρινός</b>	<b>707</b>

Geography Education and Environmental Justice <b>Nikos Voudrislis, Nikos Lambrinos</b>	<b>707</b>
Η λανθάνουσα κατανόηση της έννοιας του Αποτυπώματος Άνθρακα από μαθητές/τριες Γυμνασίου <b>Νικόλαος Γαλάνης, Γεώργιος Μαλανδράκης</b>	<b>715</b>
Greek High School students' latent knowledge about the Carbon Footprint <b>Nikolaos Galanis, Georgios Malandrakis</b>	<b>715</b>
Διερεύνηση της λανθάνουσας κατανόησης της έννοιας του αποτυπώματος νερού από υποψήφιους εκπαιδευτικούς <b>Κωνσταντίνα Τάσιου, Γεώργιος Μαλανδράκης</b>	<b>725</b>
Exploring prospective primary school teachers' latent knowledge about the concept of Water Footprint <b>Konstantina Tasiou, Georgios Malandrakis</b>	<b>725</b>
Μελετώντας το Ενεργειακό Σπίτι: μια Διδακτική Παρέμβαση σε μαθητές Λυκείου <b>Θεοδώρα Χαμπίδου, Χαρίτων Πολάτογλου</b>	<b>733</b>
Studying of zero energy house: a teaching intervention for senior high school students <b>Theodora Champidou, Hariton Polatoglu</b>	<b>733</b>
Επιχειρηματολογία μαθητών Ε΄ δημοτικού για το φαινόμενο της εξάτμισης - Μια διδακτική παρέμβαση <b>Αναστασία Αγγελούδη, Γεώργιος Παπαγεωργίου</b>	<b>739</b>
Fifth-grade students' argumentation about evaporation: a teaching intervention <b>Angeloudi Anastasia, George Papageorgiou</b>	<b>739</b>
Ερμηνείες απλών φυσικών φαινομένων – Η αξιοποίηση σωματιδιακών ιδεών από μελλοντικούς νηπιαγωγούς <b>Νικόλαος Ζαρκάδης, Γεώργιος Παπαγεωργίου</b>	<b>748</b>
Explanations of simple physical phenomena – The use of particle ideas by prospective preschool teachers <b>Nikolaos Zarkadis, George Papageorgiou</b>	<b>748</b>
Η διδασκαλία του μοντέλου του Bohr με τη χρήση γραμμικών φασμάτων <b>Ιωάννης Καρδαράς, Μαρία Καλλέρη</b>	<b>757</b>
Teaching the model of the Bohr atom using the line spectra <b>Ioannis Kardaras, Maria Kallery</b>	<b>757</b>
Οπτικές αναπαραστάσεις της δομής του ατόμου από μαθητές Λυκείου: Η επίδραση της κατανόησης των κβαντικών αριθμών <b>Γεώργιος Παπαγεωργίου, Νικόλαος Ζαρκάδης</b>	<b>763</b>
High school students' representations of the atomic structure: The effect of quantum number understanding <b>George Papageorgiou, Nikolaos Zarkadis</b>	<b>763</b>

Η επίδραση της αυτοαποτελεσματικότητας των μαθητών στη μάθησή τους στη φυσική:  
η περίπτωση της έννοιας της ενέργειας  
**Γεωργία Τόλη, Μαρία Καλλέρη** \_\_\_\_\_ **769**

The effect of students' self-efficacy in their learning in physics: the case of the concept  
of energy  
**Georgia Toli, Maria Kallery** \_\_\_\_\_ **769**

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 11:30 - 13:30

**Προφορικές Ανακοινώσεις** \_\_\_\_\_ **776**

Ανάλυση εργαστηριακών δραστηριοτήτων σχεδιασμένων από φοιτητές για τη  
διδασκαλία εννοιών χημείας  
**Γεώργιος Αμπατζίδης, Χρυσή Κ. Καραπαναγιώτη** \_\_\_\_\_ **777**

Analysis of laboratory activities designed by students to teach chemistry concepts  
**Georgios Ampatzidis, Hrisi K. Karapanagioti** \_\_\_\_\_ **777**

Στάσεις εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για την αξιοποίηση των  
πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής  
**Ιωάννης Βλάχος, Γεώργιος Στύλος, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης** \_\_\_\_\_ **785**

Primary School teachers' attitudes towards the use of experiments in the teaching of  
Physics  
**Ioannis Vlahos, Georgios Stylos, Konstantinos T. Kotsis** \_\_\_\_\_ **785**

Διερεύνηση συσχέτισης της κατεύθυνσης σπουδών στο λύκειο με τις αντιλήψεις  
φοιτητών για την Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων και των  
ασύρματων δικτύων  
**Λεωνίδας Γαβρίλας, Παναγιώτης Γκόντας, Κωνσταντίνος Κώτσης** \_\_\_\_\_ **795**

Investigating the correlation between the direction of studies in high school education  
and students' perceptions of Electromagnetic Radiation of mobile phones and wireless  
networks  
**Leonidas Gavrilas, Panagiotis Gontas, Konstantinos Kotsis** \_\_\_\_\_ **795**

Εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών Τμήματος Φυσικής κατά τη διάρκεια των σπουδών  
τους για τη ραδιενέργεια  
**Ιωάννης Μυγδανάλευρος, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης** \_\_\_\_\_ **802**

Evolution on the conceptions about radioactivity of Physics Department students during  
their studies  
**Ioannis Migdanalevros, Konstantinos T. Kotsis** \_\_\_\_\_ **802**

Συλλογισμοί φοιτητών κατά την επίλυση προβλημάτων σχετικών με τα διαλύματα, τη  
διαλυτότητα και την ανακρυστάλλωση  
**Π. Ρήγας, Κ. Σάλτα, Κ. Πασχαλίδου, Κ. Μεθενίτης** \_\_\_\_\_ **808**

Students reasoning when solving problems related with solutions formation, solubility,  
and recrystallization  
**P. Rigas, K. Salta, K. Paschalidou, C. Methenitis** \_\_\_\_\_ **808**

Στήριξη της επιχειρηματολογικής σκέψης σε ένα περιβάλλον Διαλογικής Διδασκαλίας: Η επίδραση στην εννοιολογική κατανόηση της Μηχανικής από μαθητές/μαθήτριες μέτρων ή χαμηλών ακαδημαϊκών επιδόσεων της Β΄ Γυμνασίου <b>Κώστας Ναούμ, Βασίλης Κόλλιας</b> _____	<b>817</b>
Supporting argumentative thinking in a dialogic teaching environment: The effect on conceptual understanding of mechanics by 8th grade students with moderate or low academic performance <b>Costas Naoum, Vasilis Kollias</b> _____	<b>817</b>
Μελέτη της ανάπτυξης δεξιοτήτων πειραματισμού σε μαθητές Λυκείου <b>Αθανάσιος Ταραμόπουλος, Δημήτριος Ψύλλος</b> _____	<b>822</b>
Experimentation Skills Development in Senior High School Students <b>Athanasios Taramopoulos, Dimitrios Psillos</b> _____	<b>822</b>
Ο ρόλος της κριτικής σκέψης στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες στην κοινωνία του 21 <sup>ου</sup> αιώνα <b>Σωτήρης Μανδαλίδης, Φανή Σέρογλου</b> _____	<b>833</b>
The role of critical thinking in science education in 21st century society <b>Sotiris Mandalidis, Fanny Seroglou</b> _____	<b>833</b>
<b>Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 13:30 - 15:00</b>	
<b>Εργασίες Εφαρμογών</b> _____	<b>840</b>
Μνήμη Flash - προσομοίωμα STEM κατασκευής <b>Αβραάμ Αποστολακάκης, Μαρία Δακανάλι, Μιχαήλ Κοντοπόδης, Ελένη Κορακάκη, Ειρήνη Περυσινάκη</b> _____	<b>841</b>
Flash memory - STEM simulation device <b>Anraam Apostolakakis, Maria Dakanali, Michail Kontopodis, Eleni Korakaki, Irini Perissinaki</b> _____	<b>841</b>
Αυτόματο Αεροπλάνο Περιβαλλοντολογικού Ελέγχου <b>Γεωργία Μάρκου, Πολύμνια Παναγιωτάκη, Αικατερίνη Ι.Σ. Βλαχάκη, Ελένη-Ευανθία Μενιουδάκη, Μαρία Σταθοπούλου, Γεώργιος Τσαλμπούρης</b> _____	<b>847</b>
Autonomous Airplane for Environmental Monitoring <b>Georgia Markou, Polymnia Panagiotaki, Ekaterini I.S., Vlachaki, Eleni-Euanthia Menioudaki, Maria Stathopoulou, Georgios Tsalmpouris</b> _____	<b>847</b>
Σχεδιασμός και Ανάπτυξη STEM Διδασκαλιών στο Αντικείμενο της Νανοεπιστήμης- Νανοτεχνολογίας <b>Αργύρης Νιπυράκης, Δημήτρης Σταύρου</b> _____	<b>852</b>
Design & Development of STEM Teaching Material in the context of Nanoscience- Nanotechnology <b>Argyris Nipyarakis, Dimitris Stavrou</b> _____	<b>852</b>
Εκπαιδευτικές Εφαρμογές με την Επιστημολογία STEM: το «Έξυπνο» Θερμοκήπιο <b>Νικόλαος Σιδηρόπουλος, Βαγγέλης Άλτας, Παναγιώτης Βεργεράκης, Αριστείδης Γιακουμάκης, Νατάσα Νικολακάκη, Δημήτριος Σισμανίδης</b> _____	<b>856</b>

Educational Applications using the STEM Epistemology: The “Smart” Greenhouse <b>Nikolaos Sidiropoulos, Vangelis Altas, Panagiotis Vergerakis, Aristidis Giakoumakis, Natasha Nikolakaki, Dimitrios Sismanidis</b>	856
Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 13:30 - 15:00	
<b>Συμπόσιο</b>	859
Απόψεις και Πρακτικές εκπαιδευτικών για τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση <b>Πέτρος Καριώτογλου, Αναστάσιος Ζουπίδης</b>	860
Teachers’ Views and Practices about inquiry teaching and learning in science education <b>Petros Kariotoglou, Anastasios Zoupidis</b>	861
Η επίδραση των πεποιθήσεων μελλοντικών Νηπιαγωγών στην πρόθεσή τους να ενσωματώσουν διερευνητικές διδακτικές μεθόδους στη διδασκαλία τους <b>Αναστάσιος Ζουπίδης, Βασίλης Τσελφές, Πέτρος Καριώτογλου</b>	862
The influence of preservice early childhood teachers’ beliefs on their intention to use inquiry-based learning methods <b>Anastasios Zoupidis, Vassilis Tselfes, Petros Kariotoglou</b>	862
Απόψεις και πρακτικές διευκολυντών για τη διερεύνηση στη μη τυπική εκπαίδευση <b>Μαρία Καρνέζου, Πέτρος Καριώτογλου</b>	871
Museum educators’ views and practices of inquiry in non-formal education <b>Maria Karnezou, Petros Kariotoglou</b>	871
Εξέλιξη των πρακτικών εκπαιδευτικών για τη λεκτική αλληλεπίδραση ως αποτέλεσμα προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης <b>Χριστίνα Τσαλίκη, Γεώργιος Μαλανδράκης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Πέτρος Καριώτογλου</b>	880
Science teachers verbal interaction practices as a result of a professional development program <b>Christina Tsaliki, Georgios Malandrakis, Pinelopi Papadopoulou, Petros Kariotoglou</b>	880
Αναλυτικό πρόγραμμα εξ αποστάσεως σκέλους του συνεδρίου	887
Αναλυτικό πρόγραμμα δια ζώσης σκέλους του συνεδρίου	896
Αλφαβητικός κατάλογος συγγραφέων	913
Alphabetical list of authors	915

## Προσκεκλημένες Ομιλίες

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021

19:00 – 20:30

Προσκεκλημένη Ομιλία 1 (διαδικτυακή)

**Prof. Sibel Erduran**

*How can science education prepare students and teachers for the future? The role of epistemic practices of science in education*

Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021

19:30 – 21:30

Προσκεκλημένη Ομιλία 2

**Prof. Peter Heering**

*His story and her story: Using StoryTelling in science education*

## His story and her story: Using StoryTelling in science education

### **Prof. Peter Heering**

Even though there are very traditional educational approaches that rely on narration, storytelling is a particular approach that has been advocated especially in the last forty years. Key to this approach is the implementation of historical aspects and characters into the narration. This gets very obvious from a definition provided by Froese Klassen: “The main distinguishing features of the Science-Story are, that it contains the relevant science-material, upon which the story focuses, and second, that the central character, who drives the action, is a historic figure from the history of science, ...” (Klassen & Froese Klassen, 2014). This is a key aspect with respect to the approach discussed in this contribution – there are other narrations that are developed for educational purposes. To give but one example, in one narration an electron reports about the experiences going through an electrical circuit – this does not qualify as a science story (and the educational value appears to be very questionable).

One of the first scholars to advocate narrative approaches in this respect was the Swiss education researcher Fritz Kubli who propagated narrative approaches in several publications (Kubli, 1996; Kubli, 2005). Subsequently, this approach has been developed further particularly by colleagues in North America. On the one hand, there were several attempts in which case studies were developed (Clough, 2011; Williams & Rudge, 2019), on the other hand, we find also theoretical framings (Klassen & Froese Klassen, 2014). Froese Klassen discusses the theoretical framing in detail and comes up with a definition what qualifies a text as a Science Story:

1. **“Characters.** A main character, taken from history of science, is featured throughout the story and is the primary source of the action.
2. **Actions.** Someone is doing something. The actions are historically based and accurate or plausible, as supported by the literature.
3. **Situations.** Narrative has situations or states insofar as the character responds to them or helps to create them.
4. **Consequential Coherence.** Actions and situations are consequentially connected – one necessitates the next, either directly or by implication.”
5. **Past Time.** The events take place in the past and are recounted by a narrator. It is important to distinguish between the included science, which is expository and written in the present tense, and the narrative, which is written in the past tense.” (Klassen & Froese Klassen, 2014).

Thus, science stories are not just a coherent description of a historical event, yet, there are other structural elements which distinguish a story from a mere description. In this respect, Froese Klassen emphasizes the role of agency: “The outcome of the story hinges on a critical choice made by the main character. Without agency or deliberate consequential actions on the part of the protagonist, the text remains a mere chronology or storyline because agency invites the causal element which turns a storyline into a plot.” (Klassen & Froese Klassen, 2014).



Apart from these aspects, one crucial aspect in our understanding is the correctness of facts: the story cannot be counter factious, on the contrary. Thus a story that is based on a meeting between Aristotle, Newton, and Einstein does not qualify as a Yet, there are certain liberties – thoughts of the characters in the story, dialogues, but also motivations and emotions are a necessary part of a science story, yet, they remain fictitious.

At the Europa-Universität Flensburg, we established a particular approach in this respect called StoryTelling. The capital “T” in this naming points already to the central aspect; our approach puts emphasis on the oral narration of a story. This is significantly different e.g. to the approach advocated by Klassen and Froese Klassen in which a text is read to the students.

In order to be able to narrate a story orally, the teacher first has to adapt the text for this purpose, thus the written text is just the starting point. In this process, the teacher develops what might be called mental images that structure the story and that add to the facts – smells, sounds, temperatures etc. can become part of these images. In creating and developing these individual images, the teacher develops what can be characterized as “ownership”, thus she or he will tell a very individual story, and different teachers come up with different stories, even though the material was identical at the beginning of the process.

At the same time, this process enables explicit decisions by the teacher with respect to the educational situation. Besides the content, the teacher can (and actually according to our understanding of the approach should) also address certain aspects with respect to the nature of science. Thus, in this respect, our approach matches the ones from colleagues in North America; as Clough pointed out: “In referring what science is, how science works, the epistemological and ontological foundations underlying science, the culture of science and how science both influences and reacts to scientific activities.” (Clough, 2011)

Thus, stories on the same case study differ not only amongst different teachers, but may also be told differently by the same teacher, depending on the learning group and the intended achievements.

## References

- Allchin, D. (2012). The Minnesota Case Study Collection: New Historical Inquiry Case Studies for Nature of Science Education. *Science & Education*, 21(9), 1263-1281.
- Clough, M. P. (2011). The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. *Science & Education*, 20(7-8), 701-717.
- Klassen, S., & Froese Klassen, C. (2014). Science teaching with stories: Theoretical and practical perspectives. In M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (Vol. 2, pp. 1503-1529). Dordrecht: Springer.
- Kubli, F. (2005). *Mit Geschichten und Erzählungen motivieren: Beispiele für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Köln: Aulis-Verl. Deubner.
- Kubli, F. (1996). Erzählen in konstruktivistischer Sicht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 2(2), 39-50.
- Williams, C. T., & Rudge, D. W. (2019). Effects of Historical Story Telling on Student Understanding of Nature of Science. *Science & Education*, 28(9), 1105-1133.

ΔΙΑ ΖΩΣΗΣ ΣΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021

11:00 – 12:30

**Αναρτημένες Ανακοινώσεις (Posters)**

## Αξιολόγηση μαθητών/τριων Νηπιαγωγείου στο περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας: η χρήση του Makey-Makey

**Σπυριδούλα Γκιρεμέζη<sup>1</sup>, Γιώργος Πέικος<sup>1</sup>, Μαρία Τζιώλη<sup>2</sup>, Άννα Σπύρτου<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Νηπιαγωγείο Ξινού Νερού*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η ανάπτυξη μιας ημι-δομημένης συνέντευξης, η οποία υποστηρίζεται από δυο εκπαιδευτικές κατασκευές με τη χρήση εκπαιδευτικών απτών διεπαφών (Makey-Makey) και το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η μάθηση τεσσάρων μαθητών Νηπιαγωγείου, σχετικά με έννοιες της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας έπειτα από την εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού προγράμματος. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι μαθητές ήταν ικανοί να χειρίζονται όρους του νανογραμματισμού μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

**Λέξεις κλειδιά:** Νανοτεχνολογία, Νηπιαγωγείο, ημι-δομημένη συνέντευξη, Makey-Makey

## Evaluation of preschoolers' understanding of Nanotechnology content: the use of Makey-Makey

**Spyridoula Gkiremezi<sup>1</sup>, Giorgos Peikos<sup>1</sup>, Maria Tzioli<sup>2</sup>, Anna Spyrtou<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>Kindergarten of Xino Nero*

### Abstract

This paper describes the development of a semi-structured interview supported by two educational constructions that were based on educational tangible user interfaces (Makey-Makey) and Scratch coding language. The aim was to evaluate the understanding of Nanoscience-Nanotechnology concepts by four preschool students after the implementation of an educational intervention. The results showed that the students were able to use terms of nanoliteracy after the educational intervention.

**Keywords:** Nanotechnology, preschool students, semi-structured interview, Makey-Makey

## Εισαγωγή

Έχουν ήδη αρχίσει να αναπτύσσονται εκπαιδευτικά υλικά για την εισαγωγή εννοιών της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET) σε μαθητές/τριες Α/θμιας εκπαίδευσης (Τζιώλη κ.ά., 2020· Peikos et al., 2020). Τρεις έννοιες της N-ET που εντοπίζονται σε εκπαιδευτικά προγράμματα αυτής της βαθμίδας σχετίζονται με το μέγεθος και τα όργανα παρατήρησης των αντικειμένων καθώς και το φαινόμενο του λωτού. Η διδασκαλία του περιεχομένου της N-ET αποτελεί δύσκολο εγχείρημα γιατί περιλαμβάνει αφηρημένες έννοιες (Peikos et al., 2020). Η αξιοποίηση της τεχνολογίας προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να είναι υποστηρικτική. Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικές απτές διεπαφές, όπως η ηλεκτρονική πλακέτα Makey-Makey, επιτρέπουν τη μετατροπή φυσικών αντικειμένων της καθημερινότητας σε συσκευές εισόδου του Η/Υ. Έτσι, ευνοείται η ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών για την προσέγγιση αφηρημένων εννοιών, δίνοντας παιγνιώδη χαρακτήρα (Παλαιγεωργίου, 2017). Στόχος της εργασίας είναι να παρουσιάσουμε δυο εκπαιδευτικές κατασκευές, που ενσωματώνουν το Makey-Makey και χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της μάθησης περιεχομένου της N-ET στο Νηπιαγωγείο.

## Μεθοδολογία

Η εισαγωγή του περιεχομένου της N-ET στην τάξη πραγματοποιήθηκε με την υποστήριξη αφηγηματικού κειμένου με στοιχεία παραμυθιού ακολουθώντας μία μορφή διακοπτόμενης διαλογικής αφήγησης (Τζιώλη κ.ά., 2020). Στόχος είναι οι μαθητές/τριες να είναι ικανοί να: (α) ταξινομήσουν αντικείμενα στον μακρόκοσμο, μικρόκοσμο και νανόκοσμο, (β) αντιστοιχίζουν τα όργανα παρατήρησης σε κάθε κόσμο (γ) αναγνωρίζουν το φαινόμενο του λωτού. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της αφήγησης, συμμετείχαν σε βιωματικές δραστηριότητες, όπου καλούνταν να αναγνωρίσουν αντικείμενα των τριών κόσμων και να τοποθετήσουν αντίστοιχα μοντέλα τους (π.χ. μοντέλο ιού) στον κόσμο που ανήκουν. Παράλληλα, με κινήσεις του σώματός τους έδειχναν ότι τα αντικείμενα του κάθε κόσμου έχουν διαφορετικό μέγεθος. Η εκπαιδευτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε έξι διδακτικές ώρες.

Για τη συλλογή των δεδομένων εφαρμόστηκε ημι-δομημένη συνέντευξη σε τέσσερις μαθητές/τριες, 5-6 ετών. Περιλάμβανε εννιά βασικές ερωτήσεις (ΕΡ): ΕΡ 1-3 για το μέγεθος, ΕΡ 4-6 για τα όργανα παρατήρησης και ΕΡ 7-9 για το φαινόμενο του λωτού. Οι ερωτήσεις βασίζονται σε προγενέστερες έρευνες (Peikos et al., 2020), που μετασχηματίστηκαν για να ανταποκρίνονται στη βαθμίδα του Νηπιαγωγείου. Ο μετασχηματισμός των ερωτήσεων υποστηρίχτηκε από την ανάπτυξη δυο κατασκευών που ενσωματώνουν το Makey-Makey και χρησιμοποιούν το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch (Εικόνα 1 και 2). Οι κατασκευές αναλάμβαναν τον ρόλο να θέτουν τις ερωτήσεις στους/στις μαθητές/τριες, οι οποίοι είχαν τη δυνατότητα να απαντούν, αγγίζοντας τα φυσικά αντικείμενα με τα οποία συνδέονται. Στην οθόνη του Η/Υ εμφανίζονταν ήρωες του παραμυθιού. Τα παιδιά

αναλάμβαναν τον ρόλο να βοηθήσουν τους ήρωες να λύσουν τους γρίφους (ερωτήσεις). Θεωρούμε ότι με αυτόν τον τρόπο η αξιολόγηση είχε έναν χαρακτήρα παιγνιώδη.

Η πρώτη κατασκευή (Εικόνα 1) αποτελούνταν από τρία κουτιά, όπου αναγράφονταν τα ονόματα των τριών κόσμων. Τα αντικείμενα που έπρεπε οι μαθητές να τοποθετήσουν στον σωστό κόσμο ήταν φτιαγμένα από πλαστελίνη (μυρμήγκι, ερυθρό αιμοσφαίριο, ιός, μάτι, οπτικό μικροσκόπιο, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο). Χαρακτηριστική ερώτηση ήταν: «Ο ιός ανήκει στον Μακρόκοσμο, στον Μικρόκοσμο ή στον Νανόκοσμο; Να το βάλεις στο σωστό κουτί». Η δεύτερη κατασκευή, αφορούσε το φαινόμενο του λωτού (Εικόνα 2).



Εικόνα 1 Κατασκευή: μέγεθος και όργανα



Εικόνα 2 Κατασκευή: φαινομένου του λωτού

Ακολουθούν οι ερωτήσεις που πραγματοποιήθηκαν: «Φύσηξε ένα δυνατό αεράκι και πήρε το λουλούδι του λωτού μακριά από τα φύλλα του... Βάλε το λουλούδι στα σωστά του φύλλα.» (Εικόνα 3), «Αυτό είναι ένα φύλλο λωτού. Τι σχήμα θα πάρει η σταγόνα όταν πέσει στο φύλλο του λωτού; Για να μου το δείξεις βάλε τη σταγόνα με το σωστό σχήμα πάνω στο φύλλο» (Εικόνα 4), «Ας γίνουμε επιστήμονες και ας παρατηρήσουμε από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Στην οθόνη του Η/Υ φαίνονται δύο φύλλα, ποιο είναι το φύλλο του λωτού;». Οι μαθητές έπρεπε να αγγίξουν την εικόνα του φύλλου με τις νανοπροεξοχές που εμφανίζονταν στην οθόνη του Η/Υ (Εικόνα 5).

Η εφαρμογή των συνεντεύξεων πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Δεν πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση, καθώς θεωρούμε πως οι μαθητές/τριες δεν γνώριζαν τους όρους που περιλαμβάνονταν στην συνέντευξη π.χ. νανόκοσμος, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, φύλλο του λωτού.



Εικόνα 3 Λουλούδι λωτού



Εικόνα 4 Φύλλο και σταγόνες



Εικόνα 5 Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

Όσον αφορά την κωδικοποίηση των δεδομένων, για τις ερωτήσεις που αφορούσαν το μέγεθος και το φαινόμενο του λωτού, διαμορφώθηκαν τρεις κατηγορίες (Κ0-Κ2). Στην Κ2 ταξινομήθηκαν οι σωστές απαντήσεις που περιλάμβαναν στοιχεία νανογραμματισμού, με την έννοια ότι αναφέρονταν όροι

της Ν-ΕΤ που διδάχθηκαν. Για παράδειγμα, σε ερώτηση για το φαινόμενο του λωτού, ο μαθητής σωστά αντιστοίχισε το σφαιρικό σχήμα της σταγόνας στο φύλλο και η εξήγηση που έδωσε αναφερόταν στη δομή του «Γιατί έχει νανοπροεξοχούληδες». Στην Κ1 εντάχθηκαν οι σωστές απαντήσεις που συνοδεύονταν από εξηγήσεις βασισμένες σε στοιχεία του παραμυθιού π.χ. «Γιατί ο πρίγκιπας έκανε τη σταγόνα σφαιρική». Στην Κ0 εντάχθηκαν οι λανθασμένες απαντήσεις. Για τα όργανα παρατήρησης δημιουργήθηκαν δύο κατηγορίες: σωστή αντιστοίχιση του οργάνου παρατήρησης στον κόσμο που καθιστά προσβάσιμο (Κ1) και λανθασμένη αντιστοίχιση (Κ0).

## Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1, για την ταξινόμηση των αντικειμένων στους κόσμους (ΕΡ 1-3) παρατηρούμε ότι εννιά από τις δώδεκα απαντήσεις εντάχθηκαν στην υψηλότερη κατηγορία και έξι για το φαινόμενο του λωτού (ΕΡ 7-8). Όσον αφορά τα όργανα παρατήρησης (ΕΡ4-6) όλοι οι μαθητές/τριες (Μ) αντιστοίχισαν σωστά τα όργανα με τους κόσμους (Πίνακας 2).

	ΕΡ1	ΕΡ2	ΕΡ3	ΕΡ7	ΕΡ8	ΕΡ9
Μ1	Κ2	Κ1	Κ2	Κ2	Κ1	Κ2
Μ2	Κ2	Κ1	Κ2	Κ2	Κ1	Κ1
Μ3	Κ2	Κ2	Κ2	Κ2	Κ1	Κ2
Μ4	Κ0	Κ2	Κ2	Κ2	Κ1	Κ1

Πίνακας 1 Αποτελέσματα για το μέγεθος και το φαινόμενο του λωτού

	ΕΡ4	ΕΡ5	ΕΡ6
Μ1	Κ1	Κ1	Κ
Μ2	Κ1	Κ1	Κ1
Μ3	Κ1	Κ1	Κ1
Μ4	Κ1	Κ1	Κ1

Πίνακας 2 Αποτελέσματα για τα όργανα παρατήρησης

## Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι περισσότεροι μαθητές/τριες μπορούσαν να ταξινομήσουν σωστά τα αντικείμενα στους τρεις κόσμους, να αντιστοιχίσουν τα όργανα παρατήρησης και να αναγνωρίσουν το φαινόμενο του λωτού. Μάλιστα, ένα σημαντικό μέρος των παιδιών στις εξηγήσεις που διατύπωσε χρησιμοποίησε όρους του νανογραμματισμού. Ωστόσο, φαίνεται ότι μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση στις απαντήσεις αναγνωρίστηκαν εξηγήσεις που βασίζονταν σε στοιχεία του παραμυθιού που διδάχθηκαν στην τάξη ή ήταν ασαφείς. Το εύρημα αυτό είναι σημαντικό για την περαιτέρω βελτίωση της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

## Βιβλιογραφία

- Παλαιγεωργίου, Γ. (2017). Επιμορφωτικό Εργαστήριο: Μαθητές και δάσκαλοι ως δημιουργοί απτικών εκπαιδευτικών εφαρμογών. Στο Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζουπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράττισης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.) *Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σσ.1067-1072). ΑΣΠΑΙΤΕ&ΕΤΠΕ.
- Τζιώλη, Μ., Σπύρτου, Α., & Παπαδοπούλου, Π. (2020). Η Χιονάτη επιστρέφει στον Νανόκοσμο: Μία αφήγηση για την εξοικείωση των παιδιών της προσχολικής ηλικίας με

την νανοεπιστήμη-η άποψη των Νηπιαγωγών. Στο Κ.Πλακίτση, Ε., Σταμούλης, Ε., Κολοκούρη & Α.Χ. Κορνελάκη (Επιμ.), *Πρακτικά του 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση Χαρτογραφώντας τη νέα εικοσαετία έρευνας και διδακτικής πράξης* (σσ. 644-662). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Peikos, G., Spyrτου, Α., Ρνευματικός, D. D., & Ραπαδοπούλου, Ρ. (2020). Nanoscale science and technology education: primary school students' preconceptions of the lotus effect and the concept of size. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149>



Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση φοιτητών σε σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα: Το πρόγραμμα STEM - DIGITALIS

**Αθανασία Κοκολάκη, Αργύρης Νιπυράκης, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Ελένη Μποτζάκη, Μαρία Κενδριστάκη, Ελευθερία Δρακουλάκη, Χαρά Μπιτσάκη, Νίκος Καπελώνης, Δημήτρης Σταύρου**

*Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### **Περίληψη**

Το παρόν πρόγραμμα αποτελεί μια συνεργασία πέντε ακαδημαϊκών ιδρυμάτων στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος Erasmus+ για ανταλλαγή καλών πρακτικών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Σκοπός του προγράμματος είναι η ανάπτυξη μικτών και εξ αποστάσεως περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα, όπως είναι η νανοτεχνολογία, η κλιματική αλλαγή, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κλπ. Συγκεκριμένα, θα διερευνηθούν τα κριτήρια επιλογής ψηφιακών εργαλείων για ψηφιοποίηση STEM δραστηριοτήτων, καθώς και οι πιθανές δυνατότητες και περιορισμοί των ψηφιοποιημένων STEM δραστηριοτήτων που θα αναπτυχθούν.

**Λέξεις κλειδιά:** ψηφιοποίηση, μικτή μάθηση, STEM εκπαίδευση

Development of digital learning environments for pre – service teachers’ education in STEM advanced topics: The STEM - DIGITALIS project

**Athanasia Kokolaki, Argyris Nipyraakis, Emily Michailidi, Eleni Botzaki, Maria Kendristaki, Eleftheria Drakoulaki, Chara Bitsaki, Nikos Kapelonis, Dimitris Stavrou**

*University of Crete*

### **Abstract**

The present program constitutes a collaboration of five academic institutions under the European Erasmus + program for the exchange of good practices in higher education. The main purpose of the program is the development of blended and distance learning environments for prospective primary and secondary science teachers education in contemporary scientific topics such as nanotechnology, climate change, renewable energy sources etc. Specifically, the criteria for selecting digital tools for digitization of STEM activities will be explored as well as the potential affordances and limitations of the digitized STEM activities that will be developed.

**Keywords:** digitalization, blended learning, STEM education

## Εισαγωγή

Η πανδημία επηρέασε όλες τις εκφάνσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας και ιδιαίτερα τον τομέα της εκπαίδευσης, όπου σε όλες τις βαθμίδες παρατηρήθηκε μια σχεδόν υποχρεωτική μετατροπή όλων των προσφερόμενων μαθημάτων σε διαδικτυακή μορφή. Η μετατροπή αυτή έφερε στην επιφάνεια την επιτακτική ανάγκη για ανάπτυξη των ψηφιακών δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών, ώστε να μπορούν να διαμορφώνουν αποτελεσματικά εικονικά περιβάλλοντα μάθησης και να εμπλέκουν ενεργά τους μαθητές τους σε αυτά (Baincakova & Bernard, 2020). Αυτή η μετατόπιση προς τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης φάνηκε να είναι ακόμη πιο απαιτητική για τους διδάσκοντες μαθημάτων που σχετίζονται με τις θετικές επιστήμες (STEM πεδία), μιας και η διδασκαλία τέτοιων μαθημάτων στηρίζεται σε σημαντικό βαθμό σε διερευνητικές, hands – on δραστηριότητες, οι οποίες συνήθως υλοποιούνται σε διά ζώσης διδασκαλία και απαιτούν συχνά ιδιαίτερο εξοπλισμό (Baincakova & Bernard, 2020).

Η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών κατά την υλοποίηση STEM διδασκαλιών θεωρείται ότι μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη διαμόρφωση δυναμικών, αλληλεπιδραστικών και διερευνητικών περιβαλλόντων μάθησης (Sokoloff et al., 2007). Χαρακτηριστικά παραδείγματα ψηφιακών τεχνολογικών μέσων που μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανάπτυξη ψηφιακά υποστηριζόμενων STEM μαθησιακών περιβαλλόντων, είναι τα κινητά τηλέφωνα, τα τάμπλετ με τους αισθητήρες για μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο, τα εικονικά εργαστήρια, οι προσομοιώσεις, τα απομακρυσμένα εργαστήρια, η εκπαιδευτική ρομποτική κλπ. (πχ. Zacharia et al., 2015). Η αξιοποίηση αυτών των εργαλείων επιτρέπει την πρόσβαση σε εργαλεία και εργαστηριακό εξοπλισμό, τη διεξαγωγή πειραματικών διαδικασιών, τη συλλογή δεδομένων, τον έλεγχο των μεταβλητών, τη χρήση ποικίλων μορφών αναπαραστάσεων όπως διαγράμματα, γραφικές αναπαραστάσεις, ήχο, βίντεο, κλπ.

Τα ερευνητικά δεδομένα όμως σχετικά με τον τρόπο ανάπτυξης και αξιολόγησης ψηφιακών STEM διδασκαλιών είναι αρκετά περιορισμένα (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Επομένως, με βάση τα παραπάνω, ο στόχος του Ευρωπαϊκού Προγράμματος STEM-DIGITALIS είναι η ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με σύγχρονα STEM επιστημονικά αντικείμενα, όπως είναι η νανοτεχνολογία, η κλιματική αλλαγή, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα μικροπλαστικά κλπ.

## Μεθοδολογία

Το πρόγραμμα STEM - DIGITALIS έχει διάρκεια δύο έτη (Ιούνιος 2021 – Μάιος 2023). Στο πρόγραμμα συμμετέχουν πέντε ακαδημαϊκά ιδρύματα από ισάριθμες χώρες της Ευρώπης. Συγκεκριμένα, συμμετέχουντα α. Πανεπιστήμιο Κρήτης (Ελλάδα), β. Leibniz Universitat Hannover (Γερμανία), γ. Tallinn University (Εσθονία), δ. Dublin

City University (Ιρλανδία) και ε. Rijks universiteit Groningen (Ολλανδία). Οι επιμέρους στόχοι του προγράμματος είναι:

- Η ανάπτυξη ψηφιακών διδακτικών σεναρίων για σύγχρονα STEM αντικείμενα.
- Η ανάπτυξη στρατηγικών διδασκαλίας και μάθησης για την αποτελεσματική αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών κατά τη διδασκαλία σύγχρονων STEM αντικειμένων καθώς και τη διαμόρφωση αποτελεσματικών μικτών ή/και εξ αποστάσεως περιβαλλόντων μάθησης.
- Η ανάπτυξη ανοικτής εκπαιδευτικής πλατφόρμας για τη διάχυση του ψηφιακού διδακτικού υλικού σε ποικίλα εκπαιδευτικά, οικονομικά και πολιτιστικά πλαίσια.
- Η διαμόρφωση κατευθυντήριων γραμμών και προτάσεων για τη διδασκαλία σύγχρονων STEM αντικειμένων αξιοποιώντας ψηφιακά εργαλεία και περιβάλλοντα μάθησης.

Για την ανάπτυξη των ψηφιακών διδακτικών σεναρίων έχει αξιοποιηθεί το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (MER - Model of Educational Reconstruction) (Duit et al., 2012), το οποίο στοχεύει στον σχεδιασμό περιβαλλόντων μάθησης φέρνοντας σε ισορροπία τη δομή του επιστημονικού περιεχομένου και τις ανάγκες των μαθητευόμενων.

## Αποτελέσματα

Στα πλαίσια του προγράμματος έχουν αναπτυχθεί πέντε ψηφιακά διδακτικά σενάρια διάρκειας οκτώ έως δώδεκα ώρες το καθένα, τα οποία επικεντρώνουν στα εξής σύγχρονα STEM αντικείμενα: α. Κλιματική αλλαγή (Climate change), β. Καινοτόμοι τρόποι παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας (Ocean Grazer: Innovative energy harvesting & energy storage technology), γ. Ενέργεια (Energy), δ. Συμβολομετρία (Interferometry) και ε. Νερό (Water). Σε καθένα από τα προαναφερθέντα σενάρια έχουν αξιοποιηθεί ποικίλα τεχνολογικά μέσα με στόχο την ψηφιοποίηση των επιμέρους δραστηριοτήτων.

Πιο συγκεκριμένα, το διδακτικό σενάριο της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνει τρεις ενότητες που αφορούν στην διερεύνηση της συσχέτισης της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα και της αύξησης της θερμοκρασίας, του ρόλου των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην κλιμάκωση του φαινομένου καθώς και στη διαπραγμάτευση σχετικών κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων. Οι δραστηριότητες που αφορούν αυτές τις διαστάσεις έχουν ψηφιοποιηθεί με ποικίλους τρόπους, όπως είναι τα διαδραστικά βίντεο (H5P), οι διαδραστικές γραφικές παραστάσεις (εργαλεία html), εφαρμογές σε κινητές συσκευές (App Inventor), εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (ARTutor) και παιχνιδιοποίηση (Unity 3D).

Το διδακτικό σενάριο για τους τρόπους παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας αξιοποιεί προσομοιώσεις για τη διερεύνηση των παραγόντων που καθιστούν αποδοτικές σύγχρονες καινοτόμες συσκευές παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας (Ocean Grazer), ενώ ταυτόχρονα μέσα από ένα εργαλείο επαυξημένης πραγματικότητας (Gather Town) οι φοιτητές καλούνται να επικοινωνήσουν και να συνεργαστούν, ώστε να αναπτύξουν τη δική τους αποδοτική

συσκευή. Το διδακτικό σενάριο σχετικά με τη Συμβολομετρία αξιοποιεί εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας (VR - Unity 3D), ώστε οι φοιτητές να χρησιμοποιήσουν πειραματικές διατάξεις και να περιηγηθούν σε ένα εικονικό εργαστήριο. Παράλληλα, αξιοποιώντας διαδραστικά λογισμικά, όπως ενδεικτικά είναι το GeoGebra, εξοικειώνονται με έννοιες της κυματικής. Το διδακτικό σενάριο αναφορικά με την Ενέργεια αξιοποιεί λογισμικά ανοικτής πρόσβασης και προσομοιώσεις για την εξοικείωση των φοιτητών με την κατανάλωση ενέργειας και τρόπους εξοικονόμησής της. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού του σεναρίου είναι η χρήση ψηφιακών εννοιολογικών χαρτών ως μέσο αξιολόγησης της πορείας μάθησης των φοιτητών. Τέλος, το διδακτικό σενάριο σχετικά με το Νερό αξιοποιώντας πραγματικά δεδομένα εστιάζει στην ανάλυση της ποιότητας του νερού αλλά και στη διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων, που προκύπτουν από την υπερκατανάλωση των υδάτινων πόρων.

## Συμπεράσματα

Το πρόγραμμα STEM - DIGITALIS συμβάλλει στην ανάπτυξη ψηφιακών πόρων για τη διδασκαλία σύγχρονων STEM αντικειμένων, οι οποίοι μπορούν να αξιοποιούνται σε μικτά ή/ και εξ αποστάσεως περιβάλλοντα μάθησης. Οι βασικοί αποδέκτες των παραδοτέων και των αποτελεσμάτων του προγράμματος είναι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στους οποίους απευθύνεται το ψηφιακό διδακτικό υλικό που έχει αναπτυχθεί. Με την αξιοποίηση των ψηφιακών πόρων που έχουν διαμορφωθεί στο πλαίσιο του προγράμματος, αναμένεται τόσο να βελτιωθούν οι ψηφιακές δεξιότητες των μελλοντικών εκπαιδευτικών, όσο και να κατανοήσουν οι ίδιοι τον τρόπο ενσωμάτωσης και αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών κατά τη διδασκαλία STEM αντικειμένων. Τέλος, σημαντικοί αποδέκτες των αποτελεσμάτων του έργου είναι οι ίδιοι οι διδάσκοντες τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι θα μπορούν να αξιοποιήσουν το ψηφιακό διδακτικό υλικό και τις διδακτικές στρατηγικές που διαμορφώνονται προκειμένου να ενσωματώνουν στα μαθήματά τους αποτελεσματικά ψηφιακές τεχνολογίες και αντικείμενα σύγχρονης έρευνας.

## Βιβλιογραφία

- Baincakova, M., & Bernard, P. (2020). Online Experimentation during COVID-19 Secondary School Closures: Teaching Methods and Student Perceptions. *Journal of Chemical Education*, 97, 3295-3300. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00748>
- 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.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>

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.

<https://doi.org/10.1088/0143-0807/28/3/S08>

Zacharia, Z., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S., ...Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: a literature review. *Educational Technology Research and Development*, 63 (2), 257-302. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9370-0>

## Οι Νέες Τεχνολογίες στην υπηρεσία ενδυνάμωσης του Θαλάσσιου Γραμματισμού σε μαθητές Γυμνασίου: Μελέτη περίπτωσης

**Μιχάλης Κουκουλάκης<sup>1</sup>, Αθανάσιος Μόγιας<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, <sup>2</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*

### Περίληψη

Η εργασία εστιάζει στη συμβολή των ΤΠΕ στη γνωστική ενδυνάμωση μαθητών σε ζητήματα Θαλάσσιου Γραμματισμού. Στόχος της είναι η αξιολόγηση μιας διδακτικής παρέμβασης που περιλαμβάνει αρχική αποτύπωση των γνώσεων μαθητών Γυμνασίου σε ζητήματα επιστημών της θάλασσας σύμφωνα με το πλαίσιο του Θαλάσσιου Γραμματισμού, υλοποίηση της παρέμβασης με τη χρήση των ΤΠΕ, επανέλεγχος των σχετικών γνώσεων τους, καθώς και αξιολόγηση της ιστοσελίδας ως βασικού εργαλείου της παρέμβασης. Τα αποτελέσματα φανερώνουν σημαντική αύξηση της γνώσης των μαθητών, καθώς και εποικοδομητικές προτάσεις που οδήγησαν σε σχετικές τροποποιήσεις της ιστοσελίδας.

**Λέξεις κλειδιά:** Θαλάσσιος γραμματισμός, Νέες τεχνολογίες, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Μαθητές, Γνώσεις

## New Technologies in the service of strengthening high school students' Ocean Literacy: Case study

**Michalis Koukoulakis<sup>1</sup>, Athanasios Mogias<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Preschool Education Sciences and Educational Design, University of Aegean, <sup>2</sup>Department of Primary Education, Democritus University of Thrace*

### Abstract

The present study focuses on the contribution of ICT to the cognitive empowerment of students on Ocean Literacy issues. Its basic aim is to evaluate a didactic intervention that includes mapping of high school students' knowledge on marine sciences issues in accordance with the Ocean literacy framework, implementation of the intervention with the use of ICT, re-testing of their relevant knowledge and evaluation of the website as the basic tool of the intervention. The results show a significant increase in students' knowledge, as well as several constructive suggestions that led to relevant modifications of the website.

**Keywords:** Ocean literacy, New technologies, Secondary education, Students, Knowledge

## Εισαγωγή

Ο παγκόσμιος ωκεανός αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό που καθιστά τον πλανήτη μας κατοικήσιμο, καθώς μεταξύ άλλων παράγει περισσότερο από το 50% του οξυγόνου που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα, ρυθμίζει τον καιρό και το κλίμα και παρέχει τροφή και ορυκτούς πόρους (Cava et al., 2005). Ταυτόχρονα όμως ο ωκεανός δείχνει και σοβαρά σημάδια υποβάθμισης, ως αποτέλεσμα κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Ως εκ τούτου, κρίνεται απαραίτητη η ενσωμάτωση μέσα στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών ενός σχετικά νέου πεδίου, αυτού του Θαλάσσιου Γραμματισμού (NOAA, 2013).

Ο σημαντικός ρόλος που διαδραματίζουν οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην υποστήριξη των σχολικών Αναλυτικών Προγραμμάτων έχει επισημανθεί επανειλημμένως. Η χρήση τους βοηθά τους εκπαιδευόμενους να αποκτήσουν γνώσεις, να ενισχύσουν τις μαθησιακές τους δεξιότητες, να αναπτύξουν τη δημιουργικότητά τους και ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να μειώσουν τον βαθμό της καθοδηγούμενης διδασκαλίας και να αυξήσουν τις ευκαιρίες υποβοήθησης εκπαιδευόμενων που αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες ανάγκες (π.χ. Majumdar, 2015).

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση του βαθμού επιτυχίας μιας διδακτικής παρέμβασης σε μαθητές Γυμνασίου με βασικό εργαλείο τις ΤΠΕ και αντικείμενο μελέτης ζητήματα του Θαλάσσιου Γραμματισμού.

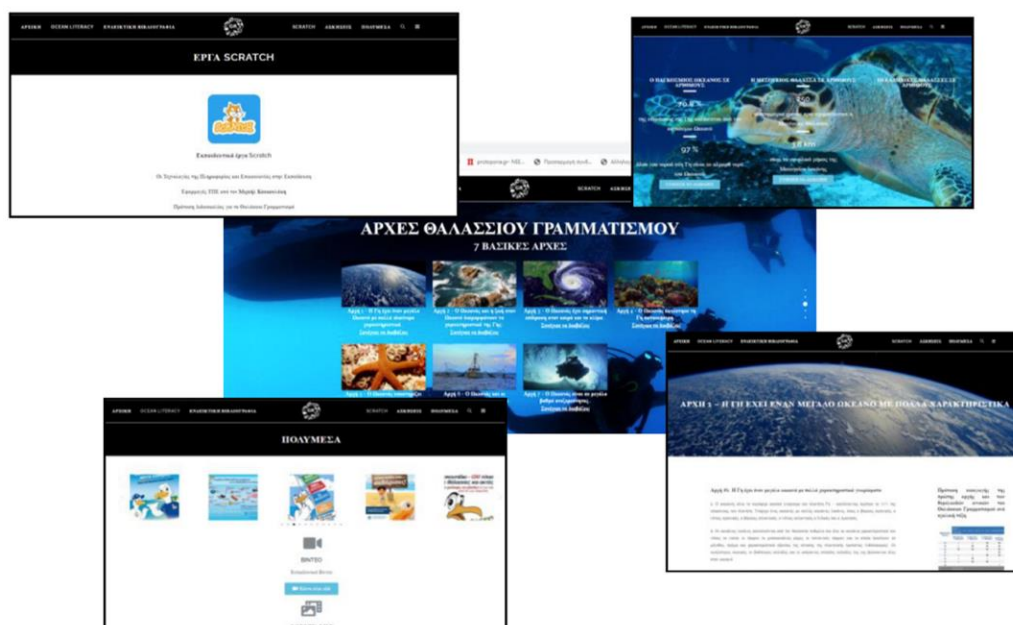
## Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, που αποτελεί μελέτη περίπτωσης, συμμετείχαν 20 μαθητές και μαθήτριες Γυμνασίου. Για τις ανάγκες της διερεύνησης των γνώσεών τους αλλά και της αξιολόγησης της ιστοσελίδας, που κατασκευάστηκε για να χρησιμοποιηθεί στη διδακτική παρέμβαση, σχεδιάστηκαν αντίστοιχα ερωτηματολόγια. Το πρώτο, για την κατασκευή του οποίου αξιοποιήθηκαν εργαλεία από τη διεθνή βιβλιογραφία (π.χ. Greely, 2008; Mogias et al., 2015), περιλάμβανε δημογραφικές ερωτήσεις και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με αποκλειστική εστίαση στην 1<sup>η</sup> και 5<sup>η</sup> Αρχή, σύμφωνα με το πλαίσιο του Θαλάσσιου Γραμματισμού. Το δεύτερο ερωτηματολόγιο διερευνούσε, μέσα από δηλώσεις τοποθέτησης σε 5-βαθμια κλίμακα τύπου Likert, τον βαθμό ικανοποίησης των μαθητών ως προς την κατασκευή της ιστοσελίδας (π.χ. δομή, ευκρίνεια εικόνων και σχεδιαγραμμάτων, κατανόηση κειμένων, ασκήσεις αξιολόγησης).

Αναφορικά με την ιστοσελίδα, αυτή κατασκευάστηκε στην πλατφόρμα WordPress με τις απαιτούμενες για την περίπτωσή μας πληροφορίες (κείμενο, εικόνες βίντεο, πολυμέσα, διαδραστικές ασκήσεις) (Εικόνα 1). Οι ασκήσεις σχεδιάστηκαν με τη χρήση του λογισμικού Hot Potatoes, ενώ αξιοποιήθηκαν επίσης το πρόγραμμα Scratch και οι πλατφόρμες Google Drive και Dropbox.

Η παρέμβαση διήρκησε συνολικά 10 διδακτικές ώρες και πραγματοποιήθηκε κατά τον Απρίλιο – Μάιο του 2020 εξ ολοκλήρου μέσω της ψηφιακής εκπαιδευτικής πλατφόρμας Webex, λόγω των υγειονομικών περιορισμών από την πανδημία COVID-19. Περιλάμβανε εισαγωγική ενημέρωση των μαθητών στις 7 βασικές Αρχές και 45 θεμελιώδεις Έννοιες του Θαλάσσιου Γραμματισμού, αρχική αποτύπωση των γνώσεών τους σε ζητήματα που πραγματεύεται η 1<sup>η</sup> και 5<sup>η</sup> Αρχή, οικειοποίηση και εμπλοκή τους με το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό και τελική αποτύπωση των γνώσεών τους μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης. Για την ανάλυση των

δεδομένων της έρευνας αξιοποιήθηκαν εφαρμογές της περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής. Ειδικότερα για τη δεύτερη περίπτωση, καθώς πρόκειται για πιλοτική μελέτη με αξιοποίηση μικρού αριθμού μαθητών, έγινε χρήση μη παραμετρικών στατιστικών κριτηρίων και ως εκ τούτου ο αναγνώστης θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικός με την ακρίβεια των αποτελεσμάτων.



Εικόνα1 Ενδεικτικές οθόνες της ιστοσελίδας

## Αποτελέσματα

Η αρχική αποτύπωση έδειξε ιδιαίτερα ελλείψεις γνώσεις για τους μαθητές σχεδόν σε όλα τα αντικείμενα που κλήθηκαν να απαντήσουν, με τα χαμηλότερα ποσοστά να συγκεντρώνονται σε ερωτήσεις που σχετίζονται με το σύστημα μεταφοράς θρεπτικών, αλάτων, ιζημάτων και ρύπων από τις λεκάνες απορροής προς τις θάλασσες (ερ. 13), τη δυσκολία σύνδεσης των οικιακών μας απορριμμάτων με τη ρύπανση των θαλασσών (ερ. 14), καθώς και τις δυσκολίες κατανόησης ότι τα ψάρια και τα ασπόνδυλα αποτελούν ωκεάνιους πόρους υπό τον κίνδυνο της εξαφάνισης (ερ. 15) (Πίνακας 1). Μετά το πέρας της παρέμβασης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση ( $p \leq 0,05$ ) σχεδόν σε όλα τα υπό εξέταση αντικείμενα, με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπως για παράδειγμα η πληροφορία σχετικά με τη γεωμορφολογία των ωκεανών (ερ. 5) και τη μεταφορά στοιχείων από τις λεκάνες απορροής προς τις θάλασσες (ερ. 13) (Πίνακας 1).

Η τοποθέτηση των μαθητών στην 5-βαθμια κλίμακα τύπου Likert ήταν ιδιαίτερα θετική υποδηλώνοντας ασφαλώς τον επιτυχή σχεδιασμό και κατασκευή της ιστοσελίδας, καθώς εμφάνισε μέση τιμή 4,39 ( $\pm 0,566$ ) με την υψηλότερη τιμή να είναι 4,70 και αφορά στο περιεχόμενο των κειμένων ως προς την ορολογία που χρησιμοποιείται και τη χαμηλότερη να είναι 3,70 και αφορά στην ποιότητα του ήχου μέσα από την επιλογή του μενού Scratch (Πίνακας 2).



Αρχή #1	Πριν	Μετά	Επίπεδο σημαντικότητας	Αρχή #5	Πριν	Μετά	Επίπεδο σημαντικότητας
ερ. 1	25,0	90,0	0,000	ερ. 1	20,0	70,0	0,005
ερ. 2	25,0	70,0	0,003	ερ. 2	25,0	55,0	0,034
ερ. 3	25,0	70,0	0,003	ερ. 3	20,0	55,0	0,008
ερ. 4	25,0	55,0	0,014	ερ. 4	25,0	65,0	0,005
ερ. 5	15,0	30,0	0,083	ερ. 5	15,0	45,0	0,014
ερ. 6	20,0	50,0	0,014	ερ. 6	25,0	50,0	0,025
ερ. 7	15,0	40,0	0,046	ερ. 7	25,0	40,0	0,083
ερ. 8	25,0	55,0	0,014	ερ. 8	30,0	50,0	0,046
ερ. 9	30,0	40,0	0,157	ερ. 9	30,0	60,0	0,014
ερ. 10	50,0	60,0	0,157				
ερ. 11	20,0	45,0	0,025				
ερ. 12	25,0	65,0	0,005				
ερ. 13	10,0	15,0	0,317				
ερ. 14	10,0	55,0	0,003				
ερ. 15	10,0	35,0	0,025				

Πίνακας 2 Σχετικές συχνότητες των σωστών απαντήσεων του δείγματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

## Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην αποτύπωση του βαθμού που μια προσεκτικά σχεδιασμένη και υλοποιημένη διδακτική παρέμβαση, αξιοποιώντας τις δυνατότητες των ΤΠΕ, μπορεί να αυξήσει τις υπάρχουσες γνώσεις μαθητών Γυμνασίου ή/και να απομακρύνει πιθανές παρανοήσεις τους σε ζητήματα Επιστημών της Θάλασσας. Συγκεκριμένα, οι μαθητές ρωτήθηκαν για ζητήματα που εστιάζουν στην 1<sup>η</sup> και 5<sup>η</sup> Αρχή του Θαλάσσιου Γραμματισμού (NOAA, 2013), που αφορούν σε θέματα γεωμορφολογίας των ωκεάνιων λεκανών, αβιοτικών και βιοτικών στοιχείων τους. Η διδακτική παρέμβαση αποδείχτηκε ιδιαίτερα επιτυχής, καθώς η γνώση αυξήθηκε σε όλα τα επιμέρους θέματα και μάλιστα σημαντικά στις περισσότερες περιπτώσεις.

Αναφορικά με την αξιολόγηση της ιστοσελίδας, ως του βασικού εργαλείου της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές προέκριναν ιδιαίτερα ζητήματα σχετικά με την ορολογία των κειμένων, τον τρόπο παρουσίασης των αρχών και εννοιών του Θαλάσσιου Γραμματισμού και των διαδραστικών ασκήσεων, παράλληλα με κάποιες εποικοδομητικές παρατηρήσεις, όπως αυτές που εστιάζουν στην ποιότητα ήχου και βίντεο, που αποτελέσαν αντικείμενο σχετικών τροποποιήσεων κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής της ιστοσελίδας.

	<b>Μέση τιμή</b>	<b>Τυπική απόκλιση</b>
<b>1.</b> Τρόπος παρουσίασης των πρώτων πληροφοριών στην αρχική οθόνη	4,45	0,605
<b>2.</b> Ευκρίνεια της αρχικής οθόνης	4,55	0,510
<b>3.</b> Βασική πληροφορία που δίνεται στην αρχική οθόνη	4,55	0,510
<b>4.</b> Ποιότητα των φωτογραφιών / εικόνων της αρχικής οθόνης	4,45	0,510
<b>5.</b> Διάταξη των επιλογών του μενού στην αρχική οθόνη	4,50	0,513
<b>6.</b> Δυνατότητες «διαδρομών» που δίνονται στον χρήστη από μία οθόνη σε άλλη	4,45	0,510
<b>7.</b> Ποιότητα των βίντεο	3,75	0,716
<b>8.</b> Ποιότητα του ήχου	3,70	0,979
<b>9.</b> Περιεχόμενο των κειμένων ως προς την ορολογία που χρησιμοποιείται	4,70	0,470
<b>10.</b> Τρόπος παρουσίασης των 7 Αρχών και θεμελιωδών Εννοιών	4,55	0,510
<b>11.</b> Τρόπος παρουσίασης των πινάκων για κάθε Αρχή	4,25	0,444
<b>12.</b> Τρόπος παρουσίασης των διαγραμμάτων ροής για κάθε Αρχή	4,40	0,503
<b>13.</b> Τρόπος αξιολόγησης των γνώσεων με τις διαδραστικές ασκήσεις	4,50	0,513
<b>14.</b> Ευκρίνεια παρουσίασης των διαδραστικών ασκήσεων	4,65	0,489

*Πίνακας 2 Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του βαθμού ικανοποίησης του δείγματος από την ιστοσελίδα*

Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν και στη χώρα μας (π.χ. Koulouri et al., 2022· Mogias et al., 2019) έχουν φανερώσει ιδιαίτερα περιορισμένο επίπεδο γνώσεων των μαθητών των δύο πρώτων βαθμίδων εκπαίδευσης σε σχετικά ζητήματα, ενώ και η διερεύνηση πιθανών αιτιών που να ευθύνονται γι' αυτό (π.χ. Mogias et al., 2021) δείχνει σχολικά εγχειρίδια με εμφανή ελλείματα σε σύγχρονους τύπους γραμματισμού, όπως ο Θαλάσσιος Γραμματισμός. Καθώς στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα αλλαγές στα Αναλυτικά Προγράμματα και τα σχολικά βιβλία αποτελούν μάλλον δύσκολο εγχείρημα, ο άμεσος προσανατολισμός μας θα πρέπει να είναι προς την κατεύθυνση οι γραμματισμοί αυτοί να αποτελέσουν αντικείμενα των νεοσύστατων εργαστηρίων δεξιοτήτων, κάτω από την ευρύτερη ομπρέλα μιας σύγχρονης Εκπαίδευσης για την Αειφορία.

## Βιβλιογραφία

- Cava, F., Schoedinger, S., Strang, C., & Tuddenham, P. (2005). Science Content and Standards for Ocean Literacy: A Report on Ocean Literacy. Available at: [http://coexploration.org/oceanliteracy/documents/OLit200405\\_Final\\_Report.pdf](http://coexploration.org/oceanliteracy/documents/OLit200405_Final_Report.pdf).
- Greely, T. (2008). Ocean literacy and reasoning about ocean Issues: The influence of content, experience and morality. Ph.D. dissertation, Tampa, FL: University of South Florida.
- Koulouri, P., Mogias, A., Mokos, M., Cheimonopoulou, M., Realdon, G., Boubonari, T., Previati, M., TojeiroFormoso, A., Kideys, A. E., Hassaan, M. A., Patti, P., Korfiatis, K., Fabri, S., & Juan, X. (2022). Ocean literacy across the Mediterranean Sea Basin: Evaluating middle school students' knowledge, attitudes, and behaviour towards ocean sciences issues. *Mediterranean Marine Science*, 23(2), 289-301.
- Mogias, A., Boubonari, T., & Kevrekidis, T. (2021). Examining the presence of ocean literacy principles in Greek primary school textbooks. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 30(4), 314-331. <https://doi.org/10.1080/10382046.2021.1877953>
- Mogias, A., Boubonari, T., Markos, A., & Kevrekidis, T. (2015). Greek preservice teachers' knowledge of ocean sciences issues and attitudes toward ocean stewardship. *Journal of Environmental Education*, 46, 251-270.
- Mogias, A., Boubonari, T., Realdon, G., Previati, M., Mokos, M., Koulouri, P., & Cheimonopoulou, M. (2019). Evaluating Ocean Literacy of elementary school students: Preliminary results of a cross-cultural study in the Mediterranean region. *Frontiers in Marine Science*, 6, 396.
- Majumdar, S. (2015). Emerging trends in ICT for education & training. *Gen. Asia Pacific Reg. IVETA*.
- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] (2013). *Ocean Literacy: The Essential Principles of Ocean Sciences for Learners of All Ages*. Version 2: March 2013.

## Χαρτογραφώντας την επιστημονική ταυτότητα Ινδών Σιχ μαθητών Επαγγελματικού Λυκείου

**Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στη χαρτογράφηση της αντιλαμβανόμενης επιστημονικής ταυτότητας τεσσάρων Ινδών Σιχ μαθητών Επαγγελματικού Λυκείου και του τρόπου με τον οποίο αυτή αλληλεπιδρά με άλλες πτυχές της ταυτότητάς τους. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων με τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς τους. Τα ευρήματα αποκαλύπτουν ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν διάφορα εμπόδια στην ανάπτυξη της επιστημονικής τους ταυτότητας, που οφείλονται κυρίως στην αλληλεπίδρασή της με την κοινωνική και την πολιτισμική τους ταυτότητα. Ωστόσο, αποτέλεσμα της ίδιας αλληλεπίδρασης είναι και η δημιουργία ισχυρών φιλοδοξιών για επιστημονική σταδιοδρομία που αποδίδονται κυρίως στην χρηστική αξία της επιστήμης ως μέσου κοινωνικής ανόδου.

**Λέξεις κλειδιά:** επιστημονική ταυτότητα, διατομεακότητα, φιλοδοξίες επιστημονικής σταδιοδρομίας

## Mapping Indian Sikh vocational high school students' science identity

**Emily Michailidi, Dimitris Stavrou**

*Department of Primary Education, University of Crete*

### Abstract

The present study aims to map four minority Sikh vocational high school students' perceived science identity and the way it intersects with their other identities. Data were collected through semi-structured interviews with the students and their teachers. Findings reveal that minority Sikh students' aspirations face various obstacles while developing their science identity stemming mainly from the intersection of their science identity with their social and ethnic identities. However, these identities interact in a way that allows them to have strong aspirations for science careers due to the extrinsic value of science as means for social mobility.

**Keywords:** science identity, intersectionality, science career aspirations

## Εισαγωγή

Οι Φυσικές Επιστήμες καθίστανται ολοένα και πιο σημαντικές στην καθημερινή μας ζωή και τόσο η γνώση όσο και οι δεξιότητες των Φυσικών Επιστημών είναι πλέον απαραίτητες για την αντιμετώπιση σύγχρονων κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων. Ωστόσο, παράλληλα παρατηρείται ότι άτομα μεταναστευτικού και χαμηλότερου κοινωνικο-οικονομικού υποβάθρου σπάνια ακολουθούν αντίστοιχα επαγγέλματα (Wong, 2016). Σύμφωνα με τους Archer et al. (2010) οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν και να αλλάξουν τις επαγγελματικές φιλοδοξίες των νέων είναι πολλοί και αλληλένδετοι, όπως το φύλο, η κοινωνικοοικονομική θέση και η εθνικότητα. Ένας από τους παράγοντες που αλληλεπιδρά με τους παραπάνω και αποτελεί ισχυρό δείκτη πρόβλεψης για τις ακαδημαϊκές επιλογές και επαγγελματικές φιλοδοξίες των μαθητών είναι η επιστημονική τους ταυτότητα.

Η επιστημονική ταυτότητα αφορά στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές τοποθετούνται απέναντι στην επιστήμη και διαμορφώνεται από τις εμπειρίες και τις κοινωνικές τους αλληλεπιδράσεις. Σύμφωνα με την προσέγγιση των Carlone & Johnson (2007) η επιστημονική ταυτότητα περιλαμβάνει τρεις διαστάσεις: την *ικανότητα* που περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να κατανοεί τις επιστημονικές πληροφορίες, την *εκδήλωση* που σχετίζεται με την κατάλληλη εμπλοκή του σε επιστημονικές δραστηριότητες και την *αναγνώριση* που αναφέρεται στη γνώμη κάποιου για τον εαυτό του ως «δυνάμει επιστήμονα» και στον τρόπο που οι άλλοι τον αναγνωρίζουν ως τέτοιο.

Ως εκ τούτου, δεδομένης της ανάγκης ενίσχυσης της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητών μειονοτικών ομάδων ως μέσου για την ενίσχυση της συνολικής συμμετοχής τους στην επιστήμη, η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην χαρτογράφηση της επιστημονικής ταυτότητας Ινδών Σιχ μαθητών, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή μέσα από τα μάτια των ιδίων καθώς επίσης και τις φιλοδοξίες τους για ένα επάγγελμα στον επιστημονικό τομέα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τρόπο με τον οποίο οι δομικές ταυτότητες επηρεάζουν τις επαγγελματικές φιλοδοξίες των Ινδών Σιχ μαθητών και την ταύτισή τους με τα επιστημονικά επαγγέλματα. Τα ερευνητικά ερωτήματα που καθοδηγούν αυτήν τη μελέτη είναι: (i) Με ποιον τρόπο προσδιορίζουν οι Ινδοί Σιχ μαθητές την επιστημονική τους ταυτότητα; (ii) Με ποιον τρόπο αλληλεπιδρούν οι άλλες ταυτότητές τους με την επιστημονική τους ταυτότητα; (iii) Ποιες φιλοδοξίες επιστημονικής σταδιοδρομίας προκύπτουν ως αποτέλεσμα αυτή της αλληλεπίδρασης;

## Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία περιγράφει μια μελέτη περίπτωσης τεσσάρων Ινδών Σιχ μαθητών που φοιτούν σε Επαγγελματικό Λύκειο αναφορικά με την επιστημονική τους ταυτότητα και τις φιλοδοξίες τους για μια σταδιοδρομία σχετιζόμενη με τις Φυσικές Επιστήμες. Η εργασία αξιοποιεί την έννοια της διατομεακότητας/intersectionality (Avraamidou, 2020) ως πλαίσιο για να φωτίσει την εκλαμβανόμενη επιστημονική ταυτότητα και τις προσδοκίες των Ινδών Σιχ

μαθητών σε ένα ελληνικό επαγγελματικό λύκειο και για να γίνει καλύτερα κατανοητή η αλληλεπίδρασή της με τις άλλες τους ταυτότητες.

Η Ινδική Σιχ κοινότητα του Ρεθύμνου είναι η μεγαλύτερη της περιοχής και αριθμεί περίπου 800 κατοίκους. Για την κοινότητα των Σιχ, η θρησκεία, η γλώσσα και ο τρόπος ζωής που απορρέουν από αυτή, είναι μερικές από τις πιο σημαντικές πτυχές της ταυτότητάς τους.

Οι 4 συμμετέχοντες μαθητές είναι ηλικίας 19-21 ετών και φοιτούν στην Γ' τάξη του Επαγγελματικού Λυκείου στον τομέα Ηλεκτρονικής και επιλέχθηκαν μέσω σκόπιμης δειγματοληψίας και αντιπροσώπευαν ένα ομοιογενές, κρίσιμο δείγμα περιπτώσεων μεταναστών Ινδών Σιχ μαθητών, που ακολουθούν έναν τομέα που σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες στο Επαγγελματικό Λύκειο Ρεθύμνου.

Η κύρια πηγή δεδομένων για αυτήν τη μελέτη είναι οι ημιδομημένες συνεντεύξεις. Οι συνεντεύξεις διήρκεσαν περίπου 60 λεπτά και έδωσαν μια ποιοτική και σε βάθος εικόνα του αυτοπροσδιορισμού των μαθητών απέναντι στην επιστήμη και των φιλοδοξιών τους για σχετικά επαγγέλματα. Οι συνεντεύξεις επικεντρώθηκαν σε θέματα που σχετίζονται με τις απόψεις τους για την επιστήμη και τους επιστήμονες (υποβοηθούμενες από σκαριφήματα των μαθητών), τις επιδόσεις τους στα σχολικά μαθήματα και την εμπλοκή τους σε επιστημονικές δραστηριότητες, καθώς και για τον τρόπο που αντιλαμβάνονται τους εαυτούς τους ως δυνάμει επιστήμονες και τις επαγγελματικές τους φιλοδοξίες. Για την ανάλυση των δεδομένων αρχικά προβήκαμε σε κατά λέξη απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων, οι οποίες εξετάστηκαν προκειμένου να αναδυθούν μοτίβα και ευρύτερα θέματα. Τα κύρια θέματα γύρω από τα οποία οργανώθηκαν οι εννοιολογήσεις των συνεντευξιζόμενων ήταν: η επιστημονική ταυτότητα (από άποψη ικανότητας, εκδήλωσης και αναγνώρισης), οι επιστημονικές τους φιλοδοξίες και η κοινωνική, η εθνική και η πολιτιστική τους ταυτότητα.

## **Αποτελέσματα**

Τα αποτελέσματα σχετικά με την εκλαμβανόμενη από τους ίδιους τους μαθητές επιστημονική τους ταυτότητα παρουσιάζονται αναφορικά με τρεις επιμέρους διαστάσεις: την ικανότητα, την εκδήλωση και την αναγνώριση. Ως προς την ικανότητα, μόνο ένας μαθητής υποστήριξε ότι έχει καλή επίδοση στα μαθήματα ΦΕ, ενώ οι υπόλοιποι αναγνώρισαν αρκετές αδυναμίες στην κατανόηση πιο σύνθετων επιστημονικών εννοιών και φαινομένων, που αντικατοπτρίζονται και στις χαμηλές τους ακαδημαϊκές επιδόσεις στα θεωρητικά σκέλη των μαθημάτων αυτών.

Αντιθέτως, ως προς την εκδήλωση και οι τέσσερις συμμετέχοντες περιέγραψαν ένα καλό επίπεδο συμμετοχής σε επιστημονικές πρακτικές, τόσο στο σχολείο στα πλαίσια των εργαστηριακών μαθημάτων όσο και στο σπίτι. Δήλωσαν ότι ασχολούνται αρκετά συχνά με εργασίες, όπως η επισκευή ηλεκτρονικών συσκευών, κινητήρων αυτοκινήτων κ.ά. αν και δεν τις αναγνώρισαν σε όλες τις περιπτώσεις ως σχετικές με την επιστήμη.

Αναφορικά με την αναγνώριση του εαυτού τους ως δυνάμει επιστημόνων, ενώ οι μαθητές μπορούσαν να αναγνωρίσουν στοιχεία της προσωπικής τους ταυτότητας στην προοπτική ενός εφαρμοσμένου, τεχνικού επαγγέλματος, δεν μπορούσαν να ταυτιστούν με την προοπτική μιας ερευνητικής σταδιοδρομίας.

Επιπλέον, οι μαθητές κατά τα λεγόμενά τους είχαν την αναγνώριση των γονέων και των συνομηλίκων τους ως δυνητικών επαγγελματιών στον τομέα της επιστήμης, καθώς τους παρότρυναν να ασχοληθούν με ένα τεχνικό επάγγελμα.

Σε αντίθεση με την επικρατούσα ρητορική, η οποία απεικονίζει τις μειονοτικές ομάδες ως έχουσες χαμηλές φιλοδοξίες για την επιστήμη, οι μαθητές στην παρούσα μελέτη εξέφρασαν φιλοδοξίες για σπουδές στον ευρύτερο επιστημονικό και τεχνικό τομέα και μάλιστα στο εξωτερικό, σε χώρες όπου έχουν συγγενείς και υπάρχουν ισχυρές Σιχ κοινότητες. Το γεγονός ότι η εθνοπολιτισμική ταυτότητα της Σιχ κοινότητας είναι στενά συνδεδεμένη με τη μητρική τους γλώσσα, έχει διαμορφώσει ένα πλαίσιο στο οποίο, αν και οι μαθητές διαμένουν άνω των 10 ετών στην Ελλάδα, δεν έχουν κατακτήσει την ελληνική γλώσσα. Ως αποτέλεσμα, αντιμετωπίζουν σημαντικά εμπόδια στην κατανόηση των μαθημάτων και άρα επηρεάζεται και η ταυτοτική πτυχή της ικανότητας και της εκδήλωσης. Από την άλλη μεριά, η πολιτισμική τους ταυτότητα φαίνεται ότι επιδρά και ενισχυτικά στη διαμόρφωση επαγγελματικών φιλοδοξιών για επιστημονικά επαγγέλματα. Αναφορικά με την κοινωνική τους ταυτότητα, οι μαθητές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τον εαυτό τους σε ένα ερευνητικό επιστημονικό επάγγελμα, ωστόσο η κοινωνική τους ταυτότητα τους έχει οδηγήσει σε επιλογές σταδιοδρομίας φορτισμένες με τη φιλοδοξία της κοινωνικής προόδου.

## Συμπεράσματα

Η επιστημονική ταυτότητα και οι φιλοδοξίες των Ινδών Σιχ μαθητών δεν διαμορφώνονται εν κενώ· αντιθέτως, τέμνονται και αλληλεπιδρούν με τις άλλες ταυτότητες των μαθητών. Η σχέση μεταξύ της ακαδημαϊκής επίδοσης και των επαγγελματικών φιλοδοξιών μοιάζει να μην είναι προφανής, καθώς οι μαθητές με χαμηλή επίδοση μπορεί να έχουν φιλοδοξίες για επαγγέλματα που σχετίζονται με την επιστήμη λόγω της ανταλλακτικής αξίας της επιστήμης ως μέσου κοινωνικής ανόδου. Συμπερασματικά, η κοινωνική τάξη και η πολιτισμική ταυτότητα των Ινδών Σιχ μαθητών σε συγκεκριμένα πλαίσια τους τοποθετούν ως «εξωτερικούς» της κουλτούρας της επιστήμης και υπό άλλες συνθήκες χρησιμεύουν ως δίκτυα υποστήριξης που ενισχύουν τις φιλοδοξίες τους για επιστημονική σταδιοδρομία.

## Βιβλιογραφία

- Archer, L., Hollingworth, S., & Mendick, H. (2010). *Urban youth and schooling*. Open University Press.
- Avraamidou, L. (2020). Science identity as a landscape of becoming: Rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 323-345. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09954-7>
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Wong, B. (2016). *Science education, career aspirations and minority ethnic students*. Palgrave MacMillan.

## Η διεπιστημονική STEM προσέγγιση στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: Το πρόγραμμα IDENTITIES

**Αργύρης Νιπυράκης<sup>1,2</sup>, Αθανασία Κοκολάκη<sup>1</sup>, Αιμιλία Μιχαηλίδη<sup>1</sup>, Καλλιόπη Γιαννακουδάκη<sup>1</sup>, Γιάννης Μεταξάς<sup>1</sup>, Νίκος Καπελώνης<sup>1</sup>, Κυριακή Δημητριάδη<sup>3</sup>, Δημήτρης Σταύρου<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Κρήτης, <sup>2</sup>University of Groningen, <sup>3</sup>Πειραματικό Γυμνάσιο Πανεπιστημίου Κρήτης*

### Περίληψη

Το παρόν πρόγραμμα αποτελεί μια συνεργασία πέντε ακαδημαϊκών ιδρυμάτων στα πλαίσια του Erasmus+ για σύμπραξη πανεπιστημίων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα αποσκοπεί στην ανάπτυξη STEM διδακτικών ενότητων για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών σε σύγχρονα και επίκαιρα θέματα καθώς και σε παραδοσιακά θέματα για την εξέλιξη των Επιστημών με εστίαση στις αρχές της διεπιστημονικότητας. Επιπλέον, γίνεται χρήση διαφορετικών «φακών» ανάλυσης της διεπιστημονικότητας προκειμένου να τονιστούν οι διασυνδέσεις μεταξύ των S-T-E-M πεδίων. Οι ενότητες που έχουν παραχθεί και εφαρμοστεί στην παρούσα φάση αφορούν τα μοντέλα εξάπλωσης του COVID-19, τη Νανοτεχνολογία, την Παραβολική Κίνηση, την Κρυπτογραφία, την Κλιματική Αλλαγή και τη Γλωσσολογία-Επιστημολογία.

**Λέξεις κλειδιά:** Διεπιστημονικότητα, STEM διδακτικές ενότητες, Εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών

## The Interdisciplinary STEM approach in Tertiary Education: The IDENTITIES project

**Argyris Nipyrakis<sup>1,2</sup>, Athanasia Kokolaki<sup>1</sup>, Emily Michailidi<sup>1</sup>, Kalliopi Giannakoudaki<sup>1</sup>, Giannis Metaxas<sup>1</sup>, Nikos Kapelonis<sup>1</sup>, Kyriaki Dimitriadi<sup>3</sup>, Dimitris Stavrou<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>University of Crete, <sup>2</sup>University of Groningen, <sup>3</sup>Experimental Middle School of the University of Crete*

### Abstract

The present program includes the cooperation of five academic institutes in the context of Erasmus+ projects for strategic partnerships for Higher Education. In particular, the program aims at developing STEM teaching modules for pre-service teacher education in both contemporary topics and traditional curriculum topics about the evolution of the disciplines, with a focus on theoretical principles of interdisciplinarity. Furthermore, several “lenses” of analysing interdisciplinarity are been implemented in order to stress the interconnections between the S-T-E-M disciplines. Up to the current state of the program, the modules



developed and implemented relate to modeling the evolution of COVID-19, Nanotechnology, Parabolic Motion, Cryptography, Climate Change and Linguistics-Epistemology.

**Keywords:** Interdisciplinarity, STEM teaching modules, Pre-service teacher education

## Εισαγωγή

Οι σύγχρονες κοινωνικές προκλήσεις (πχ Κλιματική αλλαγή, Τεχνητή Νοημοσύνη, Νανοτεχνολογία & εφαρμογές της) με τις οποίες βρίσκονται αντιμέτωπες οι νέες γενιές μαθητών, απαιτούν γνώσεις και δεξιότητες, οι οποίες δεν μπορούν να διδαχθούν επαρκώς υπό το πρίσμα μονοεπιστημονικών διδακτικών προσεγγίσεων. Ανταποκρινόμενη στην παραπάνω απαίτηση καθώς και στην ανάγκη κινητοποίησης και επαγγελματικού προσανατολισμού των νέων προς τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) η STEM Εκπαίδευση προτείνει μια διδακτική προσέγγιση, κατά την οποία διασυνδέονται γνώσεις και δεξιότητες από τα πεδία των ΦΕ, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών (Martín-Páez et al., 2019).

Παρόλα αυτά, η STEM προσέγγιση δεν έχει καρποφορήσει αποτελεσματικά στην εκπαιδευτική πράξη (Breiner et al., 2012), ενώ σημαντικά εμπόδια στην ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής αυτής καινοτομίας είναι η έλλειψη γνώσεων και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών καθώς και η έλλειψη STEM διδακτικών ενοτήτων, που να ενσωματώνουν τα τέσσερα πεδία STEM (Ejiwale, 2013). Συνεπώς, προκύπτει η ανάγκη της προετοιμασίας της νέας γενιάς εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και υλοποίηση STEM διδασκαλιών, έτσι ώστε μελλοντικά να μπορέσουν να υποστηρίξουν διεπιστημονικές προσεγγίσεις στη σχολική τάξη.

Ως αποτέλεσμα, το παρόν πρόγραμμα IDENTITIES στα πλαίσια του Erasmus+ KA203 στρατηγικών συνεργασιών ακαδημαϊκών ιδρυμάτων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αποσκοπεί στον σχεδιασμό και ανάπτυξη STEM ενοτήτων που αναδεικνύουν αρχές τις διεπιστημονικότητας μεταξύ των STEM πεδίων και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για διδασκαλία των μελλοντικών STEM εκπαιδευτικών.

## Μεθοδολογία

Στο πρόγραμμα συμμετέχουν πέντε ακαδημαϊκά ιδρύματα από τέσσερις χώρες: Università di Bologna & Università Degli studi di Parma (Ιταλία), Université de Montpellier (Γαλλία), Universitat de Barcelona (Ισπανία) και Πανεπιστήμιο Κρήτης (Ελλάδα). Συγκεκριμένα, συμμετέχουν ερευνητές που ασχολούνται με τη διδασκαλία και μάθηση των STEM πεδίων στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση καθώς και στην προπτυχιακή εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών στα πεδία των ΦΕ, Μαθηματικών και Πληροφορικής.

Επιμέρους σκοποί του προγράμματος είναι:

α) Η προετοιμασία μιας νέας γενιάς εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στον σχεδιασμό και υλοποίηση διεπιστημονικών διδασκαλιών.

β) Η προώθηση της δημιουργίας διεπιστημονικών ερευνητικών ομάδων στα πεδία της Διδακτικής των Μαθηματικών, ΦΕ και Πληροφορικής.

γ) Ο σχεδιασμός STEM ενότητων διδασκαλίας που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για διά ζώσης και μικτής μορφής διδασκαλία σε φοιτητές Μαθηματικών, ΦΕ και Πληροφορικής.

δ) Η ανάπτυξη νέων παιδαγωγικών προσεγγίσεων και μεθόδων προκειμένου να προωθηθεί η διεπιστημονικότητα μεταξύ των Μαθηματικών, ΦΕ και Πληροφορικής στα πλαίσια STEM προσεγγίσεων.

Ως παραδοτέο του προγράμματος θα αναπτυχθούν τελικώς τέσσερις STEM ενότητες διδασκαλίας, διάρκειας 10-20 ωρών, οι οποίες θα έχουν δοκιμαστεί διακρατικά σε ποικίλα εκπαιδευτικά πλαίσια των συμμετεχόντων χωρών (η καθεμία ενότητα τουλάχιστον σε δύο χώρες) καθώς και σε δύο διεθνή θερινά σχολεία, τα οποία διοργανώθηκαν από τα ακαδημαϊκά ιδρύματα που συμμετέχουν. Η εφαρμογή των ενότητων πραγματοποιείται/πραγματοποιήθηκε με μικτό τρόπο είτε εξ αποστάσεως (πχ 1ο θερινό σχολείο) όταν οι περιορισμοί λόγω COVID-19 το επέβαλλαν είτε διά ζώσης (πχ 2ο θερινό σχολείο) όταν αυτό καθίσταται/κατέστη δυνατόν. Οι ενότητες αυτές θα σχετίζονται αφενός με σύγχρονα STEM αντικείμενα (όπως Κλιματική Αλλαγή, Νανοτεχνολογία) και αφετέρου με διεπιστημονικά παραδοσιακά αντικείμενα, που είθισται να βρίσκονται στα αναλυτικά προγράμματα (όπως η Παραβολική Κίνηση, Κρυπτογραφία κτλ).

Αναλυτικότερα, στην περίπτωση των σύγχρονων STEM αντικειμένων τα οποία αποτελούν αντικείμενο έρευνας αιχμής, η διεπιστημονικότητα είναι εγγενής και έμφυτη. Συνεπώς οι φοιτητές καλούνται να «προβάλλουν» τις έννοιες/φαινόμενα/εφαρμογές στα εμπλεκόμενα STEM πεδία (disciplinarianisation). Αντίθετα, στην περίπτωση των παραδοσιακών αντικειμένων, οι φοιτητές καλούνται να δουν πέρα από την παγιωμένη και καλά εγκαθιδρυμένη ταξινόμηση της γνώσης σε επιστημονικά πεδία (disciplines) και να αναγνωρίσουν τη διεπιστημονική αλληλεπίδραση μεταξύ των πεδίων μέσα από ιστορικές προσεγγίσεις.

Επιπλέον, θα αναπτυχθούν μεθοδολογικές κατευθύνσεις και συστάσεις για τον σχεδιασμό και πραγματοποίηση διεπιστημονικών διδασκαλιών. Παράλληλα, ερευνητές εξειδικευμένοι στην πραγματοποίηση μικτής και εξ αποστάσεως μορφής εκπαίδευσης θα ψηφιοποιήσουν διδακτικό υλικό και θα διαμορφώσουν τις παραγόμενες ενότητες κατάλληλα για μικτή και εξ αποστάσεως μορφή εκπαίδευσης, μέσω της χρήσης ψηφιακής πλατφόρμας εκπαίδευσης (MOOC), συμβάλλοντας στη βιωσιμότητα και τη μεταφερσιμότητα του προγράμματος σε άλλα εκπαιδευτικά πλαίσια.

Τέλος, τα πορίσματα από τη διεξαγωγή του προγράμματος θα συνεισφέρουν σε συστάσεις και κατευθυντήριες γραμμές στους φορείς χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής, όσον αφορά τις προτεραιότητες του Erasmus+, που σχετίζονται με την προώθηση της καλλιέργειας γνώσεων και δεξιοτήτων για διδασκαλία καθώς και στην ανάπτυξη διαδικτυακών και εξ αποστάσεως μορφής μαθημάτων.

Για τις ανάγκες του προγράμματος έχουν αξιοποιηθεί στοιχεία από έρευνες επισκόπησης που είναι δημοφιλείς στη διεθνή βιβλιογραφία για τη διδακτική. Συγκεκριμένα, αναφορικά με τις μεθόδους διασύνδεσης των πεδίων, το πρόγραμμα ακολουθεί μια διεπιστημονική (interdisciplinary) προσέγγιση στα πλαίσια των τυπολογιών Klein (2017). Υπό αυτό το πρίσμα, αξιοποιούνται ουσιαστικά γνώσεις, μέθοδοι και επιστημολογίες των επιμέρους πεδίων για την ανάδειξη των διασυνδέσεων μεταξύ των πεδίων, σε αντίθεση με προσεγγίσεις που αγνοούν τη χρήση επιστημονικών αντικειμένων (a-disciplinary) ή διαεπιστημονικές

(transdisciplinary) προσεγγίσεις που χαρακτηρίζονται ως πιο ευρείες και εξωγενείς (Alvargonzález, 2011).

Παράλληλα, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί θεωρητικά πλαίσια προκειμένου να αναδειχθεί η διεπιστημονικότητα στις διδακτικές ενότητες. Πρώτον, την έννοια των «διασυνοριακών αντικειμένων» (boundary objects), τα οποία είναι «αντικείμενα» τα οποία αφενός αποκτούν νόημα σε διαφορετικά θέματα/πεδία και αφετέρου έχουν αυτοτελή ύπαρξη, έτσι ώστε να ενεργοποιούν μια «μπρος και πίσω» κίνηση μεταξύ του «ειδικού» και του «γενικού» (Akkerman & Baker, 2011). Δεύτερον, χρησιμοποιούνται «επιστημολογικά θέματα» (epistemological activators), τα οποία είναι έννοιες/μέθοδοι/θέματα, τα οποία ενεργοποιούν ένα επίπεδο μετα-ανάλυσης κατά το οποίο τα διαφορετικά πεδία μπορούν να παρατηρηθούν/συγκριθούν/περιπλεχθούν. Τρίτον, σε γλωσσολογικό επίπεδο και ορολογίας, χρησιμοποιούνται γλωσσολογικά θέματα (linguistic activators), τα οποία είναι όροι που αποκτούν διαφορετικά νοήματα στα διάφορα πεδία. Συνεπώς, η χρήση των παραπάνω αναμένεται να συνεισφέρει στον σχεδιασμό και υλοποίηση STEM ενοτήτων, η αποδοτικότητα των οποίων μελετάται επιπροσθέτως στο πρόγραμμα.

## Αποτελέσματα

Το πρόγραμμα βρίσκεται στον 34ο μήνα από το σύνολο της 36 μηνών της κανονικής διάρκειάς του. Στο διάστημα αυτό έχουν αναπτυχθεί ήδη 4 διδακτικές ενότητες από τα πρώτα δύο χρόνια του προγράμματος, συγκεκριμένα δύο για παραδοσιακά θέματα που αφορούν διασυνδέσεις μεταξύ Μαθηματικών-Επιστήμης Υπολογιστών και Μαθηματικών-ΦΕ, καθώς και δύο διδακτικές ενότητες για σύγχρονα STEM αντικείμενα. Αναλυτικότερα οι ενότητες σχετίζονται με:

α) Κρυπτογραφία, όπου οι φοιτητές εκπαιδεύονται μέσα από διαδραστικά παιχνίδια αλλά και ιστορικές αναδρομές στους διάφορους τύπους κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης πληροφορίας, ενώ οι φοιτητές μαθαίνουν και για τη χρήση μονόδρομων συναρτήσεων (one-way function) για την επίτευξη μεγαλύτερου επιπέδου ασφάλειας.

β) Παραβολική κίνηση, όπου οι φοιτητές μέσα από μια ιστορική αναδρομή της μελέτης της παραβολικής κίνησης μέσα από κείμενα των Tartaglia, Guidobaldo και Γαλιλαίου μαθαίνουν για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ Μαθηματικών και ΦΕ, καθώς και την εξέλιξη της Φυσικής ως επιστημονικού αντικειμένου.

γ) Νανοτεχνολογία, όπου οι φοιτητές μαθαίνουν για το αντικείμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας καθώς και τους γενικότερους στόχους και ρεαλιστικά προβλήματα που το διεπιστημονικό αυτό πεδίο καλείται να συνεισφέρει.

δ) Μελέτη της εξάπλωσης του COVID-19, όπου οι φοιτητές μελετούν το επίκαιρο αυτό φαινόμενο με τη χρήση διαφορετικών μαθηματικών μοντέλων και προσεγγίσεων για ανάλυση και πρόβλεψη του φαινομένου, όπως η χρήση αριθμητικών (equation-based) προσομοιώσεων, πολυπρακτορικών (agent-based) προσομοιώσεων και προσομοιώσεων δικτύων (network-based).

Οι παραχθείσες ενότητες έχουν ήδη εφαρμοστεί στα πλαίσια της Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης σε ποικίλα εκπαιδευτικά πλαίσια και έχουν

αναδιαμορφωθεί κατάλληλα προκειμένου να γίνει η εφαρμογή τους στο πρώτο θερινό σχολείο που πραγματοποιήθηκε διαδικτυακά (28 Ιουνίου-2 Ιουλίου 2021, Ρέθυμνο), με συμμετοχή ερευνητών και φοιτητών (n=5 από κάθε ίδρυμα) από τα πέντε συνεργαζόμενα ακαδημαϊκά ιδρύματα.

Επιπλέον, για τις ανάγκες του δεύτερου θερινού σχολείου του προγράμματος (27 Ιουνίου-2 Ιουλίου 2022, Βαρκελώνη), σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν οι ενότητες:

ε) Κλιματική αλλαγή, όπου οι φοιτητές μαθαίνουν για το τι αποτελεί σύνθετο (complex) σύστημα, κρίσιμες καταστάσεις και ανάδραση (feedback) συστήματος, τόσο μέσα από δραστηριότητες πειραμάτων ΦΕ, όπως το χαοτικό εκκρεμές, όσο και μέσα από γενικότερα φαινόμενα που σχετίζονται με κοινωνικές προεκτάσεις, όπως η παραγωγή Biodiesel.

στ) Γλωσσολογία και Επιστημολογία, όπου οι φοιτητές καλούνται να αναγνωρίσουν πώς το γνωσιακό υπόβαθρο (disciplinary background) αλλά και η επιμέρους κουλτούρα και γλώσσα επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούνται νοήματα και επιχειρήματα. Οι φοιτητές αναλύουν, επίσης, κείμενα από βιβλία ΦΕ ως προς το ύφος και τη λογική της απόδειξης που χρησιμοποιείται στο καθένα, χρησιμοποιώντας τις τρεις διαστάσεις λογικής του Habermas, όπως έχουν χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια Μαθηματικής λογικής: επιστημική (epistemic), τελεολογική (teleological) και επικοινωνιακή (communicative).

Οι παραπάνω ενότητες (ε) και (στ), μαζί με αναδιαμορφωμένες ενότητες α2) Κρυπτογραφίας και δ2) Μελέτη εξάπλωσης του COVID-19 από το πρώτο θερινό σχολείο εφαρμόστηκαν αντίστοιχα με συμμετοχή ερευνητών και φοιτητών (n=5 από κάθε ίδρυμα) από τα πέντε συνεργαζόμενα ακαδημαϊκά ιδρύματα.

Παράλληλα, μεθοδολογικοί άξονες σχεδιασμού STEM ενοτήτων έχουν αναπτυχθεί με βάση το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης (Duit et al., 2012), καθώς και το μοντέλο Έρευνας-Μελέτης Διαδρομών για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (Barquero et al., 2018)

## Συμπεράσματα

Το παρόν πρόγραμμα αποσκοπεί στον σχεδιασμό και ανάπτυξη STEM διδακτικών ενοτήτων βασισμένων στις αρχές της διεπιστημονικότητας τόσο σε σύγχρονα και επίκαιρα ζητήματα, όπως μοντέλα εξάπλωσης του COVID-19, Νανοτεχνολογία και Κλιματική Αλλαγή, όσο και σε παραδοσιακά θέματα για την ιστορική εξέλιξη των πεδίων, όπως Παραβολική Κίνηση και Κρυπτογραφία. Επιπλέον, οι ενότητες που έχουν αναπτυχθεί στην παρούσα φάση κάνουν χρήση διαφορετικών «φακών» μέσα από την οποία αναδεικνύεται περισσότερο η διεπιστημονικότητα στους φοιτητές. Οι «φακοί» αυτοί αφορούν διασυννορικά αντικείμενα καθώς και επιστημολογικά και γλωσσολογικά θέματα, τα οποία αποτελούν συγκεκριμένα παραδείγματα, όπου μπορούν να αναδειχθούν διασυνδέσεις μεταξύ των STEM πεδίων. Από τη μέχρι τώρα εφαρμογή των ενοτήτων, διαφαίνεται πως τα παραπάνω θεωρητικά πλαίσια και οι «φακοί» βοηθούν τους φοιτητές να καλλιεργήσουν αντιλήψεις για τη διεπιστημονικότητα στα αντίστοιχα αντικείμενα μελέτης. Τέλος, μεθοδολογικοί άξονες και κατευθυντήριες γραμμές μπορούν να τροφοδοτήσουν επιπλέον την έρευνα για την Εκπαίδευση STEM.

## Βιβλιογραφία

- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of educational research*, 81(2), 32-169. <https://doi.org/10.3102/0034654311404435>
- Alvargonzález, S. (2011). Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, Transdisciplinarity, and the Sciences. *International Studies in the Philosophy of Science*, 25(4), 387-403. <https://doi.org/10.1080/02698595.2011.623366>
- Barquero, B., Bosch, M., & Romo, A. (2018). Mathematical modelling in teacher education: dealing with institutional constraints. *ZDM*, 50(1), 31-43. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0907-z>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- 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. Cultural Perspectives in Science Education*, vol 5., pp. 13-37. SensePublishers, Rotterdam. [https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2)
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63-74. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
- Klein, J. T. (2017). Typologies of Interdisciplinarity. In Frodeman, R., Klein, J. T., & Pacheco, R. C. S. (Eds.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity, Second Edition*, pp. 21-34. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.3>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

## Μελέτη των αρχικών ιδεών των φοιτητών/τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων για την αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών στη νανοκλίμακα

**Αναστασία Οικονόμου, Δημήτρης Αλεξίου, Λεωνίδας Μάνου**

*Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης*

### Περίληψη

Η αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών καθώς το μέγεθός τους προσεγγίζει τη νανοκλίμακα, έχει αναγνωριστεί ως Μεγάλη Ιδέα του περιεχομένου της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Στην παρούσα εργασία μελετώνται οι αρχικές ιδέες των φοιτητών/τριών δύο Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης σχετικά με την αλλαγή της ταχύτητας διάλυσης μίας ουσίας, καθώς το μέγεθός της μικραίνει. Σύμφωνα με τα ευρήματα, οι φοιτητές της Ομάδας Προσανατολισμού (Ο.Π) των Θετικών Σπουδών δείχνουν να συνδέουν σωστά τη μείωση του μεγέθους μίας ουσίας με την αύξηση στην ταχύτητα διάλυσής της σε αντίθεση με τους φοιτητές των υπόλοιπων Ο.Π.

**Λέξεις κλειδιά:** Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία, ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, εναλλακτικές ιδέες, φοιτητές δημοτικής εκπαίδευσης

## Examination of student teachers' ideas about the alteration of materials' properties at the nanoscale

**Anastasia Oikonomou, Dimitris Alexiou, Leonidas Manou**

*University of Western Macedonia, Department of Primary Education*

### Abstract

The alteration in materials' properties as their size approaches the nanoscale has been recognized as Big Idea of Nanoscience-Nanotechnology content in compulsory education. In the present study we examine the student teachers' initial ideas of two Primary Education Departments regarding the change of the dissolution rate of a substance, as its size decreases. According to the findings, the students of the Science Orientation Group (OG) seem to correctly link the reduction of the size of the substance with the increase in its dissolution rate, in contrast to the students of the other OGs.

**Keywords:** Nanoscience-Nanotechnology, size dependent properties, ideas, undergraduate Primary Education students

## Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη / Νανοτεχνολογία (N-ET) αποτελεί ένα καινοτόμο πεδίο έρευνας στην κλίμακα 1-100nm περίπου, τη νανοκλίμακα. Τα υλικά σε αυτές τις διαστάσεις παρουσιάζουν αλλαγές σε ιδιότητες, όπως στο σημείο βρασμού, στη δραστικότητα, στη διαλυτότητα κ.α. (Jones et al., 2013· Stevens et al., 2009). Η αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών περιλαμβάνεται στην έννοια «ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος», η οποία έχει αναγνωριστεί από τους ερευνητές της εισαγωγής του περιεχομένου της N-ET στην υποχρεωτική εκπαίδευση ως Μεγάλη Ιδέα (Stevens et al., 2009).

Έρευνες που αποσκοπούν στην ανάδειξη των αρχικών ιδεών για τις «ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος» δείχνουν ότι ένα σημαντικό ποσοστό συμμετεχόντων (μαθητές, φοιτητές) είτε θεωρεί ότι οι ιδιότητες παραμένουν αμετάβλητες με το μέγεθος είτε αδυνατεί να συνδέσει την αλλαγή της ιδιότητας ενός υλικού με την αλλαγή στο μέγεθός του (Τσέτσερη κ.ά., 2017· Stavrou, 2014· Stavrou et al., 2015· Stevens et al., 2009).

Στην παρούσα εργασία επικεντρωνόμαστε στο να αναδείξουμε τις αρχικές ιδέες φοιτητών Παιδαγωγικών Τμημάτων σχετικά με την αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών στη νανοκλίμακα και περαιτέρω να μελετήσουμε αν αυτές οι ιδέες επηρεάζονται από το σχολικό τους υπόβαθρο (Ομάδα Προσανατολισμού Ο.Π). Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

1. Ποιες οι αρχικές ιδέες των φοιτητών/τριών για την αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών στη νανοκλίμακα;
2. Ποιες διαφορές παρουσιάζουν οι αρχικές ιδέες των φοιτητών/τριών ως προς την Ομάδα Προσανατολισμού για την αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών στη νανοκλίμακα;

Ως περίπτωση ιδιότητας που αλλάζει με το μέγεθος επιλέχθηκε η ιδιότητα της διάλυσης, με την οποία οι φοιτητές έχουν αναπτύξει εξοικείωση στην καθημερινότητά τους, όταν διαλύουν ένα χάπι στο νερό.

Το μεγάλο χάπι περιέχει συνολικά την ίδια ποσότητα της δραστικής ουσίας με τέσσερα μικρά χάπια. Αν έχεις έντονο πονοκέφαλο τι θα επέλεγες ώστε να σε ανακουφίσει ταχύτερα; \*



- 1 Μεγάλο χάπι
- 4 Μικρά χάπια
- Δεν απαντώ

Αιτιολόγησε αναλυτικά την απάντησή σου. Μπορείς να δώσεις και ένα παράδειγμα. \*

Εικόνα 1 Έργο ανάδειξης των ιδεών των συμμετεχόντων για την αλλαγή στον ρυθμό διάλυσης μίας ουσίας

## Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 103 φοιτητές/τριες δύο Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης, από τους οποίους οι 68 προέρχονταν από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας και οι 93 από Ομάδες Προσανατολισμού Ανθρωπιστικών Σπουδών και Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι δεν είχαν κάποια προϋπάρχουσα γνώση για τη Ν-ΕΤ, κλήθηκαν να συμπληρώσουν ηλεκτρονικά το έργο της Εικόνας 1.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε επαγωγικά δηλαδή δημιουργήθηκαν κατηγορίες με βάση τις απαντήσεις των συμμετεχόντων (Elo & Kyngäs, 2008) (Πίνακας 1).

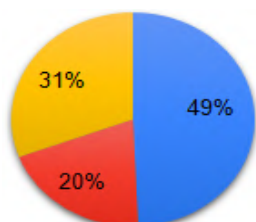
Κατηγορίες	Υποκατηγορίες		
K1 Ένα μεγάλο χάπι	Υποκατηγορία 1.1: Άγνοια/Χωρίς αιτιολόγηση/Ασαφής αιτιολόγηση «Εφόσον το ένα μεγάλο χάπι είναι εξίσου δραστικό με τέσσερα μικρότερα, δεν χρειάζεται να πάρουμε τέσσερα».	Υποκατηγορία 1.2: Χρόνος Διάλυσης/ Απορρόφησης «Αν πάρω το μεγάλο χάπι [...]θα με ανακούφιζε γρηγορότερα»	Υποκατηγορία 1.3: Υποκειμενικά κριτήρια «Θα επέλεγα το μεγάλο χάπι [...] διότι έχω θέμα με την κατάποση».
K2 Τέσσερα μικρά χάπια	Υποκατηγορία 2.1: Χρόνος Διάλυσης/απορρόφησης «Θα επέλεγα τα 4 μικρά, για να απορροφηθούν πιο γρήγορα από τον οργανισμό»	Υποκατηγορία 2.2:Υποκειμενικά κριτήρια «Θα προτιμήσω τα 4 μικρά χάπια, γιατί δεν μπορώ να καταπίνω μεγάλα χάπια, φοβάμαι ότι θα πνιγώ».	
K3 Δεν απαντώ	-		

Πίνακας 1 Κατηγορίες/Υποκατηγορίες των απαντήσεων για την αλλαγή του ρυθμού διάλυσης

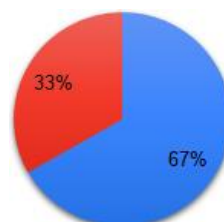
## Αποτελέσματα

Στα διαγράμματα 1 και 2 φαίνονται τα ποσοστά των απαντήσεων των φοιτητών σε κάθε υποκατηγορία των κατηγοριών K1 και K2. Η πλειοψηφία επέλεξε το μεγάλο χάπι ως κατάλληλο για γρηγορότερη ανακούφιση (περίπου 70%), την στιγμή που ένα μικρότερο ποσοστό (περίπου 22%) επέλεξε τα τέσσερα μικρά χάπια.

- 1.1 Υποκατηγορία: Άγνοια / Χωρίς αιτιολόγηση / Ασαφής αιτιολόγηση / Χωρίς νόημα αιτιολόγηση
- 1.2 Υποκατηγορία: Χρόνος Διάλυσης / Χρόνος Απορρόφησης
- 1.3 Υποκατηγορία: Υποκειμενικά Κριτήρια
- 2.1 Υποκατηγορία: Χρόνος Διάλυσης
- 2.2 Υποκατηγορία: Υποκειμενικά Κριτήρια



Διάγραμμα 1 Υποκατηγορίες των απαντήσεων των φοιτητών σχετικά με την K1



Διάγραμμα 2 Υποκατηγορίες των απαντήσεων των φοιτητών σχετικά με την K2



Στον Πίνακα 2 γράφονται τα ποσοστά των απαντήσεων ανάλογα με την Ο.Π. Φαίνεται ότι στην πλειοψηφία τους, οι φοιτητές που επέλεξαν τα τέσσερα μικρά χάπια προέρχονταν από την Ο.Π. των Θετικών Σπουδών.

Ομάδα Προσανατολισμού	1 Μεγάλο Χάπι	4 Μικρά Χάπια	Δεν απαντώ	Σύνολο
Θετικών Σπουδών	10%	90%	0%	100%
Ανθρωπιστικών Σπουδών	81%	15%	4%	100%
Σπουδών Οικ. & Πληρ/κης	43%	28%	29%	100%

*Πίνακας 2 Οι διαφορές των απαντήσεων των φοιτητών/τριών ως προς την Ομάδα Προσανατολισμού.*

## Συμπεράσματα

Απαντώντας στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα, τα ευρήματα δείχνουν ότι οι αιτιολογήσεις της πλειοψηφίας των φοιτητών σχετικά με το ποιο χάπι προκαλεί ταχύτερη ανακούφιση δεν συσχετίζονται με συγκεκριμένη ιδιότητα (π.χ. ρυθμός διάλυσης), αλλά είναι είτε ασαφείς είτε βασίζονται σε υποκειμενικά κριτήρια. Η μειοψηφία αιτιολογεί με βάση τον ρυθμό διάλυσης και μάλιστα διαπιστώθηκε ένας σημαντικός αριθμός συμμετεχόντων που θεωρεί ότι το μεγάλο σε μέγεθος χάπι έχει ταχύτερο ρυθμό διάλυσης συγκριτικά με τα τέσσερα μικρά χαπάκια. Το εύρημα αυτό υποδεικνύει την εσφαλμένη αντίληψη περί της επίδρασης του μεγέθους στην διαλυτότητα.

Σχετικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, η Ο.Π. φαίνεται να επηρεάζει την εκτίμηση των φοιτητών σχετικά με την επίδραση της αλλαγής του μεγέθους στην ταχύτητα διάλυσης. Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες των οποίων το σχολικό υπόβαθρο προέρχεται από την Ο.Π. Θετικών σπουδών, στην πλειοψηφία τους επέλεξαν τα τέσσερα μικρά χάπια για ταχύτερη ανακούφιση αιτιολογώντας με βάση τον ρυθμό διάλυσης σε αντίθεση με τους φοιτητές διαφορετικής Ο.Π. Η πιθανή ερμηνεία για το εύρημα αυτό ίσως χρειάζεται να αναζητηθεί στο πρόγραμμα σπουδών της Θετικής κατεύθυνσης. Για παράδειγμα, στη Χημεία Γ' Λυκείου και στο Κεφάλαιο σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μίας αντίδρασης αναφέρεται ότι: «[...] φροντίζουμε τα στερεά που συμμετέχουν σε αντιδράσεις να είναι [...] σε σκόνη. Έτσι, εξηγείται γιατί ένα φάρμακο δρα πιο αργά, όταν είναι σε μορφή ταμπλέτας, απ' ό,τι αν είναι σε μορφή σκόνης» (Λιοδάκης κ. ά., 2017, σελ. 77).

## Βιβλιογραφία

- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, Α. (2017). Χημεία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας Γ' Λυκείου, Τεύχος Β. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Τσέτσερη, Μ., Σάλτα, Κ., & Σταύρου, Δ. (2017). Διερεύνηση της ένταξης των αλλαγών των ιδιοτήτων των υλικών σωμάτων σε επίπεδο Νανοκλίμακας στο γυμνάσιο. Στο *10ο Πανελλήνιου Συνέδριου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (811-819). Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*, 62(1), 107-115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>

- 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(9), 1490-1512. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>
- Stavrou, D. (2014). Pre-service primary and science teachers' conceptions about the emergence of novel properties at the nanoscale. In E-book proceedings of the ESERA 2013 conference: science education research for evidence-based teaching and coherence in learning. Nicosia, Cyprus.
- Stavrou, D., Michailidi, E., Sgouros, G., & Dimitriadi, K. (2015). Teaching high-school students nanoscience and nanotechnology. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 3(4), 501-511. <https://doi.org/10.31129/lumat.v3i4.1019>
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press.

## Δραστηριότητες διερεύνησης με σκοπό τη διδασκαλία της σημασίας και της υποβάθμισης των υγροτόπων της Αττικής

**Δημήτρης Χαλκίδης, Μαριάννα Χ. Παππά, Μαρία Μηνά, Βαλεντίνα-Ευαγγελία Κουμπενά**

*Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) Διδακτική της Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας & Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Στην Αττική έχουν καταγραφεί πάνω από 100 υγρότοποι και ρέματα, οι οποίοι υποβαθμίζονται διαρκώς παρά τα σημαντικά οφέλη τους στις οικοσυστημικές λειτουργίες και τη συνεισφορά τους σε μια βιώσιμη πόλη. Παρουσιάζονται τρεις δραστηριότητες δομημένης διερεύνησης για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι οποίες αποσκοπούν στην εκπαίδευση και την ευαισθητοποίηση των μαθητών σχετικά με τη σημασία και τις απειλές των υγροτόπων της Αττικής. Οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν διερεύνηση μέσω χρήσης προσομοίωσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, μελέτης πεδίου και κατασκευής και χρήσης μοντέλων, γνώριμα διδακτικά εργαλεία στη Διδακτική Φυσικών Επιστημών.

**Λέξεις κλειδιά:** Υγρότοπος, Μάθηση μέσω διερεύνησης, Εκπαίδευση στην Περιβαλλοντική Επιστήμη, Ψηφιακή προσομοίωση, Μελέτη πεδίου, Μοντέλο, Μελέτη περίπτωσης

## Inquiry-based activities in order to teach the importance and degradation of the wetlands of Attica (Greece)

**Dimitris Chalkidis, Marianna C. Pappa, Maria Mina, Valentina-Evangelia Koumpena**

*Master Programme (M.Ed.) in Didactics of Biology, Faculty of Biology & Faculty of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

More than 100 wetlands and streams have been recorded in Attica (Greece). A lot of them are continuously being degraded in spite of the important ecosystem functions they serve and their contribution to a sustainable city. We present three educational activities made according to the method of structured inquiry, with a view to educating students and making them aware of the importance of Attica wetlands and the risks they face. The activities include inquiry via the use of a computer simulation, field study and construction and use of models, which are all common teaching techniques in science education.

**Keywords:** Wetland, Inquiry-based learning, Environmental Science Education, Digital simulation, Field experiment, Model, Case study

## Εισαγωγή

Στην Περιφέρεια Αττικής εντοπίζονται 124 καταγεγραμμένοι υγρότοποι και ρέματα, οι οποίοι επιτελούν σημαντικές οικολογικές λειτουργίες, καθοριστικές για την ποιότητα ζωής των κατοίκων (Κατσαβούνη & Σεφερλής, 2014). Οι περισσότεροι από αυτούς δέχονται έντονες ανθρωπογενείς πιέσεις με κυριότερες τον περιορισμό και τον κατακερματισμό τους, την υπεράντληση των υδάτων και τη ρύπανση (Ζόγκαρης, 2010). Η Αττική βρίσκεται σε πορεία έντονης αστικοποίησης σε βάρος του φυσικού περιβάλλοντος, επομένως η εκπαίδευση σε ζητήματα σημασίας και υποβάθμισης των αστικών και περιαστικών υγροτόπων κρίνεται απαραίτητη.

## Διδακτική προσέγγιση

Παρουσιάζονται τρεις εκπαιδευτικές δραστηριότητες δομημένης διερεύνησης (structured inquiry) αναφορικά με τους υγροτόπους της Αττικής, οι οποίες στοχεύουν σε απόκτηση γνώσεων περιεχομένου και επιστημονικών γνώσεων, ερευνητικών δεξιοτήτων και στάσεων (Osborne, 2014). Απαραίτητη κρίνεται η ενεργός εμπλοκή των μαθητών στην απάντηση επιστημονικών ερωτημάτων αξιοποιώντας επιστημονικά δεδομένα. Το ερώτημα και τα βήματα της διερεύνησης παρέχονται από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές ασκούνται σε δεξιότητες, όπως καταγραφή και επεξεργασία ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων, χειρισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών, εξαγωγή συμπερασμάτων βάσει δεδομένων, κατασκευή και χρήση μοντέλων, επιτέλεση λογικών και μαθηματικών πράξεων και επικοινωνία των επιστημονικών πληροφοριών (Osborne, 2014· Riga et al., 2017). Η διερευνητική μέθοδος συνηθίζεται στη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών και έχει εφαρμοστεί στη διδασκαλία της Περιβαλλοντικής Επιστήμης (Μανδρίκας κ.ά., 2013). Η απόκτηση σχετικών γνώσεων είναι απαραίτητη για τον επιτυχή περιβαλλοντικό γραμματισμό και επομένως εκτιμάται γόνιμη η αλληλεπίδραση μεταξύ Διδακτικής Φυσικών Επιστημών, Διδακτικής Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Περιβαλλοντική Εκπαίδευσης λόγω των κοινών σημείων τους (Μανδρίκας, 2015).

## Προτεινόμενες δραστηριότητες

Προτείνονται τρεις δραστηριότητες, διάρκειας 3-4 ωρών η καθεμία, για βαθμίδες Γυμνασίου αλλά με δυνατότητα τροποποίησης και για άλλες βαθμίδες. Μπορούν να διδαχθούν αυτόνομα ή ενταγμένες σε πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Οι διδακτικοί στόχοι περιλαμβάνουν την κατανόηση και εφαρμογή γνώσης περιεχομένου Περιβαλλοντικής Επιστήμης, τον προβληματισμό για τη σχέση κοινωνίας και περιβάλλοντος, την άσκηση δεξιοτήτων διερεύνησης, επικοινωνίας και συνεργασίας, τη χρήση επιστημονικών οργάνων, μεθόδων και μοντέλων και την ανάπτυξη θετικών στάσεων για τους υγροτόπους.

Η πρώτη δραστηριότητα συνδυάζει τη διερεύνηση μέσω κατασκευής και χρήσης μοντέλων με μελέτες περιπτώσεων. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες, η καθεμιά από τις οποίες εστιάζει σε μία υδροτοπική λειτουργία (Πίνακας 1). Οι μαθητές κατασκευάζουν μοντέλα των υδροτόπων εντοπίζοντας τις αντιστοιχίες και τους περιορισμούς τους με το πρωτότυπο. Κάθε ομάδα κατασκευάζει ένα μοντέλο παρουσία και ένα απουσία υδροτόπου για τη λήψη παρατηρήσεων αναφοράς κατά την εκτέλεση της διερεύνησης. Μετά τη διερεύνηση ακολουθεί η μελέτη περιπτώσεων, οι οποίες αναδεικνύουν τη σημασία κάθε λειτουργίας για την ποιότητα ζωής στις πόλεις (Πίνακας 1). Οι ομάδες παρουσιάζουν τα μοντέλα και τα συμπεράσματά τους στην τάξη.

	Λειτουργία υδροτόπου	Περιγραφή μοντέλου	Πειραματισμός με μοντέλο	Μελέτη περίπτωσης
1 <sup>ο</sup> Μοντέλο	Τοποκλιματική λειτουργία σωμάτων νερού	Δοχεία με άμμο ή πηλό (με νερό και χωρίς) που εκτίθενται στον ήλιο.	Καταγραφή μεταβολής θερμοκρασίας σε κάθε δοχείο.	Αστικό πάρκο με σώμα νερού στο Τελ-Αβίβ και κύματα καυσώνων στην Αθήνα (Saaroni & Ziv, 2003).
2 <sup>ο</sup> Μοντέλο	Αντιπλημμυρική λειτουργία αστικών ρεμάτων	Δοχεία με επικλινή επιφάνεια πηλού με «σπίτια» που φέρει επιφανειακά αυλάκια. Στο ένα δοχείο τα αυλάκια είναι αβαθή και φραγμένα.	Αργή ρίψη νερού και καταγραφή της υπερχειλίσης και της διαβροχής των σπιτιών.	Υποβάθμιση ρεμάτων και ενίσχυση πλημμυρικών φαινομένων στην Αττική (Lasda et al., 2010).
3 <sup>ο</sup> Μοντέλο	Αντιπλημμυρική λειτουργία περιαστικών υδροτόπων	Επικλινής επιφάνεια πηλού σε δοχείο με «σπίτια» στη βάση. Η μία φέρει στην επιφάνεια έναν πορώδη τάπητα (υγρότοπος).	Αργή ρίψη νερού και καταγραφή της έντασης της πλημμύρας.	Καταστροφή υδροτόπων και αύξηση πλημμυρών στο Λάγος, κυρίως σε φτωχές γειτονιές (Ajibola et al., 2012).
4 <sup>ο</sup> Μοντέλο	Κατακράτηση ρύπων από περιαστικούς υδροτόπους	Επικλινής επιφάνεια πηλού σε δοχείο με καθαρό νερό στη βάση (υδάτινος αποδέκτης), με και χωρίς ενδιάμεσο πορώδη τάπητα.	Αργή ρίψη νερού με χρώμα και καταγραφή της διαφάνειας του νερού στη βάση.	Οι περιαστικοί υδροτόποι της Καμπάλα κατακρατούν ρύπους πριν καταλήξουν στη λίμνη Βικτόρια (Emerton et al., 1999).

*Πίνακας 1 Αντικείμενα μελέτης και δράσεις ομάδων κατά την 1<sup>η</sup> Δραστηριότητα*

Η δεύτερη δραστηριότητα συνδυάζει τη διερεύνηση μέσω ψηφιακής προσομοίωσης με τη μελέτη περιπτώσεων και διαρθρώνεται σε δύο μέρη. Οι μαθητές χρησιμοποιούν την προσομοίωση SimRiver 6 (Hoffer et al., 2011), με την οποία χαρακτηρίζουν την ποιότητα των υδάτων του ποταμού σύμφωνα με ένα δείγμα διατόμων. Μπορούν να επιλέξουν διαφορετικά σημεία του ποταμού, εποχή του έτους και βαθμό ανθρωπογενούς πίεσης. Χαρακτηρίζουν τα επίπεδα ρύπανσης υπό διαφορετικές συνθήκες, συγκρίνουν τα αποτελέσματα και επεκτείνουν τη γνώση τους σχετικά τη ρύπανση των εσωτερικών υδάτων. Στη συνέχεια εργάζονται σε ομάδες εφαρμόζοντας τις γνώσεις τους σε δύο περιπτώσεις Αττικών υδροτόπων. Επιλέχθηκαν η Λίμνη Κουμουνδούρου και το Ρέμα της Πικροδάφνης, επειδή έχουν υποστεί εκτενή βιομηχανική και αστική ρύπανση αντίστοιχα (Σέρεσλη, 2014· Mentzafou et al., 2016). Οι ομάδες παρουσιάζουν τα αποτελέσματα στην τάξη.

Η τρίτη δραστηριότητα περιλαμβάνει τη διερεύνηση μέσω μελέτης πεδίου, της οποίας προηγείται σχετική ενημέρωση των μαθητών. Ως περιοχή μελέτης έχει επιλεγεί το Ρέμα της Πικροδάφνης λόγω της προσβασιμότητάς του, του διαθέσιμου πληροφοριακού υλικού και της μακροχρόνιας ρύπανσης που δέχεται (Σέρεσλη, 2014). Οι ομάδες μαθητών μετρούν ενδείξεις χημικής ρύπανσης του νερού, όπως pH, συγκέντρωση νιτρικών, νιτρωδών και φωσφορικών ιόντων που συγκρίνουν με παρεχόμενες τιμές αναφοράς. Στη συνέχεια προχωρούν στον χαρακτηρισμό της ποιότητας των υδάτων μέσω οργανισμών-δεικτών, που για κάποιες ομάδες είναι η σύσταση της παρόχθιας βλάστησης (Munne et al., 2003), ενώ για τις υπόλοιπες τα βενθικά μακροασπόνδυλα (Braund, 2004). Συγκρίνουν τα ευρήματα από τις τρεις διαφορετικές μεθοδολογίες και εξάγουν συμπεράσματα. Προτείνεται συγκριτική μελέτη σε διαφορετικά σημεία του ποταμού ή διαφορετικές εποχές του έτους.

## Επίλογος

Η διερευνητική μέθοδος δεν περιορίζεται στη Διδακτική Φυσικών Επιστημών, αλλά μπορεί να επεκταθεί και σε πεδία όπως η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Οι προτεινόμενες δραστηριότητες στοχεύουν σε ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση σχετικά με την υποβάθμιση των υδροτόπων της Αττικής, απόκτηση γνώσης περιεχομένου, εξάσκηση σε επιστημονικές μεθόδους και ανάδειξη κοινωνικών προβλημάτων. Προτείνεται η διενέργειά τους σε ώρες εκτός του σχολικού ωραρίου, επειδή δεν συμβαδίζουν με το περιεχόμενο του Αναλυτικού Προγράμματος.

## Βιβλιογραφία

- Ζόγκαρης, Σ. (2010). *Στοιχεία από το ερευνητικό έργο «Υγρότοποι Αττικής» ΕΛΚΕΘΕ/ΕΟΕ 2010*, doi: 10.13140/2.1.4483.8082.
- Κατσαβούνη, Σ., & Σεφερλής, Μ. (2014). *Αξιολόγηση λειτουργιών και αξιών των υδροτόπων της Αττικής*. Εθνικό Κέντρο Βιοτόπων Υδροτόπων, Θεσσαλονίκη.
- Μανδρίκας, Α. (2015). *Περιβαλλοντική Επιστήμη, Ηθική, Εκπαίδευση*. Καλέντης, Αθήνα.
- Μανδρίκας, Α., Ψωμιάδης, Π., Χαλκίδης, Α., Στούμπα, Α., Κυριακού, Κ., Γκιόλμας, Α., & Σκορδούλης, Κ. (2013). Διδάσκοντας την Περιβαλλοντική Επιστήμη: Η πρόκληση. *Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, 4 (49).
- Σέρεσλη, Α. (2014). *Περιβαλλοντική Αξιολόγηση των ρεμάτων της Αττικής - Η περίπτωση της Πικροδάφνης*. Διπλωματική Εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Ajibola, M. O., Adewale, B. A., & Ijasan, K. C. (2012). Effects of Urbanisation on Lagos Wetlands. *International Journal of Business and Social Science*, 3 (17), 310-318.
- Braund, M. (2004). Using freshwater habitats. In M. Braund, & M. J. Reiss, (Eds.), *Learning Science Outside the Classroom* (pp. 30-46). Routledge.
- Emerton, L., Iyango, L., Luwum, P., & Malinga, A. (1999). The present economic value of Nakivubo urban wetland, Uganda. *IUCN Conservation & Management Programme*.
- Hoffer, J., Mayama, S., Lingle, K., Conroy, K. & Julius, M. (2011). SimRiver: Environmental modeling software for the secondary science classroom. *Science Scope*, 34 (5), 29-33.
- Lasda, O., Dikou, A., & Papapanagiotou, E. (2010). Flash flooding in Attika, Greece: climatic change or urbanization? *Ambio*, 39(8), 608-611.

- Mentzafou, A., Dimitriou, E., & Zogaris, S. (2016). Integrated ecological assessment and restoration planning in a heavily modified peri-urban Mediterranean lagoon. *Environmental Earth Science*, 74 (11), 983.
- Munne, A., Prat, N., Sola, C., Bonada, N., & Rieradevall, M. (2003). A simple method for assessing the ecological quality riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 147-163.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 177-196.
- Riga, F., Winterbottom, M., Harris, E., & Newby L. (2017). Inquiry-Based Science Education In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education* (pp. 247-262). Sense Publishers.
- Saaroni, H., & Ziv, B. (2003). The impact of small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: the case of Tel Aviv, Israel. *International Journal of Biometeorology*, 47, 156-165.

## Δημιουργία διαθεματικού εκπαιδευτικού πακέτου για τις αναβαθμίδες καλλιέργειας για μαθητές/τριες σχολείων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής προσέγγισης Project-based learning

**Χαρά Χρυσανθάκη, Αικατερίνη Κλωνάρη, Θεοδώρα Πετανίδου**

*Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής προσέγγισης Project-based learning παρουσιάζει τη δημιουργία και στοχοθεσία πρωτότυπου, διαθεματικού εκπαιδευτικού υλικού (εκπαιδευτικού πακέτου) για μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με αντικείμενο τις αναβαθμίδες καλλιέργειας, τη χρήση τους και τη σημασία τους (οικονομική, αισθητική και πολιτισμική) για το περιβάλλον. Η δημιουργία του αποτελεί τμήμα ευρύτερης έρευνας σε σχολεία στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής. Περιλαμβάνει ένα ψηφιακό παιχνίδι και έναν οδηγό κατασκευής τρισδιάστατης μακέτας αναβαθμιδών καλλιέργειας για εκπαιδευτικούς και μαθητές/τριες, συμβάλλοντας στην υλοποίηση στόχων της εκπαίδευσης για την αειφορία (UNESCO, 2016), αλλά και της γεωγραφίας όσον αφορά στο αναβαθμιδωμένο τοπίο και τον ρόλο του.

**Λέξεις κλειδιά:** αναβαθμίδες καλλιέργειας, εκπαιδευτικό υλικό

## Creation of an interdisciplinary educational toolkit for secondary education students on the subject of cultivation dry stone terraces in the context of Project-based learning

**Chara Chrysanthaki, Aikaterini Klonari, Theodora Petanidou**

*University of the Aegean, Department of Geography*

### Abstract

This paper, in the context of the educational approach of Project-based learning, presents the creation and the targeting of original interdisciplinary educational material (toolkit) for secondary education students on the subject of cultivation dry stone terraces, their use and their importance (economic, aesthetic and cultural) for the environment. Its creation is part of a wider research in schools, in the context of a doctoral thesis, including a digital game, a construction guide for teachers and students of a three-dimensional model of cultivation terraces, contributing to the realization of the goals of education for sustainability (UNESCO, 2016), but also of geography in terms of the terraced landscape and its role.

**Keywords:** cultivation terraces, educational toolkit



## Εισαγωγή

Οι αναβαθμίδες καλλιέργειας, σημαντικό εργαλείο αειφορικής διαχείρισης της γης εδώ και χιλιάδες χρόνια (Πετανίδου 2011· 2015) συνδέονται με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.) του Γυμνασίου. Αναφορές στα σχολικά βιβλία της Γεωλογίας-Γεωγραφίας της Α΄ (Παυλόπουλος & Γαλάνη, 2009) και Β΄ Γυμνασίου (Ασλανίδης κ.ά., 2009) αφορούν στην αναβαθμίδωση του εδάφους με σκοπό την επέκταση της καλλιεργήσιμης γης. Η πολυδιάστατη, όμως, ύπαρξη των ξερολιθικών κατασκευών με τις λειτουργικές, περιβαλλοντικές, πολιτιστικές και αισθητικές αξίες τους είναι θέμα, το οποίο θα μπορούσε να επεκταθεί στο πλαίσιο και άλλων μαθημάτων (Μηνιώτη, 2018) και σχολικών δραστηριοτήτων, όπως η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.) και των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων, τα οποία συναντούν τους σκοπούς και στόχους και της Εκπαίδευσης για την Αειφορία, όπως και της ανάπτυξης δεξιοτήτων σύμφωνα με το Π.Σ. (ΥΠΑΙΘ, 2021) με αξιοποίηση των δυνατοτήτων της προσέγγισης Project-based learning (Buck Institute for Education, 2003· 2009χ Ravitz et al., 2012· Thomas, 2000).

Η αναγκαιότητα της ένταξης της διδασκαλίας των αναβαθμίδων καλλιέργειας σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης έχει επιβεβαιωθεί μέσα από επιστημονικές έρευνες, που έχουν διεξαχθεί σε μεγάλο δείγμα μαθητικού πληθυσμού και εκπαιδευτικών από σχολεία όλης της Ελλάδας, καθώς προκύπτει η έλλειψη γνώσης τους σχετικά με την τοπιακή εκπαίδευση και ιδιαίτερα για το αναβαθμιδωμένο τοπίο στον ελληνικό χώρο (Κλοναρί et al., 2011· Σίμα et al., 2018· 2020). Αυτή είναι και η αιτιολογία μίας υπό εξέλιξη διδακτορικής έρευνας, με σκοπό τη δημιουργία κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού, διδακτικών προτάσεων και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητάς τους σχετικά με την: α) ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών στην αξία του αναβαθμιδωμένου τοπίου και στη σημασία του στην αειφορική ανάπτυξη, β) ανάπτυξη γνώσεων για την τοπιακή εκπαίδευση και ειδικότερα με τις αναβαθμίδες καλλιέργειας, γ) ανάπτυξη πολλαπλών δεξιοτήτων μέσα από βιωματικές δραστηριότητες, διερευνώντας γνώσεις, στάσεις και αντιλήψεις των μαθητών/τριών της Β/θμιας Εκπαίδευσης πριν και την αλλαγή τους μετά από εκπαιδευτική παρέμβαση.

Το διαθεματικό εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο προς το παρόν εφαρμόζεται πιλοτικά για δεύτερο έτος σε μαθητές/τριες της Α΄ Γυμνασίου νησιωτικού σχολείου, συνδυάζει στοιχεία από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα του Α.Π.Σ., όπως η Γεωγραφία, Βιολογία, Τεχνολογία, Πληροφορική και τα Εικαστικά, ενσωματώνοντάς τα σε Πρόγραμμα Π.Ε. ή και Εργαστηρίων Δεξιοτήτων. Στο πλαίσιο της προσέγγισης Project-based learning, περιλαμβάνει ένα περιβαλλοντικό ψηφιακό παιχνίδι προσομοίωσης για τις αναβαθμίδες του Αιγαίου (LIFE TERRACESCAPE) και έναν έντυπο οδηγό κατασκευής τρισδιάστατης μακέτας αναβαθμίδων καλλιέργειας μαζί με βοηθητικά ξερολιθικά κτίσματα, σύμφωνα με την ολοκληρωμένη μακέτα-υπόδειγμα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Υπόδειγμα ολοκληρωμένης μακέτας των αναβαθμίδων καλλιέργειας.

Η μακέτα κατασκευάζεται με συγκεκριμένη λογική υπαγορευμένη από τη διαθεσιμότητα των πόρων, τις φυσικές μικροκλιματικές συνθήκες και τις απαιτήσεις καλλιέργειών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις αναβαθμίδες, με σκοπό τη βιωματική γνωριμία των μαθητών/τριών με τις αναβαθμίδες και τις βοηθητικές ξερολιθικές κατασκευές του ορεινού νησιωτικού χώρου της Ελλάδας, κυρίως του Αιγαιακού, συνδυάζοντας ομαδοσυνεργατική εικαστική δημιουργική δραστηριότητα και επιστημονική γνώση (Charman, 1993). Ο οδηγός κατασκευής της μακέτας *Λαξεύοντας αναβαθμίδες στο νησιωτικό τοπίο - Οδηγός κατασκευής μακέτας αναβαθμίδων με καλλιέργειες* (Χρυσανθάκη & Πετανίδου, 2021) περιλαμβάνει φωτογραφίες του υποδείγματος και του κάθε σταδίου κατασκευής της, επεξηγηματικά σχέδια και αναλυτική περιγραφή τους με χωροθέτηση κτισμάτων, καλλιέργειών και δραστηριοτήτων και ένα κεφάλαιο, στο οποίο περιγράφεται και επεξηγείται η λογική της διευθέτησής τους με τον προτεινόμενο τρόπο, συνδεδεμένη με την αειφορική διαχείριση του χώρου από τον άνθρωπο. Αναμένεται να δημοσιευτούν αποτελέσματα και συμπεράσματα από την εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού στα σχολεία, όταν ολοκληρωθεί η έρευνα.

## Βιβλιογραφία

- Ασλανίδης, Α., Ζαφειρακίδης, Γ., & Καλαϊτζίδης, Δ. (2009). *Γεωλογία-Γεωγραφία, Β΄ Γυμνασίου (Α΄ έκδοση)*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Charman, L. (1993). *Διδακτική της τέχνης- Προσεγγίσεις στην καλλιτεχνική αγωγή*. Νεφέλη. Αθήνα.
- Μηνιώτη, Μ. (2018). Ξερολιθικές κατασκευές Λέσβου. Η συνεισφορά στην παράδοση και την εκπαίδευση. *Dry stones constructions and built heritage. Proceedings of the 15th international congress on dry stone*, 9-11 September 2016, Argostoli, Cephalonia, Greece. Cephalonia-Ithaca Foundation (IKI), International Scientific Society for Dry Stone Interdisciplinary Study.
- Παυλόπουλος, Κ., & Γαλάνη, Α. (2009). *Γεωλογία- Γεωγραφία, Α΄ Γυμνασίου (Α΄ έκδοση)*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Πετανίδου, Θ. (2011). *Αναβαθμοί: αναπόσπαστο κομμάτι του νησιωτικού τοπίου*. Στο: Σύγχρονα Ελληνικά Τοπία – Γεωγραφική προσέγγιση από ψηλά (Κ. Χατζημιχάλης, Επιμ.), Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα.

- Πετανίδου, Θ. (2015). *Αναβαθμίδες του Αιγαίου – το παράδειγμα των Δωδεκανήσων*. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου, Αθήνα.
- ΥΠΑΙΘ (2021). *Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών για τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων όλων των τύπων σχολικών μονάδων, Νηπιαγωγείων, Δημοτικών και των Γυμνασίων*. ΦΕΚ 3567/4-8-2021.
- Χρυσανθάκη, Χ., & Πετανίδου, Θ. (2021). *Λαξεύοντας αναβαθμίδες στο νησιωτικό τοπίο - Οδηγός κατασκευής μακέτας αναβαθμιδών με καλλιέργειες*. Broken Hill Publishers, Λευκωσία, Κύπρος.
- Buck Institute for Education (2003). *Project Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers*. Introduction chapter free to download at: <http://www.bie.org/tools/handbook>
- Buck Institute for Education (2009). *PBL Starter Kit: To-the-Point Advice, Tools and Tips for Your First Project*.
- Klonari, Aik., Dalaka, A. & Petanidou, Th. (2011). How evident is the apparent? Students' and teachers' perceptions of the terraced landscape, *International Research in Geographical and Environmental Education*, 20(1), 5-20.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10382046.2011.540100>
- LIFE TERRACESCAPE (2022), <http://www.lifeterracescape.aegean.gr/>
- Ravitz, J, Hixson N., English, M., & Megendoller, J., (2012). Using project based learning to teach 21st century skills: Findings from a statewide initiative. *Jason Ravitz Buck Institute for Education*. American Educational research Association. Annual Meetings. Vancouver, BC.  
[https://www.researchgate.net/profile/Jason-Ravitz/publication/258188193\\_Using\\_project\\_based\\_learning\\_to\\_teach\\_21\\_st\\_century\\_skills\\_Findings\\_from\\_a\\_statewide\\_initiative\\_Jason\\_Ravitz\\_Buck\\_Institute\\_for\\_Education/links/00b7d5272c5a2d0f45000000/Using-project-based-learning-to-teach-21-st-century-skills-Findings-from-a-statewide-initiative-Jason-Ravitz-Buck-Institute-for-Education.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jason-Ravitz/publication/258188193_Using_project_based_learning_to_teach_21_st_century_skills_Findings_from_a_statewide_initiative_Jason_Ravitz_Buck_Institute_for_Education/links/00b7d5272c5a2d0f45000000/Using-project-based-learning-to-teach-21-st-century-skills-Findings-from-a-statewide-initiative-Jason-Ravitz-Buck-Institute-for-Education.pdf)
- Siama, I., Terkenli, S.T., & Klonari, A. (2018). Building a landscape educational program for the needs of Greek preschool and primary-school children: a methodological approach. *European Journal of Geography*, 9(1), 80-90.  
<https://www.eurogeojournal.eu/index.php/egj/article/view/95>
- Siama, I., Terkenli, S.T., & Klonari, A. (2020). Implementing a Landscape Educational Project Among Greek Pupils: Valuable Lessons and Hard Realizations. *International Journal of Education (IJE)*, 8(1), 39-53. DOI: 10.5121/ije.2020.8103.
- Thomas, J.W. (2000). A review of research on Project-based Learning. *The Autodesk Foundation*.
- UNESCO, (2016). Leading SDG 4-Education 2030.  
<https://www.unesco.org/en/education/education2030-sdg4>

Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021

15:00 – 16:00

**Προφορικές Ανακοινώσεις**

***ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ - ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ***

ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ  
ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ ΣΤΙΣ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΦΥΣΗ ΤΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

## Εισαγωγή του Μηχανικού Σχεδιασμού στο Νηπιαγωγείο και το Δημοτικό Σχολείο μέσα από Παραμύθι

**Μιχάλης Ιωάννου<sup>1</sup>, Αθηνά Μουρουζίδου<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Νηπιαγωγείο Αγίων Ασωμάτων, <sup>2</sup>Δημοτικό Σχολείο Αγίων Ασωμάτων*

### Περίληψη

Η έρευνα εστιάζει ολοένα και περισσότερο στην εκπαίδευση STEAM. Ιδιαίτερα στο Νηπιαγωγείο παρουσιάζεται μια αυξημένη τάση χρήσης εκπαιδευτικών στρατηγικών STEAM. Οι Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, η Τεχνολογία και οι Τέχνες εντοπίζονται καθημερινά στο Νηπιαγωγείο, ενώ υπάρχει ενδιαφέρον και για τη Μηχανική και τον Μηχανικό Σχεδιασμό. Εισάγοντας τον Μηχανικό Σχεδιασμό στο Νηπιαγωγείο, τα παιδιά μπορούν να αναπτύξουν γνώσεις και δεξιότητες STEAM, αλλά και να συνδέσουν αυτούς τους τομείς με τη Γλώσσα και τη Λογοτεχνία. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η εισαγωγή του Μηχανικού Σχεδιασμού μέσα από παραμύθι σε παιδιά Νηπιαγωγείου και Δημοτικού Σχολείου.

**Λέξεις κλειδιά:** STEAM, Νηπιαγωγείο, Δημοτικό Σχολείο, Μηχανικός Σχεδιασμός, Παραμύθι

## Introducing the Engineering Design Process in Preschool and Elementary School through a Fairy Tale

**Michalis Ioannou<sup>1</sup>, Athena Mourouzidou<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Preschool of Agion Asomaton, <sup>2</sup>Elementary School of Agion Asomaton*

### Abstract

Research focuses more and more on STEAM education. Especially in Kindergarten, there is an increasing trend to use STEAM educational strategies. Physics, Mathematics, Technology, and Arts are implemented daily in the Kindergarten, while there is also interest in Engineering and Engineering Design Process. By introducing Engineering Design in Kindergarten, children can develop knowledge and skills about STEAM as well as connect these areas with Linguistics and Literature. This paper presents the introduction of the Engineering Design Process through a fairy tale to children in Kindergarten and Primary School.

**Keywords:** STEAM, Preschool, Elementary School, Engineering Design Process, Fairy Tale

## Εισαγωγή

Ο όρος STEAM προκύπτει από τον όρο STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) που εισήχθη την δεκαετία του 1990 (Bybee, 2010) και την εισαγωγή της Τέχνης (Art) ως μέσο για την προώθηση της καινοτομίας και της δημιουργικότητας (Sousa & Pilecki, 2013). Τα παιδιά στο νηπιαγωγείο αλληλεπιδρούν συνεχώς με το οικογενειακό και κοινωνικό τους περιβάλλον διαμορφώνοντας γνώσεις (Gelman, 1999). Παράλληλα επικοινωνούν με το φυσικό και τεχνολογικό περιβάλλον που τα περιβάλλει αναπτύσσοντας ιδέες για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών (Καριώτογλου, 2006) και καλλιεργούν τις δικές τους απόψεις και ερμηνείες για φαινόμενα (Driver, 1998). Είναι, επίσης, σημαντικό τα προγράμματα των Φυσικών Επιστημών να εμπλέκουν τα παιδιά σε διαδικασίες προσέγγισης της επιστημονικής μεθόδου (Ραβάνης, 2003).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται δύο πρακτικές εφαρμογές εισαγωγής του Μηχανικού Σχεδιασμού σε παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας μέσα από παραμύθι. Ειδικότερα σε παιδιά Νηπιαγωγείου και Β΄ Δημοτικού μέσα από το παραμύθι «Τα Τρία Γουρουνάκια». Η εργασία δομείται ως εξής: αρχικά παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο, στη συνέχεια παρουσιάζεται η μεθοδολογία, τα αποτελέσματα και τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι βιβλιογραφικές αναφορές.

## Θεωρητικό Πλαίσιο

Ανάμεσα στους τομείς STEAM η Μηχανική παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς μπορεί να συνδυαστεί με τη Γλώσσα και τη Λογοτεχνία στις μικρές ηλικίες (Νηπιαγωγείο και πρώτες τάξεις του Δημοτικού) παράλληλα με τις Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, την Τεχνολογία και τις Τέχνες (Pantoya et al., 2015).

Επιπλέον, λογοτεχνικά κείμενα, είδη λαϊκού πολιτισμού, προφορικά και κλασικά παραμύθια φαίνεται να αποτελούν σημαντικό εργαλείο διαθεματικότητας, διερεύνησης και ανάλυσης διάφορων γνωστικών αντικειμένων (Μωραϊτή, 2008).

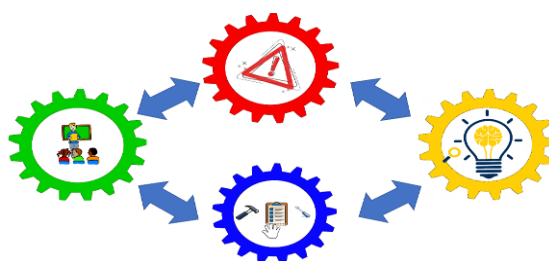
Η Μηχανική στις μικρές ηλικίες εισάγεται μέσα από τον Μηχανικό Σχεδιασμό, μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Αποτελεί, μια κυκλική διαδικασία που χρησιμοποιείται από πραγματικούς μηχανικούς. Στην τάξη, δίνεται έμφαση στη συνεχιζόμενα αλλαγμένη και τροποποιημένη δουλειά του παιδιού παρά στη σωστή ή λανθασμένη απάντηση. Υπάρχει η ιδέα της συνεχούς δοκιμής και βελτίωσης της δουλειάς του παιδιού, που βασίζεται στην ανατροφοδότηση και τη συνεργασία ανάμεσα στους συμμαθητές και συμβαδίζει με τις δεξιότητες της επικοινωνίας και της συνεργασίας (Sullivan et al., 2013).

Ο Μηχανικός Σχεδιασμός προσφέρει ένα πλαίσιο διερεύνησης που υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς και τα παιδιά στη γεφύρωση των ορίων της Επιστήμης και της Μηχανικής (Lewis, 2006). Κύριο συστατικό του είναι η επίλυση προβλημάτων μέσα από μια διαδικασία παρόμοια της επιστημονικής διερεύνησης (Rockland et al., 2010).

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν μία τάξη Νηπιαγωγείου με 16 παιδιά και μία τάξη Β΄ Δημοτικού με 18 παιδιά. Στο Νηπιαγωγείο υλοποιήθηκε η παρακάτω έρευνα στις αρχές της χρονιάς, ενώ στη Β΄ Δημοτικού στο τέλος του πρώτου τριμήνου του σχολικού έτους. Σκοπός της εργασίας ήταν η εισαγωγή στην επίλυση προβλημάτων μέσα από τη Μηχανική και την αξιοποίηση παραμυθιού.

Η παρούσα εργασία αξιοποίησε τον Μηχανικό Σχεδιασμό για το Νηπιαγωγείο (Ιωάννου & Μπράτιτσης, 2019). Ειδικότερα δημιουργήθηκε μια εικονική αναπαράσταση ενός Μηχανικού Σχεδιασμού τεσσάρων σταδίων (Εικόνα 1): α) Στάδιο 1 – Πρόβλημα, β) Στάδιο 2 – Διερεύνηση, γ) Στάδιο 3 – Σχεδιασμός και Υλοποίηση, δ) Στάδιο 4 – Συμπεράσματα και Παρουσίαση.



Εικόνα 2 Μηχανικός σχεδιασμός

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η αφήγηση του παραμυθιού «Τα Τρία Γουρουνάκια». Στη συνέχεια έγινε η σταδιακή εισαγωγή του Μηχανικού Σχεδιασμού. Στο πρώτο στάδιο του Προβλήματος, τα παιδιά κλήθηκαν να εντοπίσουν και να προσδιορίσουν το πρόβλημα της ιστορίας. Στην συνέχεια, στο στάδιο της Διερεύνησης, τα παιδιά έπρεπε να σκεφτούν ιδέες για το πώς θα αντιμετωπίσουν το πρόβλημα, να αιτιολογήσουν τις ιδέες τους και να κάνουν υποθέσεις για την αντιμετώπιση και το αποτέλεσμα κάθε λύσης που πρότειναν. Όλες οι ιδέες τους καταγράφονταν σε κεντρικό σημείο στην ολομέλεια. Στο επόμενο στάδιο, του Σχεδιασμού και της Υλοποίησης, τα παιδιά σχεδίασαν τις ιδέες τους σε χαρτί (ζωγραφιά) και τις περιέγραψαν λεπτομερώς. Μετά, υλοποίησαν τις ιδέες τους με υλικά της τάξης, όπως τουβλάκια, ανακυκλώσιμα υλικά αλλά και άλλα παιχνίδια που ήταν διαθέσιμα. Στο τελικό στάδιο, των Συμπερασμάτων και της Παρουσίασης, τα παιδιά παρουσίασαν τις κατασκευές τους στην ολομέλεια είτε ατομικά είτε ομαδικά και προσπάθησαν να εξάγουν τα τελικά τους συμπεράσματα με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού.

## Αποτελέσματα

Τόσο στα παιδιά της Β΄ Δημοτικού όσο και του Νηπιαγωγείου το παραμύθι ήταν οικείο, γεγονός που τα βοήθησε να συμμετέχουν στην εξιστόρηση και στην εξέλιξη της ιστορίας. Επίσης, το σύνολο των παιδιών εντόπισαν με ευκολία το πρόβλημα και μπορούσαν να το προσδιορίσουν στο πρώτο στάδιο του Μηχανικού Σχεδιασμού.

Αντίθετα, στο δεύτερο στάδιο της Διερεύνησης, τα παιδιά του Νηπιαγωγείου ακολούθησαν την πεπατημένη της ιστορίας ως προς τις ιδέες τους για την επίλυση του προβλήματος. Μέσα από την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, όμως, μπόρεσαν

να εξελίξουν τις ιδέες τους και τη φαντασία τους. Το σύνολο των παιδιών της Β΄ Δημοτικού (18 παιδιά) ήταν σε θέση να εκφράσουν τόσο την επιλογή τους ως προς τα υλικά που θα επέλεγαν όσο και την δοκιμή περαιτέρω λύσεων, όπως περιφράξεις, παγίδες ή συνδυασμό υλικών.

Στο τρίτο στάδιο, όλα τα παιδιά σχεδίασαν ατομικά το δικό τους ιδανικό κτήριο. Ωστόσο, κατά την υλοποίηση του σχεδίου τους τα παιδιά της Β΄ Δημοτικού χωρίστηκαν σε ομάδες και κατασκεύασαν τα κτήριά τους από ανακυκλώσιμα υλικά. Αντίθετα, τα παιδιά του Νηπιαγωγείου επέλεξαν τα ξύλινα τουβλάκια που ήταν γνώριμα για εκείνα και έφτιαξαν με ευκολία τις ατομικές τους κατασκευές.

Τέλος, το τελευταίο στάδιο φάνηκε να δυσκολεύει τα παιδιά του Νηπιαγωγείου, ενώ για τα παιδιά της Β΄ Δημοτικού ήταν μια εύκολη διαδικασία. Ωστόσο, και για στις δύο περιπτώσεις ήταν σημαντικό το στάδιο της Παρουσίασης και των Συμπερασμάτων, καθώς βοήθησε τόσο τα παιδιά να γνωρίσουν και άλλες λύσεις όσο και τον εκπαιδευτικό να καταγράψει πιθανές δυσκολίες.

## Συμπεράσματα

Ο Μηχανικός Σχεδιασμός φάνηκε πως βοήθησε τα παιδιά να λύσουν δομημένα το πρόβλημα που αντιμετώπιζαν. Ειδικότερα, η εικονική αναπαράσταση βοήθησε τόσο τα παιδιά του Νηπιαγωγείου όσο και του Δημοτικού να ακολουθούν την κυκλική αυτή διαδικασία προκειμένου να λύσουν όχι μόνο το συγκεκριμένο πρόβλημα αλλά και άλλα παρόμοια προβλήματα.

## Βιβλιογραφία

- Ιωάννου, Μ., & Μπράττισης, Θ. (2019). Εννοιολογική προσέγγιση του Μηχανικού Σχεδιασμού για δραστηριότητες STEAM στο Νηπιαγωγείο. 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 19-21 Απριλίου, Φλώρινα.
- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γράφημα.
- Μωραΐτη, Τ. (2008). Το λαϊκό παραμύθι στο νηπιαγωγείο: αναπτύσσοντας μαθηματικές δραστηριότητες με νόημα, με αφορμή ένα λαϊκό παραμύθι. *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, 8, 106-120. <https://doi.org/10.12681/icw.18211>.
- Ραβάνης, Κ. (2003). *Δραστηριότητες για το Νηπιαγωγείο από τον κόσμο της Φυσικής*. Αθήνα: Δίπτυχο.
- Gelman, S. A. (1999). Concept development in preschool children. *In Dialogue on Early Childhood Science, Mathematics and Technology Education*, 50-61. Washington: American Association for the Advancement of Science.
- 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.
- 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.
- 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.



- Sousa, D. A. & Pilecki, T. (2013). From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts. California: Corwin.
- 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.

## Διερεύνηση των αντιλήψεων μαθητών ηλικίας 11–13 ετών για έννοιες του ηλεκτρισμού

**Σοφία Βουτσά<sup>1</sup>, Γεώργιος Αμπατζίδης<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>1<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Νεάπολης Θεσσαλονίκης, <sup>2</sup>Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο*

### Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη διερευνώνται οι αντιλήψεις μαθητών για έννοιες του ηλεκτρισμού. Συγκεκριμένα, εστιάζουμε στις αντιλήψεις των μαθητών για την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος, τα μοντέλα που υιοθετούν οι μαθητές για την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και τις αντιλήψεις τους για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος. Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 24 μαθητές 11-13 ετών. Η παρούσα μελέτη τοποθετείται στο ποιοτικό ερευνητικό παράδειγμα και πιο συγκεκριμένα πρόκειται για μια διερευνητική μελέτη περίπτωσης. Η συλλογή δεδομένων έγινε με ημιδομημένες συνεντεύξεις και ιχνογραφήματα. Τα αποτελέσματά μας συζητούνται με αναφορές στη σχετική βιβλιογραφία.

**Λέξεις κλειδιά:** ηλεκτρισμός, αντιλήψεις, ηλεκτρικό κύκλωμα, ηλεκτρικό ρεύμα

## Exploring 11–13-year-old students' perceptions of electricity concepts

**Sofia Voutsas<sup>1</sup>, Georgios Ampatzidis<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>1<sup>st</sup> Primary School of Neapolis Thessaloniki, <sup>2</sup>Hellenic Open University*

### Abstract

In the present study, students' perceptions of electricity concepts are investigated. Specifically, we focus on students' understanding of the concept of electric current, students' models of the movement of electric current in an electric circuit, and their understanding of the factors that influence the operation of an electric circuit. The research sample consists of 24 students aged 11-13. The present study lies within the qualitative research paradigm and more specifically it is an exploratory case study. Data collection was done through semi-structured interviews and drawings. Our results are discussed with references to the relevant literature.

**Keywords:** electricity, perceptions, electric circuit, electric current

## Εισαγωγή

Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών μέχρι και τις αρχές της δεκαετίας του 1980 αποτελούσε ένα προ-επιστημονικό πεδίο: δεν υπήρχε ένα ισχυρό ερευνητικό παράδειγμα το οποίο να υποστηρίζει τη διατύπωση ερωτημάτων και τη διερεύνησή τους και η σχετική έρευνα τελικά δεν είχε αντίκτυπο στη διδασκαλία και τη μάθηση (Klopfer, 1983). Ωστόσο, μετά από μια εντυπωσιακά γρήγορη ανάπτυξη, ήδη στις αρχές του 2000 είχαν διαμορφωθεί οι μεθοδολογίες και οι πρακτικές που καθιστούσαν τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ένα νέο πεδίο έρευνας και γνώσης (Jenkins, 2001). Η διαμόρφωση του νέου επιστημονικού πεδίου συνδέεται με την επικράτηση του εποικοδομισμού έναντι πιο παραδοσιακών επιστημολογικών ή γνωστικών προσεγγίσεων (Gil-Pérez et al., 2002).

Κεντρικό ρόλο στο θεωρητικό μοντέλο του εποικοδομισμού έχει η ιδέα της οικοδόμησης της γνώσης: η γνώση δεν μεταβιβάζεται παθητικά, αλλά οικοδομείται ενεργά από τους ίδιους τους μαθητές, εξυπηρετώντας την προσωπική τους ανάγκη να οργανώσουν τον κόσμο των εμπειριών τους. Καθοριστική σημασία σ' αυτήν την ενεργή και μακροχρόνια διαδικασία φαίνεται να έχει η προηγούμενη γνώση των μαθητών (Ραβάνης, 2016). Οι μαθητές έρχονται στο σχολείο έχοντας διαμορφώσει αντιλήψεις γύρω από τις φυσικές έννοιες και τα φυσικά φαινόμενα. Με άλλα λόγια, οι μαθητές έρχονται στο σχολείο έχοντας διαμορφώσει συγκεκριμένες γνωσιακές κατασκευές για τον φυσικό κόσμο στην προσπάθειά τους εξηγήσουν τον κόσμο γύρω τους. Οι αντιλήψεις των μαθητών φαίνεται να έχουν κοινά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα (α) είναι ανθεκτικές και σταθερές σε αλλαγές, (β) έχουν περιορισμένη εστίαση, (γ) κυριαρχούνται από αισθητηριακά αντιληπτά δεδομένα (δ) εξαρτώνται από το πλαίσιο χρήσης τους και (ε) κυριαρχούνται από γραμμικό αιτιακό συλλογισμό (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001), ενώ φαίνεται πως κάποιες αντιλήψεις είναι ευρέως διαδεδομένες και εκφράζονται από πολλούς μαθητές ανεξάρτητα από το φύλο, την ηλικία ή το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο από το οποίο προέρχονται (Χαλκιά, 2012).

Εστιάζοντας στον ηλεκτρισμό, η έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών δείχνει πως αποτελεί μια δυσνόητη έννοια για εκείνους. Για παράδειγμα, οι μαθητές δημοτικού σχολείου χρησιμοποιούν τον όρο «ηλεκτρισμός» για να εξηγήσουν διάφορες έννοιες όπως είναι το ηλεκτρικό ρεύμα, η ηλεκτρική ενέργεια και η ηλεκτρική ισχύς (Arnold & Millar, 1987). Επίσης, παρατηρείται πως η σκέψη των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα κυριαρχείται από γραμμικό αιτιακό συλλογισμό, καθώς θεωρούν πως πάντα υπάρχει ένας «παθών» (η λάμπα), ένας «διαμεσολαβητής» (το ηλεκτρικό ρεύμα) και ένας «δράστης» (η μπαταρία) (Koumaras et al., 1997). Κατά συνέπεια, οι μαθητές συλλογίζονται για το ηλεκτρικό κύκλωμα με απλές αιτιακές σχέσεις, όπως «όσο περισσότερες μπαταρίες συνδέονται με έναν λαμπτήρα σε ένα κύκλωμα, τόσο πιο έντονα θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας» και «όσο περισσότεροι λαμπτήρες συνδέονται με μια μπαταρία σε ένα κύκλωμα, τόσο λιγότερο θα φωτοβολεί ο καθένας από αυτούς» ανεξάρτητα από το αν η σύνδεση είναι σε σειρά ή παράλληλη (Κουμαράς, 2002).

Ακόμα, η έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών για τον ηλεκτρισμό δείχνει πως οι μαθητές υιοθετούν διαφορετικά μοντέλα για να εξηγήσουν την κίνηση του

ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Μερικά από τα πιο βασικά μοντέλα που φαίνεται να χρησιμοποιούν οι μαθητές για να εξηγήσουν την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα είναι τα εξής:

- Μονοπολικό μοντέλο: οι μαθητές θεωρούν πως αρκεί ένα καλώδιο να συνδέει την μπαταρία με τον λαμπτήρα, ώστε εκείνος να φωτοβολήσει. Το δεύτερο καλώδιο θεωρείται πως επιτελεί κάποιον ρόλο «ασφάλειας» ή «καταλύτη» (Tasker & Osborne, 1985).
- Μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων: στην προσπάθεια να εξηγήσουν τον λόγο ύπαρξης δύο καλωδίων στο ηλεκτρικό κύκλωμα, οι μαθητές θεωρούν πως το ηλεκτρικό ρεύμα ξεκινάει και από τους δύο πόλους της μπαταρίας για να φτάσει στη λάμπα και να ανάψει. Με άλλα λόγια, στο ηλεκτρικό κύκλωμα κυκλοφορεί ηλεκτρικό ρεύμα που προέρχεται και από τους δύο πόλους και τα αντίθετα ρεύματα συγκρούονται για να ανάψει η λάμπα (Shipstone, 1984). Οι Arnold & Millar (1987) αναφέρουν πως κάποιοι μαθητές θεωρούν ότι για να ανάψει η λάμπα θα πρέπει οπωσδήποτε να συγκρουστούν τα δύο ρεύματα, ενώ κάποιοι άλλοι θεωρούν πως τα δύο ρεύματα είναι ανεξάρτητα και το καθένα ξεχωριστά επαρκεί για να φωτοβολήσει ο λαμπτήρας: όταν συναντηθούν τα δύο ρεύματα αθροίζονται.
- Μοντέλο εξασθένισης του ρεύματος: οι μαθητές θεωρούν πως το ηλεκτρικό ρεύμα κινείται στο ηλεκτρικό κύκλωμα προς μία κατεύθυνση και κάθε φορά που διέρχεται από έναν λαμπτήρα ένα μέρος του καταναλώνεται, συνεπώς στην πορεία είναι λιγότερο από εκείνο που ξεκίνησε. Συνέπεια της παραπάνω αντίληψης είναι πως οι μαθητές θεωρούν ότι αν υπάρχουν στο ηλεκτρικό κύκλωμα δύο ή περισσότεροι λαμπτήρες συνδεδεμένοι σε σειρά, τότε κάθε επόμενος λαμπτήρας θα δέχεται λιγότερο ρεύμα από τον προηγούμενο (Χρηστίδου, 2001).
- Επιστημονικό μοντέλο: οι μαθητές θεωρούν πως το ρεύμα κυκλοφορεί προς μία σταθερή φορά και πως διατηρείται σταθερό (Χρηστίδου, 2001).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και το γεγονός πως (α) δεν υπάρχουν πολλές εργασίες που να αφορούν τις αντιλήψεις Ελλήνων μαθητών για έννοιες του ηλεκτρισμού και (β) στις σχετικές εργασίες που αφορούν Έλληνες μαθητές η ανίχνευση των αντιλήψεων γίνεται κυρίως με τη χρήση ερωτηματολογίων (πχ. Καλαμπάκα, 2006· Καραγκούνη, 2016) αποφασίσαμε να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις των μαθητών 11-13 ετών για τον ηλεκτρισμό μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων, ώστε να έχουμε την ευκαιρία να εμβαθύνουμε στις αντιλήψεις των μαθητών. Σε αυτό το άρθρο εστιάζουμε στις αντιλήψεις των μαθητών για την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος, τα μοντέλα που υιοθετούν για την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα και τους παράγοντες που θεωρούν ότι επηρεάζουν τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος. Έτσι, τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται είναι τα εξής:

- Πώς αντιλαμβάνονται οι μαθητές την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος;
- Ποια μοντέλα υιοθετούν οι μαθητές για την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα;
- Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος;

## Μεθοδολογία

Η παρούσα μελέτη τοποθετείται στο ποιοτικό ερευνητικό παράδειγμα και πιο συγκεκριμένα πρόκειται για μια μελέτη περίπτωσης που έχει στόχο να διερευνήσει τις αντιλήψεις μαθητών Ε΄, ΣΤ΄ δημοτικού και Α΄ γυμνασίου για τον ηλεκτρισμό. Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 24 μαθητές ηλικίας 11-13 χρονών. Για την επιλογή του δείγματος ακολουθήθηκε δειγματοληψία ευκολίας και δειγματοληψία χιονοστιβάδας (Creswell, 2012). Όλοι οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα έδωσαν τη συναίνεσή τους, ενώ συναίνεση εξασφαλίσθηκε και από τους κηδεμόνες τους.

Για την υλοποίηση των ημιδομημένων συνεντεύξεων δημιουργήθηκε αρχικά μια σχάρα ερωτήσεων, η οποία ελέγχθηκε με τη διενέργεια πιλοτικών συνεντεύξεων με δύο μαθητές ίδιου προφίλ με εκείνους του δείγματος οι οποίοι, ωστόσο, δεν ανήκαν στο δείγμα της έρευνας. Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών που συμμετείχαν στις πιλοτικές συνεντεύξεις οδήγησε στην τροποποίηση δύο ερωτήσεων και προέκυψε η τελική μορφή της σχάρας ερωτήσεων, η οποία χρησιμοποιήθηκε για τις συνεντεύξεις παράλληλα με ιχνογραφήματα των μαθητών. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν από την πρώτη συγγραφέα και σχεδιάστηκαν να απαιτούν καθαρό χρόνο γύρω στα 10 λεπτά, ώστε αποφύγουμε την κόπωση των μαθητών που συμμετείχαν και ενδεχόμενη μη ολοκλήρωση των συνεντεύξεων. Οι συνεντεύξεις των μαθητών μαγνητοφωνήθηκαν και απομαγνητοφωνήθηκαν. Το κείμενο που προέκυψε από την απομαγνητοφώνηση και τα ιχνογραφήματα των μαθητών κωδικοποιήθηκαν και από τους δύο συγγραφείς με ικανοποιητική συμφωνία, αφού σε κάθε περίπτωση ο συντελεστής Cohen's kappa υπολογίστηκε από 0,84 έως 0,94. Η κωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών σε όλες τις ερωτήσεις πλην της πρώτης έγινε σε αμοιβαία αποκλειόμενες κατηγορίες.

## Αποτελέσματα

Στην ερώτηση «τι σου έρχεται στο μυαλό όταν ακούς για το ηλεκτρικό ρεύμα;», η πλειοψηφία των μαθητών φαίνεται να συνδέει το ηλεκτρικό ρεύμα με το φως και τις ηλεκτρικές συσκευές. Κάποιοι μαθητές αναφέρονται στην (ηλεκτρική) ενέργεια, ενώ ένα μικρό ποσοστό αναφέρεται στην κίνηση των ηλεκτρονίων (Πίνακας 1).

Κατηγορίες αντιλήψεων	Συχνότητα απαντήσεων
Φως και ηλεκτρικές συσκευές	17
Ενέργεια	8
Ηλεκτρόνια	3
Εργοστάσια ΔΕΗ	1
Προκαλεί ηλεκτροπληξία	1
Σύνολο	30

Πίνακας 1 Συχνότητα απαντήσεων των μαθητών ανά κατηγορία αντιλήψεων για το ηλεκτρικό ρεύμα

Σε επόμενο στάδιο της συνέντευξης, ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Τα ιχνογραφήματα των μαθητών και η αντίστοιχη συζήτηση μαζί τους δείχνει πως η πλειοψηφία τους αντιλαμβάνεται την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων. Ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών φαίνεται να υιοθετούν το επιστημονικό μοντέλο (με συμβατική ή πραγματική φορά) για να εξηγήσουν την κίνηση του ρεύματος, ενώ λίγοι μαθητές φαίνεται πως συλλογίζονται υπό τους όρους του μονοπολικού μοντέλου για την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα (Πίνακας 2 και Εικόνα 1).

Κατηγορίες αντιλήψεων	Συχνότητα απαντήσεων
Επιστημονικό μοντέλο (συμβατική φορά)	7
Επιστημονικό μοντέλο (πραγματική φορά)	3
Μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων	11
Μονοπολικό μοντέλο	3
Σύνολο	24

Πίνακας 2 Συχνότητα απαντήσεων των μαθητών ανά κατηγορία αντιλήψεων για την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα



Εικόνα 1 Μοντέλα μαθητών για την κίνηση του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα

Στη συνέχεια οι μαθητές ρωτήθηκαν σχετικά με το πώς επηρεάζουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα συγκεκριμένες τροποποιήσεις που μπορούν να γίνουν. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές ρωτήθηκαν αρχικά εάν η αλλαγή (διπλασιασμός) του μήκους του καλωδίου μεταβάλλει με κάποιον τρόπο τα στοιχεία του κυκλώματος (πχ. φωτοβολία λαμπτήρων). Η πλειοψηφία των μαθητών φαίνεται πως αντιλαμβάνεται

ότι η αύξηση του μήκους του καλωδίου δεν επηρεάζει τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος (Πίνακας 3).

Οι μαθητές ρωτήθηκαν, ακόμα, σχετικά με την περίπτωση που σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με έναν λαμπτήρα προστεθεί ένας δεύτερος λαμπτήρας, εάν και πώς θα μεταβληθεί η φωτοβολία του/των λαμπτήρα/λαμπτήρων. Ως προς την προσθήκη δεύτερου λαμπτήρα σε σειρά παρατηρείται πως η πλειοψηφία πιστεύει ότι θα μειωθεί η φωτοβολία των λαμπτήρων (14/24 μαθητές απαντούν πως όταν είναι ένας ο λαμπτήρας η φωτοβολία είναι μεγαλύτερη και 9/24 πως θα φωτοβολούν το ίδιο), ενώ στην παράλληλη σύνδεση οι απαντήσεις σχεδόν μοιράζονται ανάμεσα στην περίπτωση να μειώνεται η φωτοβολία των λαμπτήρων και στην περίπτωση να μη μεταβάλλεται (12/24 μαθητές απαντούν πως όταν είναι ένας ο λαμπτήρας η φωτοβολία είναι μεγαλύτερη και 9/24 πως θα φωτοβολούν το ίδιο) (Πίνακας 4).

Κατηγορίες αντιλήψεων	Συχνότητα απαντήσεων
Δεν υπάρχει μεταβολή στο κύκλωμα	19
Υπάρχει μεταβολή στο κύκλωμα	5
Σύνολο	24

Πίνακας 3 Συχνότητα απαντήσεων των μαθητών ανά κατηγορία αντιλήψεων σχετικά με την επίδραση του μήκους του καλωδίου

Κατηγορίες αντιλήψεων	Συχνότητα απαντήσεων	
	Σύνδεση σε σειρά	Παράλληλη σύνδεση
Ίδια φωτοβολία	9	11
Μεγαλύτερη φωτοβολία στο κύκλωμα με έναν λαμπτήρα	14	12
Μεγαλύτερη φωτοβολία στο κύκλωμα με δύο λαμπτήρες	1	1
Σύνολο	24	24

Πίνακας 4 Συχνότητα απαντήσεων των μαθητών ανά κατηγορία αντιλήψεων σχετικά με την φωτοβολία των λαμπτήρων

## Συμπεράσματα

Η οικοδόμηση νέας γνώσης επηρεάζεται από την προϋπάρχουσα γνωστική δομή του ατόμου και ταυτόχρονα την επηρεάζει: από τη μία πλευρά η νέα γνώση επιδιώκει να ενσωματωθεί στη δομή αυτή και από την άλλη καθώς ενσωματώνεται ενδεχομένως τη διαταράσσει και δημιουργείται η ανάγκη εκ νέου εξισορρόπησης της (Ζόγκτζα, 2007). Το γεγονός πως οι αντιλήψεις των μαθητών επηρεάζουν τη μάθηση, ενισχύει την ανάγκη ανίχνευσης της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών πριν τον σχεδιασμό αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικών σχεδίων (Πλακίτση,

2008). Μέσα από αυτό το πρίσμα, σε αυτή τη μελέτη είχαμε στόχο την ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες του ηλεκτρισμού μέσα από μια σειρά ημιδομημένων συνεντεύξεων και ιχνογραφημάτων.

Φαίνεται πως όταν ζητηθεί από τους μαθητές να αναφέρουν ό,τι τους έρχεται στο μυαλό όταν ακούν για το ηλεκτρικό ρεύμα, πολλοί από αυτούς αναφέρονται στις ηλεκτρικές συσκευές και το φως. Η εξοικείωση με τις ηλεκτρικές συσκευές είναι κάτι που παρατηρείται ήδη στην προσχολική ηλικία, αν και για τους περισσότερους μαθητές του συγκεκριμένου ηλικιακού φάσματος το ηλεκτρικό ρεύμα αποτελεί στατική οντότητα (Solomonidou & Kakana, 2000). Ακόμα, η αναφορά των μαθητών στην (ηλεκτρική) ενέργεια μπορεί να σχετίζεται με τον τρόπο σκέψης των μαθητών δημοτικού σχολείου που αποκαλύπτεται στην έρευνα των Arnold & Millar (1987), οι οποίοι αναφέρουν πως συχνά ο όρος «ηλεκτρισμός» χρησιμοποιείται για να εξηγηθούν έννοιες όπως το ηλεκτρικό ρεύμα, η ηλεκτρική ενέργεια και η ηλεκτρική ισχύς.

Σε σχέση με τους παράγοντες που επηρεάζουν ή όχι τα στοιχεία του ηλεκτρικού κυκλώματος, φαίνεται πως οι περισσότεροι μαθητές αναγνωρίζουν ορθώς πως η αλλαγή του μήκους του καλωδίου δεν προκαλεί κάποια αλλαγή στα υπόλοιπα στοιχεία του κυκλώματος. Αναφορικά με την προσθήκη δεύτερου λαμπτήρα σε ένα απλό κύκλωμα (ένας λαμπτήρας και μία μπαταρία) συνδεδεμένου σε σειρά ή παράλληλα, οι απαντήσεις των μαθητών δείχνουν πως πολλοί μαθητές δεν αντιλαμβάνονται ότι όταν συνδεθεί παράλληλα ένας δεύτερος λαμπτήρας θα φωτοβολούν με την ίδια ένταση που φωτοβολούσε ο ένας λαμπτήρας (Κουμαράς, 2002).

Σχετικά με τα μοντέλα κίνησης του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα παρατηρούμε πως σημαντικός αριθμός των μαθητών συλλογίζεται μέσα από το επιστημονικό μοντέλο (με συμβατική ή πραγματική φορά). Ο Shipstone (1984) αναφέρει πως τα παιδιά μεγαλώνοντας ηλικιακά αρχικά απορρίπτουν το μονοπολικό μοντέλο και στη συνέχεια και το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, για να υιοθετήσουν το επιστημονικό μοντέλο. Στην περίπτωση των μαθητών του δείγματός μας, φαίνεται όντως να απορρίπτουν το μονοπολικό μοντέλο, ωστόσο φαίνεται να υιοθετούν το επιστημονικό μοντέλο σε μεγαλύτερο ποσοστό από ό,τι θα περιμέναμε.

Σχετικά με τους περιορισμούς της έρευνάς μας σημειώνουμε πως μια μελέτη περίπτωσης είναι δύσκολο να επαναληφθεί και δεν προσφέρει αρκετά δεδομένα προς την κατεύθυνση της γενικευσιμότητας. Ωστόσο, θεωρούμε πως η μελέτη των αντιλήψεων μαθητών 11-13 ετών για τον ηλεκτρισμό που επιχειρήσαμε ανέδειξε στοιχεία που είτε συμφωνούν με τα συμπεράσματα παλαιότερων ερευνών είτε φαίνεται να δημιουργούν τον χώρο για τροποποιήσεις σε σχέση με το τι γνωρίζουμε για τις αντιλήψεις μαθητών 11-13 ετών για έννοιες του ηλεκτρισμού.

## Βιβλιογραφία

- Ζόγκζα, Β. (2007). *Η βιολογική γνώση στην παιδική ηλικία-ιδέες των παιδιών και διδακτικές προσεγγίσεις*. Μεταίχμιο.
- Καλαμπάκα, Μ.-Ε. (2006). Καταγραφή και ανάλυση ιδεών, απόψεων και αντιλήψεων των μαθητών της Έδεσσας-Σκύδρας ηλικίας 11-12 ετών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα (Διπλωματική Εργασία). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.



- Καραγκούνη, Ε. (2016). Διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών γυμνασίου σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα και το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (Διπλωματική Εργασία). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Κουμαράς, Π. (2002). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Χριστοδουλίδη.
- Πλακίτση, Κ. (2008). *Διδακτική των φυσικών επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία*. Εκδόσεις Πατάκη.
- Ραβάνης, Κ. (2016). *Εισαγωγή στη διδακτική και στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες*. Εκδόσεις Πατάκη.
- Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Σημασία της έρευνας σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών. Στο Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών-Τόμος Α'* (σσ. 51–74). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Χρηστίδου, Β. (2001). Ηλεκτρισμός. Στο Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών-Τόμος Β'* (σσ. 79–104). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Arnold, M., & Millar, R. (1987). Being constructive: An alternative approach to the teaching of introductory ideas in electricity. *International Journal of Science Education*, 9(5), 553–563. <https://doi.org/10.1080/0950069870090505>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Pearson.
- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa De Carvalho, A. M., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené Duch, A., Dumas-Carré, A., Tricárico, H., & Gallego, R. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*, 11(6), 557–571. <https://doi.org/10.1023/A:1019639319987>
- Jenkins, E. (2001). Science education as a field of research. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(1), 9–21. <https://doi.org/10.1080/14926150109556448>
- Klopfer, L. E. (1983). Editorial: Research and the crisis in science education. *Science Education*, 67(3), 283–284. <https://doi.org/10.1002/sci.3730670302>
- Koumaras, P., Kariotoglou, P., & Psillos, D. (1997). Causal structures and counter-intuitive experiments in electricity. *International Journal of Science Education*, 19(6), 617–630. <https://doi.org/10.1080/0950069970190601>
- Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185–198. <https://doi.org/10.1080/0140528840060208>
- Solomonidou, C., & Kakana, D.-M. (2000). Preschool children's conceptions about the electric current and the functioning of electric appliances. *European Early Childhood Education Research Journal*, 8(1), 95–111. <https://doi.org/10.1080/13502930085208511>
- Tasker, R., & Osborne, R. (1985). Science Teaching and Science Learning. In R. Osborne & P. Freyberg (Eds.), *Learning in Science-The implications of children's science* (pp. 15–27). Heinemann.

## Ενισχύοντας τον αυτο-προσδιορισμό μαθητών δημοτικού σχολείου αγροτικών περιοχών ως προς την επιστήμη

**Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει τον τρόπο που οι μαθητές δημοτικού σχολείου αγροτικών περιοχών αυτο-προσδιορίζονται απέναντι στην επιστήμη και την επίδραση που έχει στην αντίληψή τους αυτή η αλληλεπίδρασή τους με επιστήμονες. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από 23 μαθητές/τριες Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες διαθέτουν σημαντικά αποθέματα τεχνικής γνώσης μέσω των αγροτικών δραστηριοτήτων στις οποίες εμπλέκονται, τα οποία όμως οι ίδιοι δεν αναγνωρίζουν ως συμβατά με την επιστήμη. Ωστόσο, η αλληλεπίδρασή τους με επιστήμονες σε αντικείμενα συναφή με την καθημερινότητά τους ανέδειξε την αξία αυτής της γνώσης και συνέβαλε στη βελτίωση της ταύτισής τους με την επιστήμη.

**Λέξεις κλειδιά:** επιστημονική ταυτότητα, μαθητές αγροτικών περιοχών

## Enhancing rural primary school students' self-positioning in relation to science

**Emily Michailidi, Dimitris Stavrou**

*Department of Primary Education, University of Crete*

### Abstract

The aim of this paper is to study rural areas' primary school students' self-identification with science and the effect that their interaction with scientists has on their self-perception. Data collected from 23 fifth and sixth grade students show that students have significant technical knowledge funds through the agricultural activities in which they are involved which they don't recognize as compatible with science. However, their interaction with scientists in topics related to their daily lives highlighted the value of this knowledge and helped them to improve their identification with science.

**Keywords:** science identity, rural students

## Εισαγωγή

Η επιστήμη και η τεχνολογία είναι πλέον ενσωματωμένες στη σύγχρονη κοινωνία σε τέτοιο βαθμό που είναι απαραίτητο, από κοινωνικής και πολιτικής σκοπιάς, για τους πολίτες να κατέχουν βασικές επιστημονικές γνώσεις, αλλά και να είναι σε θέση να λαμβάνουν ενήμερες αποφάσεις τόσο για καθημερινά όσο και ευρύτερα κοινωνικά ζητήματα. Με αυτό ως δεδομένο, η ισότιμη πρόσβαση και εμπλοκή όλων των μαθητών (ανεξαρτήτως φύλου, πολιτισμικού ή κοινωνικού υποβάθρου) με την επιστήμη ανάγεται σε κρίσιμο ζήτημα. Ωστόσο, οι μαθητές/τριες από μη κυρίαρχο πολιτισμικό και χαμηλό οικονομικό υπόβαθρο παραδοσιακά υποεκπροσωπούνται στους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας (McGee & Bentley, 2017). Αυτή η υποεκπροσώπηση σχετίζεται με την ασυμβατότητα μεταξύ της κουλτούρας (δηλαδή των κανόνων, των αξιών και των συμβάσεων) της επιστήμης και της κουλτούρας των προαναφερθεισών ομάδων (Archer et al., 2010) και επιδρά άμεσα στη δυνατότητα αναγνώρισης των ιδίων των μαθητών/τριών ως δυνάμει επιστημόνων και την οικοδόμηση της επιστημονικής τους ταυτότητας. Η επιστημονική ταυτότητα αφορά στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες τοποθετούνται απέναντι στην επιστήμη και διαμορφώνεται από τις εμπειρίες και τις κοινωνικές τους αλληλεπιδράσεις. Κατά την προσέγγιση των Carlone & Johnson (2007) η επιστημονική ταυτότητα περιλαμβάνει τρεις διαστάσεις: την *ικανότητα* που περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να κατανοεί τις επιστημονικές πληροφορίες, την *εκδήλωση* που σχετίζεται με την κατάλληλη εμπλοκή του σε επιστημονικές δραστηριότητες και την *αναγνώριση* που αναφέρεται στη γνώμη κάποιου για τον εαυτό του ως «δυνάμει επιστήμονα» και στον τρόπο που οι άλλοι τον αναγνωρίζουν ως τέτοιο.

Σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο της διέλευσης πολιτισμικών συνόρων (cultural boundary crossing) (Aikenhead, 2001) αυτή η ασυμβατότητα μεταξύ των δύο πολιτισμικών πλαισίων υψώνει σύνορα τα οποία οι μαθητές/τριες καλούνται να διέλθουν, προκειμένου να είναι σε θέση να εμπλακούν με επιστημονικές δραστηριότητες και να οικοδομήσουν την επιστημονική τους ταυτότητα. Ωστόσο, το γεγονός ότι ένα τοπικό πολιτισμικό πλαίσιο μπορεί να διαφέρει από αυτό της επιστήμης ή της σχολικής επιστήμης, δεν σημαίνει ότι το πλαίσιο αυτό στερείται πόρων γνώσεων που μπορούν να φανούν πολύτιμοι στο πλαίσιο της κουλτούρας της επιστήμης. Εστιάζοντας ειδικότερα στην περίπτωση των αγροτικών περιοχών, ερευνητές υπογραμμίζουν το γεγονός ότι πολλά στοιχεία της τοπικής αγροτικής γνώσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κεφάλαια για την αποτελεσματικότερη εκπαίδευση των μαθητών/τριών στις Φυσικές Επιστήμες (Avery, 2013).

Επομένως, δεδομένης της ανάγκης ενίσχυσης της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητών/τριών αγροτικών περιοχών και λαμβάνοντας υπόψιν προηγούμενες έρευνες που αξιοποιούν επιστήμονες ως μοντέλα ρόλων για τον σκοπό αυτό (Kenneth Jones & Hite, 2020), η παρούσα εργασία μελετά τον τρόπο που οι μαθητές/τριες δημοτικού σχολείου αγροτικών περιοχών αυτο-προσδιορίζονται ως προς την επιστήμη και διερευνά τη δυνατότητα που έχει η αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών με επιστήμονες, σε αντικείμενα σχετικά με την αγροτική τους καθημερινότητα, ως μέσο ενίσχυσης πτυχών της επιστημονικής τους ταυτότητας. Σε αυτό το πλαίσιο τα ερευνητικά ερωτήματα που καθοδηγούν την έρευνά μας είναι:

(i) Με ποιον τρόπο εξελίσσονται οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών για την επιστήμη και τους επιστήμονες μέσα από την αλληλεπίδραση μαζί τους; (ii) Με ποιον τρόπο εξελίσσεται ο αυτο-προσδιορισμός των μαθητών/τριών απέναντι στην επιστήμη μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με επιστήμονες;

## Μεθοδολογία

### Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας

Η παρούσα έρευνα εμπίπτει στο πλαίσιο των εθνογραφικών μελετών περίπτωσης. Η μελέτη έλαβε χώρα σε μία ημιορεινή αγροτική περιοχή του Ρεθύμνου, όπου η κύρια απασχόληση των κατοίκων είναι η κτηνοτροφία, η γεωργία και η παραγωγή κρασιού. Οι μαθητές/τριες από μικρή ηλικία συμμετέχουν στις αγροτικές δραστηριότητες των γονέων τους παράλληλα με τη φοίτησή τους στο σχολείο. Η τοπική κουλτούρα θέλει τα αγόρια συνήθως να συνεχίζουν την οικογενειακή απασχόληση και τα κορίτσια να κάνουν οικογένεια σε αρκετά μικρότερη ηλικία από αυτά των αστικών περιοχών. Ο νομός Ρεθύμνου έχει σε εθνικό επίπεδο τα μεγαλύτερα ποσοστά σχολικής εγκατάλειψης στο Λύκειο (ΙΕΠ, 2019).

Το δημοτικό σχολείο της περιοχής, όπου μία εκ των ερευνητών εργαζόταν ως δασκάλα στη διάρκεια της σχολικής χρονιάς 2020-2021, φιλοξενεί στο σύνολο 70 μαθητές/τριες προερχόμενους από 13 κοντινά χωριά. Συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 23 μαθητές/τριες της Ε- και ΣΤ΄ τάξης αυτού του δημοτικού σχολείου.

Οι επιστήμονες που επιλέχθηκαν, ώστε να αλληλεπιδράσουν μαζί τους οι μαθητές/τριες, ήταν ένας βιολόγος μεταδιδάκτορας ερευνητής στο εργαστήριο Φυτικών Βιομοριών και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου της Tours με αντικείμενο την οινολογία και την επεξεργασία των αμπελιών με βιοδιεγέρτες και μία γεωπόνος ερευνήτρια και διδάσκουσα στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στο αντικείμενο της γεωργικής μηχανικής και της μικροβιολογίας εδάφους. Οι επιστήμονες είχαν ενημερωθεί για τους σκοπούς της έρευνας καθώς και για το υπόβαθρο των μαθητών/τριών και τους είχε ζητηθεί να ετοιμάσουν μια σύντομη παρουσίαση του πεδίου της έρευνάς τους με έμφαση στη συνάφειά του με την καθημερινότητα των μαθητών/τριών.

Το εμπειρικό σκέλος της έρευνας αναπτύχθηκε σε τέσσερις φάσεις όπως αυτές παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 3 Φάσεις ερευνητικού σχεδιασμού

Αρχικά, κατά τη φάση του προσανατολισμού, τέθηκε στους μαθητές/τριες το ερώτημα «*Πώς μπορούμε να βελτιώσουμε την αγροτική παραγωγή της περιοχής μας;*» και οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να απευθυνθούν στην τοπική κοινωνία, προκειμένου να συλλέξουν τα σχετικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η κοινότητά τους και τις ερωτήσεις που θα ήθελαν να κάνουν σε έναν ειδικό.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν δύο τηλεσυναντήσεις διάρκειας 90 λεπτών με τους επιστήμονες οι οποίοι, έχοντας ενημερωθεί για τους στόχους της τρέχουσας έρευνας, κλήθηκαν να ετοιμάσουν μια σύντομη παρουσίαση του ερευνητικού τους πεδίου με έμφαση στη χρησιμότητά του στη γεωργική παραγωγή. Οι μαθητές/τριες είχαν επίσης την ευκαιρία να τους ρωτήσουν για πιθανές λύσεις στα προβλήματα της κοινότητάς τους καθώς και για πιο προσωπικές και κοινωνικές πτυχές της καθημερινότητάς τους ως επιστημόνων.

Στη συνέχεια, οι μαθητές/τριες καθοδηγήθηκαν σε διαδικτυακές αναζητήσεις (ιστοεξερευνήσεις) σε αναζήτηση περισσότερων πληροφοριών για τα ζητήματα που τέθηκαν κατά τις συζητήσεις με τους επιστήμονες και τα ευρήματά τους συζητήθηκαν κατά τη διάρκεια πέντε 40λεπτων διαδικτυακών συναντήσεων.

Τέλος, οι μαθητές/τριες μοιράστηκαν με την τοπική αγροτική τους κοινότητα τα ευρήματα της έρευνάς τους και βασικά στοιχεία της συζήτησής τους με τους επιστήμονες μέσω αφισών και μιας διαδικτυακής εκδήλωσης, όπου συμμετείχαν μαθητές/τριες, οι οικογένειές τους και μέλη της τοπικής αρχής.

### ***Συλλογή και ανάλυση δεδομένων***

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, πραγματοποιήθηκε μια πολυδιάστατη συλλογή δεδομένων με χρήση διαφορετικών μεθόδων συλλογής, που συμβάλλουν στην πληρέστερη κατανόηση του αυτοπροσδιορισμού των μαθητών/τριών προς την επιστήμη καθώς και σε μεγαλύτερη εγκυρότητα και αξιοπιστία των ευρημάτων της έρευνας.

Αρχικά, οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να σχεδιάσουν έναν επιστήμονα. Έπειτα δόθηκαν στους/στις μαθητές/τριες φωτογραφικές μηχανές μιας χρήσης και τους ζητήθηκε να φωτογραφίσουν οτιδήποτε θεωρούσαν ότι σχετίζεται με την επιστήμη από την καθημερινή τους ζωή.

Σε επόμενη φάση, πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις σε ομάδες 2-3 ατόμων υποβοηθούμενες από τα σχέδια και τις φωτογραφίες των μαθητών/τριών οι οποίες μας επέτρεψαν (i) να διευκρινίσουμε λεπτομέρειες σχετικά με τα σχέδια των μαθητών/τριών και με τις αντίστοιχες αντιλήψεις τους για τους επιστήμονες και την επιστήμη, (ii) να εμβαθύνουμε στον βαθμό ταύτισής τους με την εικόνα που έχουν για την επιστήμη και τους επιστήμονες και στο ενδιαφέρον τους να ακολουθήσουν ένα επάγγελμα που σχετίζεται με την επιστήμη και (iii) να επεξεργαστούμε περαιτέρω την αντίληψη της συμμετοχής τους σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την επιστήμη στην καθημερινή τους ζωή, συζητώντας με αφορμή τις φωτογραφίες που τράβηξαν οι ίδιοι και άλλες εικόνες που αφορούσαν γεωργικές, γαλακτοκομικές και οινοποιητικές δραστηριότητες.

Επίσης, καταγράφηκαν οι διαδικτυακές συναντήσεις των μαθητών/τριών με τους επιστήμονες, ενώ μετά την ολοκλήρωση των συναντήσεων πραγματοποιήθηκαν εκ νέου συνεντεύξεις με τους/τις μαθητές/τριες, ώστε να αποτυπωθούν πιθανές μετατοπίσεις στις αντιλήψεις τους. Πληροφορίες σχετικά με

το προσωπικό και οικογενειακό τους υπόβαθρο συλλέχθηκαν μέσω της συμμετοχικής παρατήρησης της ερευνήτριας και των αλληλεπιδράσεων της με τους γονείς των μαθητών/τριών στη διάρκεια του σχολικού έτους.

Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας, για την ανάλυση των δεδομένων αξιοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου. Η ανάλυση δεδομένων βασίστηκε στην εννοιολόγηση της ταυτότητας της επιστήμης των Carlone & Johnson (2007) καθώς και στο θεωρητικό μοντέλο ταυτοτήτων STEM των Kang et al. (2019), σύμφωνα με το οποίο οι ταυτότητες των μαθητών/τριών διαμορφώνονται μέσω κατασκευών, όπως το προσωπικό και οικογενειακό τους υπόβαθρο, η συμμετοχή τους σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την επιστήμη, οι αντιλήψεις τους για τον εαυτό τους, την επιστήμη και το έργο των επιστημόνων και το ενδιαφέρον τους να ακολουθήσουν ένα επάγγελμα που σχετίζεται με την επιστήμη.

## Αποτελέσματα

Τα αρχικά σχέδια των μαθητών/τριών και οι επακόλουθες συνεντεύξεις αποκάλυψαν ότι οι μαθητές/τριες τηρούσαν στερεότυπες αντιλήψεις για τους επιστήμονες. Στα περισσότερα από τα σχέδιά τους, οι επιστήμονες παρουσιάζονταν ως μεσήλικες άνδρες, εντός ενός εργαστηρίου με φιάλες, δοκιμαστικούς σωλήνες και βιβλία, κατά κανόνα εργαζόμενοι μόνοι τους. Κατά τη διάρκεια των αρχικών συνεντεύξεων εμφανίστηκαν αντιλήψεις για τους επιστήμονες ως σημαντικών, αναγνωρισμένων αλλά ταυτόχρονα μοναχικών ατόμων, χωρίς οικογένεια. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η μοναχική ζωή, η μη απόκτηση παιδιών και η απόκλιση από τα οικογενειακά καθήκοντα είναι χαρακτηριστικά ριζικά αντίθετα με τις αξίες της τοπικής κουλτούρας και αποδιδόταν σε αυτά αρνητική χροιά από τους συνεντευξιζόμενους. Τα τελικά σχέδια και οι συνεντεύξεις των μαθητών/τριών, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, αποκάλυψαν έναν μετριασμό των στερεοτυπικών χαρακτηριστικών των επιστημόνων. Επιπλέον, ενώ οι επιστήμονες συνέχισαν να θεωρούνται πρόσωπα κύρους, πλέον περιγράφονταν ως πιο οικεία πρόσωπα με κοινά ενδιαφέροντα και κοινωνική ζωή όπως και η δική τους.

Όσον αφορά τον τρόπο που οι ίδιοι αυτο-προσδιορίζονταν ως προς την επιστήμη, οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών της υπαίθρου για την *ικανότητά* τους δεν άλλαξαν σημαντικά και συνέχισαν στην πλειονότητά τους να υπογραμμίζουν τη δυσκολία κατανόησης των φυσικών εννοιών και να αυτο-χαρακτηρίζονται χαμηλών ακαδημαϊκών επιδόσεων στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

Από την άλλη πλευρά, οι αντιλήψεις τους αναφορικά με την ταυτοτική πτυχή της *εκδήλωσης* ήταν αυτές που αναπτύχθηκαν περισσότερο μέσω του προγράμματος. Ενώ στις αρχικές τους συνεντεύξεις δήλωναν ότι δεν εμπλέκονταν με εργασίες που άπτονταν της επιστήμης στην καθημερινή τους ζωή, όταν τους παρουσιάστηκαν φωτογραφίες που απεικονίζουν εργασίες, όπως η παρασκευή γιαουρτιού, η απόσταξη ρακής και η παραγωγή κρασιού, μπορούσαν να περιγράψουν τις διαδικασίες σχεδόν με αρκετή ακρίβεια, αν και χωρίς καμία επιστημονική εξήγηση ή ορολογία. Επιπλέον, αρχικά δεν αναγνώρισαν ότι αυτές οι δραστηριότητες θα μπορούσαν να σχετίζονται με πτυχές της επιστήμης. Μετά την αλληλεπίδρασή τους με τους επιστήμονες και την έρευνά τους πάνω στο θέμα, η

πλειοψηφία των μαθητών/τριών αναγνώρισε πτυχές της γεωργικής εργασίας της κοινότητάς τους ως συναφών με την επιστήμη και αντίστροφα αναγνώρισαν τη γεωργική επιστήμη ως συναφή και χρήσιμη για τις δραστηριότητες της κοινότητάς τους.

Όσον αφορά την (αυτο)αναγνώρισή τους ως δυνάμει επιστημόνων, η πλειονότητα των μαθητών/τριών μετά το πρόγραμμα συνέχισε να μην αντιλαμβάνονται τον εαυτό τους ως ανήκοντες στον «κόσμο» της επιστήμης. Ωστόσο περισσότεροι από τους μισούς δήλωσαν ότι ένιωθαν ότι τους αναγνωρίζουν ως πιθανούς μελλοντικούς επιστήμονες οι γονείς τους μετά την κοινοποίηση των επιστημονικών λύσεων στα αγροτικά προβλήματα της κοινότητας, ως αποτέλεσμα της συζήτησής τους με τους επιστήμονες και της αυτόνομης έρευνας που διεξήγαγαν για τα θέματα αυτά.

Τέλος, αναφορικά με τις επαγγελματικές τους φιλοδοξίες, οι μαθητές/τριες της υπαίθρου αν και θεωρούσαν την επιστήμη ενδιαφέρουσα και σημαντική για την κοινωνία γενικότερα, ωστόσο αρχικά δεν μπορούσαν να εντοπίσουν τη σημασία της για αυτούς προσωπικά. Επιπλέον, η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών/τριών δήλωσαν ότι δεν θα ήθελαν να ακολουθήσουν ένα επάγγελμα που να σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες, καθώς αυτό θα σήμαινε ότι θα έπρεπε να μελετούν συνεχώς, αντί να ασχολούνται με τα δικά τους ενδιαφέροντα και να δημιουργήσουν οικογένεια. Ωστόσο, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος περισσότεροι/ες μαθητές/τριες άρχισαν να αντιλαμβάνονται την επιστήμη ως χρήσιμη για την τοπική τους κοινότητα και για τη βελτίωση της αγροτικής παραγωγής της περιοχής τους και θεώρησαν την επαγγελματική ενασχόληση με την επιστήμη ως πιο πιθανό αποτέλεσμα από πριν.

## Συμπεράσματα

Οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών αγροτικών περιοχών για τους επιστήμονες ήταν συνεπείς με τα αποτελέσματα των αντίστοιχων μελετών όσον αφορά την εμφάνιση και τον τρόπο ζωής τους (Kenneth Jones & Hite, 2020) και μοιράζονταν πολύ λίγα χαρακτηριστικά συμβατά με τον τοπικό πολιτισμό και τις αξίες τους. Παράλληλα μέσω της μαθητείας στο επάγγελμα της οικογένειάς τους, οι μαθητές/τριες είχαν αναπτύξει μια πρακτική τεχνογνωσία για πολλές επιστημονικές δραστηριότητες, που μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα πολύ χρήσιμο κεφάλαιο γνώσης για την εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, οι ίδιοι δεν αναγνώριζαν αυτό το είδος γνώσης ως συμβατό με την επιστήμη ή τη σχολική επιστήμη, καταλήγοντας να αυτο-προσδιορίζονται ως «ξένοι» απέναντί της (Anraamidou, 2020). Ως εκ τούτου, αναδεικνύεται η αξία της ανάπτυξης διδακτικών προσεγγίσεων που να ενσωματώνουν και να δίνουν έμφαση σε αυτό το απόθεμα γνώσης (Borgerding, 2017) και να παρουσιάζουν στους/στις μαθητές/τριες αγροτικών περιοχών κατάλληλα πρότυπα επιστημόνων, προκειμένου να συμβάλουν στη βελτίωση του τρόπου με τον οποίο τοποθετούνται απέναντι σε αυτή και αναπτύσσουν την επιστημονική τους ταυτότητα.

Σε μια τέτοια προσπάθεια, στην έρευνά μας αξιοποιήσαμε επιστήμονες των οποίων τα ερευνητικά ενδιαφέροντα άπτονταν πτυχών της αγροτικής ζωής των μαθητών/τριών που λειτούργησαν ως πρότυπα και εμπλέξαμε τους/τις

μαθητές/τριες στην αναζήτηση επιστημονικών λύσεων στα προβλήματα της αγροτικής τους κοινότητας. Από τα ευρήματά μας προκύπτει ότι (i) η αξιοποίηση της γνώσης από το τοπικό πλαίσιο στο πλαίσιο της επιστήμης, (ii) η απόδειξη της χρησιμότητας της επιστημονικής γνώσης στην επίλυση καθημερινών αγροτικών προβλημάτων και (iii) τα ειδικά χαρακτηριστικά των επιστημόνων που έδρασαν ως τα πρότυπα είχαν επίδραση στον αυτο-προσδιορισμό των μαθητών/τριών της υπαίθρου ως προς την επιστήμη. Ειδικότερα, αυτά τα στοιχεία συνέβαλαν στον περιορισμό των στερεοτυπικών αντιλήψεων που είχαν οι μαθητές/τριες για την επιστήμη και τους επιστήμονες και έδωσαν έμφαση στην αξία της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή των μαθητών/τριών, βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο να γεφυρωθούν τα δύο φαινομενικά ασύμβατα πλαίσια της τοπικής κουλτούρας και επιστήμης στα, οποία οι μαθητές/τριες της υπαίθρου καλούνται ταυτόχρονα να ανταποκριθούν.

## Βιβλιογραφία

- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2019). *Η μαθητική διαρροή στην ελληνική πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση*. Ανακτήθηκε από: [http://www.iep.edu.gr/images/IEP/EPISTIMONIKI\\_YPIRESIA/Epist\\_Grafeia/ekthesi\\_diarrois\\_2014-2017.pdf](http://www.iep.edu.gr/images/IEP/EPISTIMONIKI_YPIRESIA/Epist_Grafeia/ekthesi_diarrois_2014-2017.pdf)
- Aikenhead, G. S. (2001). Student's ease in crossing cultural borders into school science. *Science Education*, 85, 180-188. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200103\)85:2<180::AID-SCE50>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200103)85:2<180::AID-SCE50>3.0.CO;2-1)
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617-639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>
- Avery, L. (2013). Rural science education: Valuing local knowledge. *Theory into Practice*, 52, 28–35. <https://doi.org/10.1080/07351690.2013.743769>
- Avraamidou, L. (2020). Science identity as a landscape of becoming: Rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 323-345. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09954-7>
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Kang, H., Calabrese Barton, A., Tan, E., D Simpkins, S., Rhee, H. Y., & Turner, C. (2019). How do middle school girls of color develop STEM identities? Middle school girls' participation in science activities and identification with STEM careers. *Science Education*, 103(2), 418-439. <https://doi.org/10.1002/sce.21492>
- Kenneth Jones, L., & Hite, R. L. (2020). Who wants to be a scientist in South Korea: assessing role model influences on Korean students' perceptions of science and scientists. *International Journal of Science Education*, 42(16), 2674-2695. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1829158>
- McGee, E., & Bentley, L. (2017). The equity ethic: black and Latinx college students reengineering their STEM careers toward justice. *American Journal of Education*, 124(1), 1–36. <https://doi.org/10.1086/693954>



Αντιλήψεις μαθητών 5-7 ετών και 4ετών φοιτητών του Τ.Ε.Α.Π.Η. Αθηνών για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον νυχτερινό ουρανό

**Α. Νικολοπούλου, Σ. Φίλη, Μ. Φούντα, Ι. Σταράκης, Ν. Αδάμου, Δ. Αδαμοπούλου, Χ. Αντωνοπούλου, Σ. Βολακάκη, Ν. Δημητρίου, Ν. Δημητροπούλου, Σ. Καλοπήτα, Β. Κανελοπούλου, Ε. Κωνσταντάρου, Ν. Κάπτζιου, Β. Καραμπούλη, Α. Κατσορίδα, Μ. Μελισσόπουλος, Χ. Μελισσόπουλος, Κ. Μπουγιούρη, Ι. Παναγιώτου, Θ. Πανταζή, Μ. Σ. Σιδέρη, Μ. Ι. Τζάμου, Μ. Τσακίρη, Σ. Τσώνη, Ε. Χόμκο**

*Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Επιστημών της Αγωγής*

### Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα διερευνώνται οι αντιλήψεις μαθητών 5-7 ετών και 4ετών φοιτητών του Τ.Ε.Α.Π.Η. Αθηνών για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον νυχτερινό ουρανό. Δείγμα της αποτέλεσαν 15 άτομα από κάθε πληθυσμό, ενώ για τη συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις. Από την ανάλυση δεδομένων προέκυψε πως η άποψη ότι η παρουσία της Σελήνης στον ουράνιο θόλο είναι δηλωτική της νύχτας είναι τόσο κραταιά, που ακόμα και γνώσεις ή παρατηρησιακά δεδομένα που αντιβαίνουν στην αντίληψη αυτή, δεν την επηρεάζουν.

**Λέξεις κλειδιά:** διδακτική αστρονομίας, εναλλακτικές αντιλήψεις, Σελήνη στον νυχτερινό ουρανό

Perceptions of 5-7 years old students and pre-service kindergarten teachers regarding the frequency of the Moon's appearance in the night sky

**A. Nikolopoulou, S. Fili, M. Founta, I. Starakis, N. Adamou, D. Adamopoulou, C. Antonopoulou, S. Volakaki, N. Dimitriou, N. Dimitropoulou, S. Kalopita, V. Kanelopoulou, E. Konstantarou, N. Kaptziou, V. Karampouli, A. Katsorida, M. Melissopoulos, C. Melissopoulos, K. Bougiouri, I. Panagiotou, T. Pantazi, M. S. Sideri, M. I. Tzamu, M. Tsakiri, S. Tsoni, E. Homko**

*National & Kapodistrian University of Athens, School of Educational Sciences*

### Abstract

In the present research the perceptions of 5-7 years old students and senior year students from the department of Early Childhood Education of the University of Athens concerning the frequency of the Moon's appearance in the night sky are investigated. The sample

consisted of 15 people from each population. Semi-structured interviews were conducted to collect the data and revealed that the belief that the presence of the Moon in the celestial dome is indicative of the night is so strong, that even knowledge or observational data that contradict this perception, do not really affect it.

**Keywords:** astronomy education, alternative conceptions, moon in the night sky

## Εισαγωγή

Τα τελευταία 40 χρόνια έχει διεξαχθεί πληθώρα ερευνών σχετικών με αντιλήψεις μαθητών και ενηλίκων για διάφορα φαινόμενα Αστρονομίας (Lelliot & Rollnick, 2010). Οι θεματικές που κυριαρχούν στις έρευνες αυτές είναι η Εναλλαγή Μέρας και Νύχτας, οι Φάσεις της Σελήνης, η Εναλλαγή των Εποχών, το Σχήμα της Γης καθώς και οι Σχετικές Κινήσεις του συστήματος Ήλιος - Γη - Σελήνη (Bailey & Slater, 2003).

Εστιάζοντας στις αντιλήψεις για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον νυχτερινό ουρανό, αυτές φαίνεται στη σύγχρονη βιβλιογραφία να αναδεικνύονται εμμέσως κατά την ανίχνευση ιδεών για το φαινόμενο της Εναλλαγής Μέρας/Νύχτας τόσο μαθητών (Bakas & Mikropoulos, 2003· Baxter, 1989· Chiras & Valanides, 2008· Frède, 2019· Klein, 1982· Samarapungavan et al., 1996· Schwarz et al., 2011· Sharp, 1999· Valanides et al., 2000· Vosniadou & Brewer, 1994;) όσο και ενηλίκων (Atwood & Atwood, 1995· Galperin & Raviolo, 2015· Mant, 1995· Parker & Heywood, 1998· Sadler, 1987· Trumper, 2006) καθώς και κατά την ανίχνευση ιδεών για τη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης στον ουράνιο θόλο (Starakis & Halkia, 2010). Από αυτές τις έρευνες προκύπτει ότι μαθητές και ενήλικες εκφράζουν σε μεγάλο βαθμό την ισχυρή πεποίθηση ότι η Σελήνη είναι πάντα ορατή τη νύχτα στον ουράνιο θόλο, για ακίνητο παρατηρητή πάνω στη Γη, χωρίς ωστόσο να προσδιορίζονται λεπτομέρειες αυτής της παρουσίας (π.χ συχνότητα/περιοδικότητα εμφάνισης σε συγκεκριμένο χρονικό στιγμιότυπο της νύχτας).

Η παρούσα έρευνα διερευνά τις αντιλήψεις μαθητών προσχολικής/πρώτης σχολικής ηλικίας και 4ετών φοιτητών του Τ.Ε.Α.Π.Η. Αθηνών αναφορικά με α) τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον ουράνιο θόλο, σε συγκεκριμένο στιγμιότυπο της νύχτας β) την περιοδικότητα εμφάνισης της στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο.

## Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα έλαβε χώρα την περίοδο Νοεμβρίου 2020 - Ιανουαρίου 2021 σε συνθήκες εκτεταμένων περιορισμών στην πρόσβαση ερευνητών σε εκπαιδευτικές μονάδες όλων των βαθμίδων, λόγω των σχετικών πρωτοκόλλων για την προστασία του πληθυσμού από τον COVID-19. Ως εκ τούτου το δείγμα της έρευνας ήταν εκ των πραγμάτων βολικό. Το δείγμα αυτό αποτελείτο από 15 μαθήτριες/ές (8 αγόρια και 7 κορίτσια) προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (5 έως 7 ετών) από ισάριθμα δημόσια σχολεία της ευρύτερης περιοχής του λεκανοπεδίου Αττικής και 15 τελειόφοιτες φοιτήτριες από το Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Εργαλείο της έρευνας αποτέλεσαν οι ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις. Οι συνεντεύξεις αυτές, λόγω των προαναφερθεισών υγειονομικών πρωτοκόλλων

για την προστασία από τον COVID-19 έλαβαν χώρα αποκλειστικά εξ αποστάσεως με τη χρήση κατάλληλης διαδικτυακής πλατφόρμας. Η διάρκεια κάθε συνέντευξης ήταν περίπου 15- 20 λεπτά. Το γεγονός ότι οι συνεντεύξεις ήταν ημιδομημένες σημαίνει ότι εκτός από τα βασικά ερωτήματα, διεξάγονταν όπου κρινόταν απαραίτητο και συνοδευτικά ερωτήματα, όχι προκαθορισμένα, για να διασαφηνιστούν οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων. Για τη διενέργεια της έρευνας τόσο οι μαθητές όσο και οι φοιτήτριες κλήθηκαν, στο πλαίσιο ενός φανταστικού σεναρίου να τοποθετήσουν τον εαυτό τους ως ακίνητο παρατηρητή σε μια τοποθεσία, από όπου κανένα φυσικό (λχ. σύννεφα, βροχή, βουνά, κ.ά.) ή τεχνητό εμπόδιο (π.χ. ένα ψηλό κτήριο) δεν παρακώλυε τη θέαση του ουράνιου θόλου. Από εκεί τα υποκείμενα θα έπρεπε να παρατηρούν τον νυχτερινό ουρανό κάθε βράδυ στις 12 τα μεσάνυχτα ακριβώς για διάστημα ενός ολόκληρου μήνα, προκειμένου να απαντήσουν στα κύρια ερωτήματα της συνέντευξης:

1) Πόσες φορές εντός 30 ημερών η Σελήνη είναι ορατή τα μεσάνυχτα στον ουράνιο θόλο; (Συμβάσεις: απουσία σύννεφων, τοποθεσία χωρίς φυσικά/ανθρωπογενή εμπόδια θέασης του ουράνιου θόλου) .

2) Ποια είναι η περιοδικότητα εμφάνισης της Σελήνης στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο;

Οι συνεντεύξεις βιντεοσκοπήθηκαν μέσω της δυνατότητας που έδινε η ψηφιακή πλατφόρμα που χρησιμοποιήθηκε. Στο πλαίσιο αυτό συλλέχτηκαν δεδομένα τόσο από τις προφορικές απαντήσεις των υποκειμένων όσο και από τις εικαστικές απεικονίσεις τους και τα μη λεκτικά, ενσώματα μηνύματά τους, όποτε αυτό κρίθηκε απαραίτητο.

Για την ανάλυση των δεδομένων που αντλήθηκαν από τις συνεντεύξεις χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μεθόδους “ανάλυσης περιεχομένου” (Erickson, 2012).

## Αποτελέσματα

Στην ερώτηση 1 που αφορούσε στο: «Πόσες φορές εντός 30 ημερών η Σελήνη είναι ορατή τα μεσάνυχτα για ακίνητο παρατηρητή στη Γη;», η μεγάλη πλειοψηφία και στους δύο πληθυσμούς (11/15 ή 73,33%) απάντησε ότι είναι ορατή πάντα ή σχεδόν πάντα (βλ. Πίνακα 1).

Κατηγορία Απάντησης	Μαθητές N (%)	Φοιτητές N (%)
Πάντα	11/15 (73,33%)	5/15 (33,33%)
Σχεδόν Πάντα	0	6/15 (40%)
Τις μισές μέρες του μήνα	2/15 (13,33%)	2/15 (13,33%)
Λιγότερες από τις μισές μέρες του μήνα	2/15(13,33%)	2/15 (13,33%)

Πίνακας 1 Πόσο συχνά εντός 30 ημερών η Σελήνη είναι ορατή τα μεσάνυχτα για ακίνητο παρατηρητή στη Γη;

Η απάντηση «Πάντα» και στους δύο πληθυσμούς αιτιολογούνταν κυρίως βάσει της δήλωσης ότι η Σελήνη είναι ορατή τη νύχτα εφόσον δεν υπάρχουν εμπόδια στην παρατήρηση, ενώ οι αιτιολογήσεις αυτές δεν περιλάμβαναν σχήματα

με αναφορές σε κινήσεις ουράνιων σωμάτων είτε στο σύστημα αναφοράς ενός ακίνητου παρατηρητή πάνω στη Γη (κάτι που αναμέναμε κυρίως για τους μαθητές, βάσει προηγούμενων ερευνών) είτε στο σύστημα αναφοράς ενός ακίνητου παρατηρητή του Ηλιακού μας συστήματος (κάτι που αναμέναμε κυρίως για τους φοιτητές, βάσει προηγούμενων ερευνών). Και οι δύο πληθυσμοί του δείγματος αρκούσαν να ερμηνεύσουν την απάντηση «Πάντα» ή «Σχεδόν πάντα» κυρίως βάσει της ταυτολογικής δήλωσης ότι εφόσον αναφερόμαστε σε χρονικό στιγμιότυπο της νύχτας η Σελήνη θα είναι ορατή εφόσον δεν υπάρχουν εμπόδια στην παρατήρηση:

**Φοιτ 1:** *Θα το βλέπω κάθε φορά, επειδή θα είναι την ίδια ώρα κάθε μέρα και επίσης θα είμαι στο ίδιο σημείο με καθαρό ουρανό, σε ένα ανοιχτό σημείο οπότε δεν θα υπάρχει κανένα εμπόδιο, ώστε να κρύβεται κάπου το φεγγάρι.*

**Μαθ 1:** *(βλέπω το φεγγάρι κάθε φορά) γιατί αν είναι την ίδια ώρα και την πρώτη νύχτα το έβλεπα, θα το έβλεπα και την άλλη νύχτα, αφού είναι ίδια ώρα και νύχτα.*

Η απάντηση «σχεδόν πάντα» αφορούσε μόνο φοιτητές και ενσωμάτωσε στις σχετικές αιτιολογήσεις και τις «Φάσεις της Σελήνης», σε φαινομενολογικό επίπεδο:

**Ερευν:** *Βλέπεις το φεγγάρι περίπου 26-27 μέρες. Τις άλλες μέρες γιατί δε το βλέπεις;*  
**Φοιτ 2:** *Λιγοστεύει μέχρι να μην το βλέπουμε καθόλου πλέον και μετά ξαναγεμίζει και το ξαναβλέπουμε.*

Πρέπει να τονιστεί ότι και σε αυτήν την κατηγορία απαντήσεων οι φοιτητές έμμεσα δηλώνουν ότι η Σελήνη είναι πάντα παρούσα στον νυχτερινό ουρανό, απλά μερικές μέρες λόγω των φάσεων εμποδίζεται η θέασή της. Οπότε και αυτές οι εξηγήσεις εντάσσονται στο κυρίαρχο πλαίσιο απαντήσεων σύμφωνα με το οποίο η Σελήνη είναι πάντα ορατή σε συγκεκριμένο στιγμιότυπο της νύχτας, αν κάποιο εμπόδιο δεν εμποδίζει τη θέασή της.

Δύο (2) μόνο φοιτητές επέλεξαν τη σωστή συχνότητα εμφάνισης της σελήνης (τις μισές μέρες του μήνα) με εξηγήσεις που πλησίαζαν το επιστημονικά αποδεκτό πρότυπο:

**Φοιτ 3:** *Βλέπω το φεγγάρι στις 12 το βράδυ τις μισές μέρες του μήνα, γιατί κάνει μια πλήρη περιστροφή γύρω από τη Γη, το οποίο θεωρώ ότι διαρκεί έναν μήνα, οπότε θα το βλέπω τις μισές φορές».*


Οι υπόλοιπες απαντήσεις και των δύο πληθυσμών στη σχετική ερώτηση συνοδεύονταν από εξηγήσεις χωρίς λογική συνέπεια.

Στην ερώτηση 2, που αφορούσε στο ερώτημα «Ποια είναι η περιοδικότητα εμφάνισης της Σελήνης μέσα σε έναν μήνα στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο, για ακίνητο παρατηρητή στη Γη;» υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση στους δύο πληθυσμούς (βλ. Πίνακα 2).

Κατηγορία Απάντησης	Μαθητές N (%)	Φοιτητές N (%)
Εμφάνιση Σελήνης: 24ωρη περιοδικότητα	11/15 (73,33%)	10/15 (66,66%)
Εμφάνιση Σελήνης: Μη 24ωρη περιοδικότητα	2/15 (13,33%)	5/15 (33,33%)
Μη συνεπείς/ ολοκληρωμένες απαντήσεις	2/15 (13,33%)	0

Πίνακας 2 Περιοδικότητα εμφάνισης της Σελήνης στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο

Η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών (11 στους 15 ή 73,33%), σε πλήρη συμφωνία με τις σχετικές απαντήσεις τους στην πρώτη ερώτηση θεώρησε ότι η περιοδικότητα αυτή είναι 24ωρη, επιβεβαιώνοντας τον αρχικό τους συλλογισμό ότι η Σελήνη βρίσκεται πάντα στο ορατό τμήμα του ουράνιου θόλου τη νύχτα και μάλιστα στο ίδιο σημείο, εφόσον αναφερόμαστε στο ίδιο χρονικό στιγμιότυπο. Οι αντίστοιχες εξηγήσεις ανέδειξαν κυρίως πρώιμες αντιλήψεις για τη φαινόμενη κίνηση Ήλιου και Σελήνης στον ουράνιο θόλο στο πλαίσιο αναφοράς ακίνητου παρατηρητή πάνω στη Γη. Στις εξηγήσεις αυτές οι μαθητές προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας αντιμετωπίζουν τις φαινόμενες κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης ως πραγματικές σε μια “υδραυλικού τύπου σχέση”, όπως αυτή αναλύεται στη σύγχρονη βιβλιογραφία για μαθητές αυτής της ηλικίας (Vosniadou & Brewer, 1994), όπου οι κινήσεις αυτές αλληλοεξαρτώνται αιτιακά. Έτσι, για παράδειγμα, μπορεί να θεωρούν ότι η Σελήνη κατεβαίνει το πρωί, όταν ο Ήλιος ανεβαίνει, ενώ αργότερα όταν ο Ήλιος κατεβεί, τότε ανεβαίνει η Σελήνη στον ουρανό (βλ. Πίνακα 3):

Κατηγορία Απάντησης	Σχέδιο	Προφορική εξήγηση
Κατακόρυφες κινήσεις Ήλιου-Σελήνης (πρώιμη αντίληψη)		<p><b>Ερευν.:</b> Μπορείς να δείξεις τι γίνεται μέσα σε μια μέρα από το πρώτο βράδυ που θα κοιτάξεις μέχρι το δεύτερο για να τη δεις στο ίδιο σημείο;</p> <p><b>Μαθ 2:</b> Το πρωί θα βγει ο ήλιος και θα πάει πάνω. Μετά θα κατέβει ο ήλιος κάτω και θα έρθει το φεγγάρι εκεί που είναι ο ήλιος...</p>


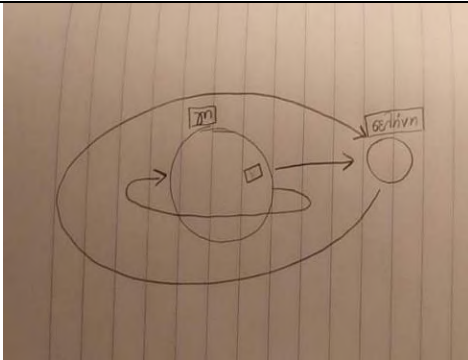
Πίνακας 3 Ενδεικτικές απαντήσεις αιτιολόγησης της 24ωρης περιοδικότητας εμφάνισης της Σελήνης στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο (μαθητές)

Κάποιοι μαθητές (2 στους 15 ή 13,33%) εξέφρασαν αιτιολογήσεις με ανθρωποκεντρικό περιεχόμενο:

**Μαθ 3:** (το φεγγάρι) Πρέπει να πηγαίνει σε διαφορετική θέση για να φωτίζει και τις άλλες οικογένειες.

και κάποιοι άλλοι (2 στους 15 ή 13,33%) έδωσαν απαντήσεις χωρίς λογική συνέπεια.


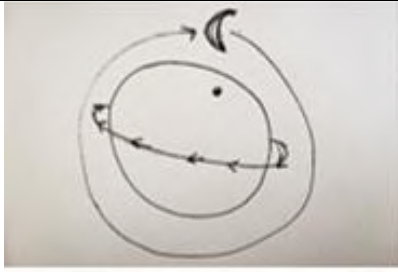
Το 1/3 των φοιτητών θεώρησε επίσης 24ωρη την εν λόγω περιοδικότητα με κυρίαρχες εξηγήσεις την 24ωρη ιδιοπεριστροφή της Γης (με ακίνητη Σελήνη) και την 24ωρη περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη (βλ. Πίνακα 4). Οι φοιτητές για να στηρίξουν την άποψη αυτή φαίνεται να εμπλέκουν κυρίως κινήσεις της Γης και της Σελήνης, στο πλαίσιο αναφοράς ακίνητου παρατηρητή του ηλιακού μας συστήματος, σε συνδυασμούς που, αν και δε συνάδουν με το επιστημονικά αποδεκτό πρότυπο, δημιουργούν μια σχέση απόλυτης συνέπειας με τις απαντήσεις του ενήλικου δείγματος στην πρώτη ερώτηση.

Κατηγορία Απάντησης	Σχέδιο	Προφορικές εξηγήσεις
24ωρη ιδιοπεριστροφή Γης (ακίνητη Σελήνη)		<b>Ερευν.:</b> Τι θα συμβεί σε 24 ώρες για να βρεθεί το φεγγάρι στο ίδιο σημείο; <b>Φοιτ 4:</b> Περιστρέφεται η Γη, νομίζω. <b>Ερευν.:</b> Το φεγγάρι μένει σταθερό ή κινείται; <b>Φοιτ 4:</b> Σταθερό, νομίζω.
24ωρη ιδιοπεριστροφή Γης- 24ωρη περιφορά Σελήνης γύρω από τη Γη		<b>Φοιτ 5:</b> Μέσα σε ένα 24ωρο η Γη έχει κάνει μια περιστροφή ολόκληρη και εγώ έχω επιστρέψει στο ίδιο σημείο της προηγούμενης μέρας. Έτσι και η Σελήνη έχει κάνει ένα μεγάλο κύκλο γύρω από τη Γη και έχει επιστρέψει και εκείνη στη θέση της.

Πίνακας 4 Ενδεικτικές απαντήσεις αιτιολόγησης της 24ωρης περιοδικότητας εμφάνισης της Σελήνης στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο (φοιτητές)

Η μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών, όμως, (10 στους 15 ή 66,66%) θεώρησε μη 24ωρη την περιοδικότητα εμφάνισης της Σελήνης στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο. Στις σχετικές τους απεικονίσεις, επέλεξαν ως σύστημα αναφοράς έναν

ακίνητο παρατηρητή πάνω στη Γη και τοποθετούσαν ανά 24 ώρες τη Σελήνη λίγο πιο ανατολικά ή λίγο πιο δυτικά. Στις αντίστοιχες εξηγήσεις τους είτε είχαν λογική συνέπεια είτε όχι είτε πλησίαζαν το επιστημονικά αποδεκτό πρότυπο είτε όχι επέλεγαν ως σύστημα αναφοράς έναν ακίνητο παρατηρητή στο ηλιακό μας σύστημα και αποτύπωναν ένα πλαίσιο κινήσεων στο σύστημα Γη-Σελήνη, τέτοιο ώστε η σχετική θέση της Σελήνης ως προς τη Γη να μην είναι η ίδια ανά 24 ώρες (βλ. Πίνακα 5).

Σχέδιο (παρατηρητής στη Γη)	Σχέδιο (παρατηρητής έξω από τη Γη)	Προφορικές εξηγήσεις
		<b>Φοιτ 6:</b> Η Γη κάνει αυτή την κίνηση σε μια μέρα (προκαλεί ιδιοπεριστροφή στο στίλο που κρατάει) και το φεγγάρι γύρω από τη Γη, αλλά όχι όλο σε μία μέρα.

Πίνακας 5 Ενδεικτικές απαντήσεις αιτιολόγησης της μη 24ωρης περιοδικότητας εμφάνισης της Σελήνης στο ίδιο σημείο στον ουράνιο θόλο (φοιτητές).

Με εξαίρεση τους δύο (2) φοιτητές που στην πρώτη ερώτηση είχαν απαντήσει βάσει του επιστημονικά αποδεκτού προτύπου (είχαν δηλώσει ότι θα δουν τη Σελήνη στον ουρανό της μισές μόνο μέρες στις 12 τα μεσάνυχτα), όλοι οι υπόλοιποι φοιτητές που μίλησαν για μη 24ωρη περιοδικότητα στην εμφάνιση της Σελήνης σε συγκεκριμένο σημείο στον ουρανό τη νύχτα, στην πρώτη ερώτηση είχαν απαντήσει ότι η Σελήνη είναι πάντα ή σχεδόν πάντα ορατή στις 12 τα μεσάνυχτα. Στην περίπτωση αυτή οι απαντήσεις των φοιτητών παρουσιάζουν εσωτερική ασυνέπεια καθώς η γνώση/εμπειρία τους ότι: α) η περιοδικότητα εμφάνισης της Σελήνης στον ουράνιο θόλο δεν είναι 24ωρη, β) η Σελήνη είναι δορυφόρος της Γης με περίοδο όχι 24ωρη, δεν επηρέασε αρνητικά την εναλλακτική αντίληψη ότι η παρουσία της Σελήνης στον ουράνιο θόλο είναι δηλωτική της νύχτας.

## Συμπεράσματα

Η έρευνα επιβεβαίωσε σε πρώτο επίπεδο τα πορίσματα της σύγχρονης βιβλιογραφίας σύμφωνα με τα οποία μαθητές και ενήλικες θεωρούν δεδομένη την παρουσία της Σελήνης στον νυχτερινό ουρανό (Casati, 2004).

Από εκεί και πέρα φαίνεται πως η αντίληψη αυτή είναι τόσο βαθιά ριζωμένη στις συνειδήσεις των ανθρώπων που ακόμα και α) παρατηρησιακά δεδομένα που προκύπτουν από την καθημερινή εμπειρία προϊόντος του χρόνου (η Σελήνη δεν εμφανίζεται στο ίδιο σημείο στον ουρανό μετά από 24 ώρες) β) γνώσεις από το σχολικό/εξωσχολικό περιβάλλον (Σελήνη δορυφόρος της Γης με περίοδο όχι 24ωρη), ενώ αποτελούν τεκμήρια αμφισβήτησης της αντίληψης αυτής, στην πράξη δεν την επηρεάζουν. Κατά συνέπεια, οι εκπαιδευόμενοι σε μεγάλο βαθμό δεν φαίνεται να προβαίνουν αυθόρμητα στη συσχέτιση που προκύπτει ανάμεσα στη

συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον νυχτερινό ουρανό και την περιοδικότητα εμφάνισής της στο ίδιο σημείο του ουράνιου θόλου. Στο πλαίσιο αυτό θα είχε νόημα η οικοδόμηση αντιλήψεων για τη συσχέτιση αυτή να αποτελεί κομβικό τμήμα μιας σχετικής διδακτικής παρέμβασης (με την προϋπόθεση ότι οι εκπαιδευόμενοι μπορούν νοητικά να κάνουν μεταβάσεις από το σύστημα αναφοράς ακίνητου παρατηρητή στη Γη σε εκείνο του ακίνητου παρατηρητή του ηλιακού μας συστήματος).

Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι στην έρευνα αυτή υπήρξαν κάποιοι περιορισμοί. Το δείγμα σε κάθε πληθυσμό δεν ήταν μεγάλο ούτε περιλάμβανε ενδιάμεσες ηλικιακές ομάδες. Θα είχε λοιπόν νόημα να πραγματοποιηθεί μία αντίστοιχη έρευνα σε ευρύτερο και αντιπροσωπευτικότερο δείγμα του πληθυσμού, έτσι ώστε τα προαναφερθέντα συμπεράσματα να γενικευτούν και ενδεχομένως να εμπλουτιστούν.

## Βιβλιογραφία

- Atwood, V. A., & Atwood, R. K. (1995). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of What Causes Night and Day. *School Science and Mathematics*, 95(6), 290-294. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15785.x>
- Bailey, J.M., & Slater, T. (2003). A Review of Astronomy Education Research. *Astronomy Education Review*, 2 (2): 20-45. <http://dx.doi.org/10.3847/AER2003015>
- Bakas, C., & Mikropoulos, T. (2003). Design of Virtual Environments for the Comprehension of Planetary Phenomena based on Students' Ideas. *International Journal of Science Education*, 25 (8): 949- 967. <https://doi.org/10.1080/09500690305027>
- Baxter, J. (1989). Children's Understanding of Familiar Astronomical Events. *International Journal of Science Education*, 11 (5): 502-513. <https://doi.org/10.1080/0950069890110503>
- Chiras, A., & Valanides, N. (2008). Day/ Night Cycle: Mental Models of Primary School Children. *Science Education International*. 19 (1): 65- 83.
- Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. In B, J. Fraser & K. G. Tobin (Eds): *International Handbook of Science Education*. Vol. 24. Dordrecht: Kluwer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7\\_93](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_93)
- Frède, V. (2019). Comprehension of the Night and Day Cycle among French and Cameroonian Children aged 7-8 years. *Cultural Studies of Science Education*, 14 (1), 587-615. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9897-6>
- Galperin, D. & Raviolo, A. (2015). Argentinean Students' and Teachers' Conceptions of Day and Night: An Analysis in Relation to Astronomical Reference Systems. *Science Education International*, 26 (2), 126- 147.
- Klein, C. (1982). Children's Concepts of the Earth and the Sun: A Cross Cultural Study. *Science Education*, 66 (1), 95 - 107. <https://doi.org/10.1002/sci.3730660112>
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799. <https://doi.org/10.1080/09500690903214546>
- Mant, J. (1995). A survey of British Primary School Teachers' understandings of the Earth's Place in the Universe. *Educational Research*, 37 (1), 3-19. <https://doi.org/10.1080/0013188950370101>
- Parker, J., & Heywood, D. (1998). The Earth and Beyond: Developing Primary Teachers' Understanding of Basic Astronomical Events. *International Journal of Science Education*, 20(5), 503-520. <https://doi.org/10.1080/0950069980200501>



- 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)
- Sadler, P. M. (1987). Misconceptions in astronomy. In Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Ithaca, NY: Cornell University, 422- 425.
- Schwarz, B., Schur, Y., Pensso, H., & Tayer, N. (2011). Perspective taking and Synchronous Argumentation for learning the Day/Night Cycle. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6 (1), 113- 118. <https://doi.org/10.1007/s11412-010-9100-x>
- Sharp, J. G. (1999). Young Childrens' Ideas About the Earth in Space. *International Journal of Early Years Education*, 7(2), 159-172. <https://doi.org/10.1080/0966976990070204>
- Starakis, I., & Halkia, K. (2010). Primary School Students' Ideas Concerning the Apparent Movement of the Moon. *Astronomy Education Review*, 9(1). <http://dx.doi.org/10.3847/AER2010007>
- Trumper, R. (2001). A Cross-College Age Study of Science and Nonscience Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts in Preservice Training for High-School Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 10 (2), 189-195. <https://doi.org/10.1023/A:1009477316035>
- Valanides, N., Gritsi, F., Kampeza, M., & Ravanis, K. (2000). Changing Pre-school Children's Conceptions of the Day/ Night Cycle. *International Journal of Early Years Education*, 8 (1), 27-39. <https://doi.org/10.1080/096697600111725>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18(1), 123-183. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801_4)

## Αφήγηση ιστοριών από την Ιστορία των Βιοεπιστημών στη Διατροφική Εκπαίδευση

**Ελένη Κασκαφέτου<sup>1</sup>, Ευαγγελία Μαυρικάκη<sup>2</sup>, Ναυσικά Καψαλά<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

### Περίληψη

Η αφήγηση ιστοριών από την Ιστορία των Επιστημών έχει υποστηριχθεί ως μια διδακτική πρακτική που μπορεί να διευκολύνει τόσο τη μάθηση όσο και τη διδασκαλία των εννοιών στις φυσικές επιστήμες, αποτελώντας παράλληλα έναν αποτελεσματικό τρόπο να ενσωματωθεί η ιστορική και η φιλοσοφική διάσταση των Επιστημών στη διδασκαλία και κάνοντας πιο ανθρώπινη την επιστήμη και τη διδασκαλία της. Σχεδιάστηκε μια διδακτική παρέμβαση με τη χρήση υλικού από την ιστορία της Βιοχημείας και τη μέθοδο αφήγησης. Στόχος μας ήταν να διδάξουμε πτυχές της Φύσης της Επιστήμης, μαζί με τη διδασκαλία διατροφικών εννοιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι διατροφικές γνώσεις των μαθητών αυξήθηκαν σημαντικά, ενώ οι μαθητές αναφέρθηκαν σε ιδέες για τη Φύση της Επιστήμης και ανέπτυξαν ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την Επιστήμη και τη διδασκαλία της.

**Λέξεις κλειδιά:** Ιστορία των Επιστημών, Φύση της Επιστήμης, αφήγηση ιστοριών, διατροφική εκπαίδευση

## Storytelling from the History of Life Sciences in Nutrition Education

**Eleni Kaskafetou<sup>1</sup>, Evangelia Mavrikaki<sup>2</sup>, Nausica Kapsala<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Primary Education, <sup>2</sup>Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens

### Abstract

Science storytelling has been advocated as a teaching practice that can facilitate both learning and teaching of the concepts in natural sciences while being an effective way to integrate the historical and philosophical dimension of Science into teaching and making science and its teaching more humane. We designed a teaching intervention using material from the history of Biochemistry and the storytelling method. Our aim was to teach aspects of the Nature of Science, along with the acquisition of nutritional knowledge. The results showed that the nutritional knowledge of pupils increased significantly, while students reflected accurately on ideas about the Nature of Science and developed a special interest in Science and in the teaching process.

**Keywords:** History of Science, Nature of Science, storytelling, nutrition education

## Εισαγωγή

Η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης αποτελεί μια από τις βασικές συνιστώσες του επιστημονικού γραμματισμού και στόχο των σύγχρονων μεταρρυθμίσεων στην εκπαίδευση (Χαλκιά, 2012). Η ιστορία των Επιστημών μπορεί να χρησιμεύσει ως πλαίσιο για τη διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης και να υποβοηθήσει σημαντικά την κατανόηση του γνωστικού αντικείμενου και τη μείωση των παρανοήσεων σχετικά με αυτό (Clough, 2006). Η αφήγηση ιστοριών από την Ιστορία των Επιστημών έχει υποστηριχθεί ως μια διδακτική πρακτική που μπορεί να διευκολύνει την κατανόηση των εννοιών στις φυσικές επιστήμες, αποτελώντας παράλληλα έναν αποτελεσματικό τρόπο να ενσωματωθεί η ιστορική και η φιλοσοφική διάσταση των Επιστημών στη διδασκαλία και κάνοντας πιο ανθρώπινη την επιστήμη και τη διδασκαλία της (Καψαλά κ.ά., 2015· Hadzigeorgiou, 2006· Kapsala & Mavrikaki, 2020· Kokkotas et al., 2010). Επίσης, ως διδακτική πρακτική φαίνεται πως έχει τη δυνατότητα να προσελκύει το ενδιαφέρον και την αφοσίωση των μαθητών (Hadzigeorgiou et al., 2012).

Μέχρι σήμερα υπάρχει μόνο περιορισμένος αριθμός διδακτικών παρεμβάσεων σε μαθητές των τελευταίων τάξεων του δημοτικού που να αξιοποιούν την άμεση, πλακισωμένη με το γνωστικό αντικείμενο και αναστοχαστική διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης. Ενδεικτικό παράδειγμα είναι η έρευνα των Kruse & Wilcox (2011). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν γενικότερα λίγες διδακτικές παρεμβάσεις που να χρησιμοποιούν την αφήγηση για μια τέτοια διδασκαλία όπως στην έρευνα των Kokkotas et al.(2010) και των Kapsala & Mavrikaki (2021).

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μελέτη περίπτωσης της εφαρμογής μιας διδακτικής παρέμβασης που στηρίζεται στη χρήση υλικού από την ιστορία της Βιοχημείας και στην αφήγηση και έχει ως στόχο τη διδασκαλία πτυχών της Φύσης της Επιστήμης, παράλληλα με την απόκτηση διατροφικών γνώσεων. Τα ερευνητικά μας ερωτήματα (ΕΕ) διαμορφώθηκαν στα εξής:

Ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης βασισμένης στην αφήγηση μιας ιστορίας από την Ιστορία της Βιοχημείας:

- ΕΕ1 στις διατροφικές γνώσεις των μαθητών;
- ΕΕ2 στις απόψεις τους για τη Φύση της Επιστήμης (ΦΤΕ);
- ΕΕ3 στο ενδιαφέρον τους για την Επιστήμη; και
- ΕΕ4 στο ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα;

## Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε ώστε να απευθύνεται σε μαθητές Ε' Δημοτικού και να μπορεί να ενταχθεί στο πλαίσιο της ενότητας του πεπτικού συστήματος και της διατροφής του μαθήματος «Φυσικά». Επιλέχθηκαν δυο περιπτώσεις από την ιστορία της Βιοχημείας: «Ο Christiaan Eijkman και το μπέρι-μπέρι» (Project Storytelling, 2015a) και «Ο James Lind και το σκορβούτο» (Frankenburg, 2009· Project Storytelling, 2015b).

Το αρχικό υλικό για τη δημιουργία του επεισοδίου με το μπέρι-μπέρι και τη βιταμίνη Β1 αντλήθηκε από το ερευνητικό πρόγραμμα «Storytelling @ Teaching Model, Project 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP». Το υλικό για τη δημιουργία του σύντομου επεισοδίου για τη μελέτη του James Lind στο σκορβούτο, καθώς και υλικό για τις απαιτούμενες απλοποιήσεις και προσθήκες αντλήθηκαν τόσο από το προαναφερθέν πρόγραμμα όσο και από το βιβλίο του Frankenburg (2009) "Vitamins Discoveries and Disasters: History, Science and Controversies". Οι δυο αυτές περιπτώσεις ενοποιήθηκαν σε μια ιστορία με τέσσερα επεισόδια επιχειρώντας μέσα από την τελική ιστορία να διαγράφεται η πορεία εξέλιξης της γνώσης για τις δυο βιταμίνες έως σήμερα. Το αφηγηματικό κείμενο που επιλέχθηκε διαμορφώθηκε έτσι ώστε να μπορεί να απευθυνθεί στην ηλιακή ομάδα που θα γινόταν η παρέμβαση. Τα δυο πρώτα επεισόδια αφορούσαν στη μελέτη για το μπέρι-μπέρι και τη βιταμίνη Β1, το τρίτο στη μελέτη για το σκορβούτο και τη βιταμίνη C, ενώ το τέταρτο στη μεταγενέστερη μελέτη ενοποίησης που έκανε ο Kazimierz Funk και τη σύνδεση με τα σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα.

Στην έρευνα συμμετείχαν 37 μαθητές και αποτελούσαν δείγμα ευκολίας, που προέκυψε από προσωπικές επαφές της ερευνήτριας. Οι μαθητές προέρχονταν από δημόσιο σχολείο ημιαστικής περιοχής της επαρχίας, είχαν παρόμοιο κοινωνικο - οικονομικό επίπεδο και παρόμοιες επιδόσεις. Στα δύο τμήματα πέμπτης τάξης (N=20, N=17) είχε μόλις προηγηθεί η διδασκαλία της ενότητας «Πεπτικό σύστημα-Διατροφή».

Οι διδακτικές παρεμβάσεις έγιναν το ίδιο χρονικό διάστημα και στα δυο τμήματα. Την πρώτη μέρα δόθηκε το Ερωτηματολόγιο Διατροφικών Γνώσεων, τη δεύτερη μέρα πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση και την τρίτη μέρα δόθηκε και πάλι το Ερωτηματολόγιο Διατροφικών Γνώσεων, το Ερωτηματολόγιο Στάσης και Ενδιαφέροντος και το Ερευνητικό Εργαλείο ΦτΕ με την ανοικτού τύπου ερώτηση. Η διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης ήταν δυο διδακτικές ώρες. Μισή ώρα κατά προσέγγιση διήρκεσε η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων.

Ως ερευνητικά εργαλεία για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης χρησιμοποιήθηκαν:

α. ένα ερωτηματολόγιο διατροφικών γνώσεων (ΕΔΓ) που αναπτύχθηκε από τις ερευνήτριες και αποτελείτο από δώδεκα ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με σκοπό τη διερεύνηση των διατροφικών γνώσεων των μαθητών σχετιζόμενων με το περιεχόμενο της παρέμβασης,

β. ένα ερωτηματολόγιο που αποσκοπούσε στη διερεύνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών με τέσσερις ερωτήσεις κλειστού τύπου πεντάβαθμης κλίμακας Likert και μια ανοικτού τύπου ερώτηση – επίσης αναπτύχθηκε από τις ερευνήτριες – και

γ. ένα ερευνητικό εργαλείο για τη ΦτΕ (Kruse & Wilcox, 2011) αποτελούμενο από μια ερώτηση ανοικτού τύπου, αρκετά ελεύθερη ώστε να μην κατευθύνει τους μαθητές σε συγκεκριμένες ιδέες ("Τι έμαθες για την Επιστήμη, τους επιστήμονες και το πώς οι επιστήμονες κάνουν την έρευνά τους από την ιστορία που άκουσες;") και το οποίο χρησιμοποιήθηκε μετά την παρέμβαση.

Ακολουθήθηκε μεικτή ερευνητική μεθοδολογία, με τη χρήση στοιχείων ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας. Τα δεδομένα που συλλέξαμε αναλύθηκαν με τη χρήση περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής, όπου ήταν εφικτό. Αρχικά, υπολογίστηκε το συνολικό σκορ κάθε μαθητή στο ερωτηματολόγιο γνώσεων πριν

και μετά την παρέμβαση. Κάθε σωστή απάντηση βαθμολογήθηκε με 1, ενώ κάθε λάθος απάντηση με 0. Το ερωτηματολόγιο περιείχε δώδεκα (12) ερωτήσεις, άρα ένας μαθητής θα μπορούσε να έχει σκορ από 0 έως 12. Υπολογίστηκε το συνολικό σκορ κάθε μαθητή στο Ερωτηματολόγιο Διατροφικών Γνώσεων, πριν και μετά την παρέμβαση. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των συνολικών σωστών απαντήσεων του δείγματος πριν και μετά την παρέμβαση. Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα IBM® SPSS® Statistics 22 για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των σωστών απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση μέσω του Paired Samples t-test (επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ ). Επίσης, υπολογίστηκαν τα ποσοστά των επιλογών του δείγματος ξεχωριστά για κάθε ερώτηση, πριν και μετά την παρέμβαση. Ο σκοπός ήταν να διαπιστωθεί η κατανομή σε λανθασμένες απαντήσεις στο δείγμα των μαθητών και το κατά πόσο αυτή επηρεάστηκε από την παρέμβαση.

Για την ανοικτού τύπου ερώτηση που ρωτούσε τι άρεσε στα παιδιά περισσότερο από τη διδακτική παρέμβαση, δημιουργήθηκε αρχικά ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις απαντήσεις του δείγματος των μαθητών στην ερώτηση. Η περαιτέρω ανάλυση έγινε σύμφωνα με την Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Περιεχομένου στις απαντήσεις του δείγματος (Berelson, 1971· Holsti, 1969· Weber, 1990). Ως μονάδα ανάλυσης ορίστηκε το «θέμα» ή «σημασία». Οι απαντήσεις των μαθητών διαβάστηκαν μια προς μια προς αναζήτηση κοινών σημείων. Με τη χρήση επαγωγικής ανάλυσης εξήχθησαν κατηγορίες από τις απαντήσεις των παιδιών και έγινε η κατανομή τους.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι αναφορές των μαθητών σε ιδέες για τη Φύση της Επιστήμης μετά τη διδακτική παρέμβαση, χρησιμοποιήθηκαν οι απαντήσεις του δείγματος στο εργαλείο Φύσης της Επιστήμης και δημιουργήθηκε ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις απαντήσεις του δείγματος των μαθητών στην ερώτηση. Η ανάλυση έγινε όπως και παραπάνω σύμφωνα με την Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Περιεχομένου (Berelson, 1971· Holsti, 1969· Weber, 1990).

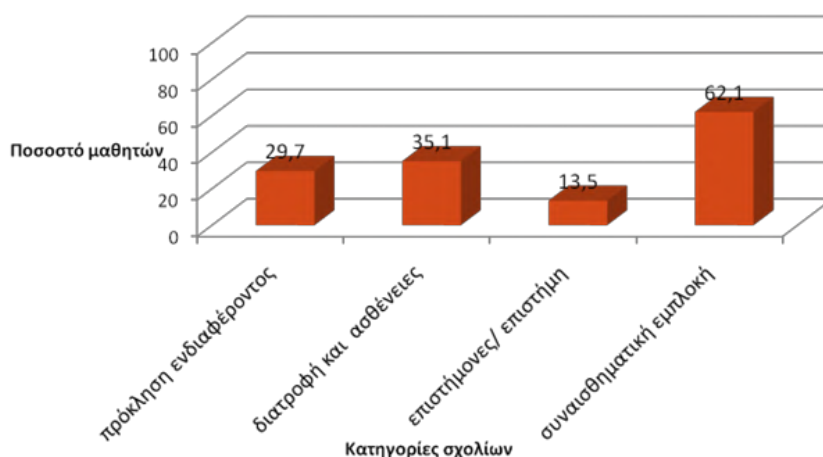
## Αποτελέσματα

Μέσα από την ανάλυση των συνολικών επιδόσεων των μαθητών στο ΕΔΓ πριν και μετά την παρέμβαση βρέθηκε πως ο μέσος όρος σωστών απαντήσεων του δείγματος των μαθητών πριν την παρέμβαση ήταν  $3,13 \pm 1,66$ . Ο μέσος όρος σωστών απαντήσεων του δείγματος των μαθητών μετά την παρέμβαση ήταν  $10,64 \pm 1,25$  και ήταν στατιστικά σημαντικά καλύτερες οι επιδόσεις τους ( $t=-22,91$ ,  $df=36$ ,  $p<0,001$ ).

Παρατηρήθηκε εννοιολογική αλλαγή μετά την παρέμβαση, αφού οι μαθητές κατάφεραν να αναγνωρίζουν ότι οι βιταμίνες βρίσκονται σε διαφορετικές ομάδες τροφίμων, κάτι που αποτελούσε βασικό διδακτικό στόχο της παρέμβασης. Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (64,8%) πριν την παρέμβαση πίστευε ότι οι βιταμίνες υπάρχουν μόνο στα φρούτα και τα λαχανικά, ενώ μετά την παρέμβαση το μεγαλύτερο ποσοστό (67,5%) επέλεξε ότι οι βιταμίνες υπάρχουν σε όλες τις ομάδες τροφίμων. Επίσης, οι μαθητές είχαν στην πλειοψηφία τους (64,8%) πριν την παρέμβαση την ιδέα ότι η βιταμίνη C υπάρχει στα φρούτα, ενώ μετά την παρέμβαση η ιδέα αυτή υποχώρησε σημαντικά στο μεγαλύτερο ποσοστό του

δείγματος (83,7%) και οι μαθητές μπορούσαν πλέον να τη συνδέουν και με τις υπόλοιπες ομάδες τροφίμων.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος μπορούσε να συσχετίσει τη διατροφή με την υγεία μετά την παρέμβαση, κάτι που αποτελούσε βασικό στόχο της διδακτικής παρέμβασης. Στην ερώτηση "Γιατί είναι σημαντικό να μην τρως πάντα τα ίδια τρόφιμα;" πριν την παρέμβαση το 72,9% του δείγματος των μαθητών επέλεξε την απάντηση "επειδή διαφορετικά τρόφιμα περιέχουν διαφορετικές βιταμίνες", ενώ το 18,9% επέλεξε την απάντηση "δεν ξέρω". Μετά την παρέμβαση το ποσοστό του δείγματος που επέλεξε την απάντηση αυξήθηκε σε 91,8%. Στην ερώτηση "Τι μπορεί να σου συμβεί αν στη διατροφή σου δεν περιέχονται όλες οι απαραίτητες για τον οργανισμό σου βιταμίνες;" πριν την παρέμβαση το 62,1% του δείγματος έκανε τη σύνδεση με σοβαρή ασθένεια, ενώ μετά την παρέμβαση την έκανε το 94,5% του δείγματος. Ακόμη, στις ερωτήσεις που αφορούσαν στο σε τι οφείλονται οι ασθένειες του σκορβούτου και του μπέρι-μπέρι οι μαθητές πριν την παρέμβαση δεν συνδέαν τις ασθένειες με τη διατροφή και το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος πριν την παρέμβαση δήλωνε ότι δεν ξέρει σε τι οφείλονται (64,8% & 70,2% αντίστοιχα), ενώ υπήρχαν και κάποιες απαντήσεις που την απέδιδαν σε άσχημες συνθήκες διαβίωσης (2,7% & 10,8%) και σε μικρόβιο (24,3% & 10,8%). Μετά την παρέμβαση, οι μαθητές σε αρκετά μεγάλο ποσοστό (97,2%) συνδέσαν τη διατροφή με τις δύο ασθένειες. Παρ' όλα αυτά, οι δύο αυτές ερωτήσεις αφορούν σε εξειδικευμένες γνώσεις.



Εικόνα 4 Σχόλια μαθητών σχετικά με το ενδιαφέρον τους για την ιστορία

Όσον αφορά στο ενδιαφέρον των μαθητών, το 97% δήλωσε πως είχε έντονο ενδιαφέρον για την ιστορία που τους αφηγήθηκε η εκπαιδευτικός, το 83,7% δήλωσε αύξηση του ενδιαφέροντος για την Επιστήμη, ενώ το 86,4% δήλωσε πως έμαθε κάτι για το πώς λειτουργεί η επιστήμη και το 67,5% δήλωσε πως άλλαξε σχετικές απόψεις.

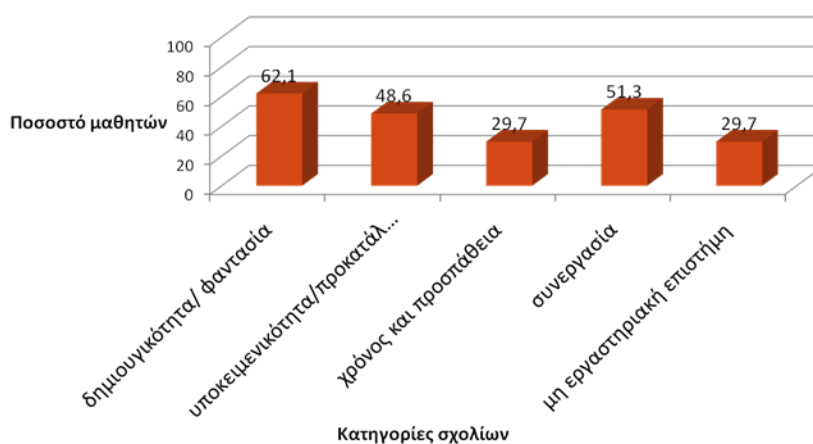
Οι απαντήσεις των μαθητών στην ανοικτού τύπου ερώτηση σχετικά με το τι τους άρεσε στην ιστορία που άκουσαν κατηγοριοποιήθηκαν όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 και στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά σχόλια των μαθητών για κάθε κατηγορία. Σημειώνεται πως σε κάθε σχόλιο μαθητή μπορεί να

εμφανιζόταν παραπάνω από μια κατηγορία σχολίων. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στον Πίνακα 1 έχει διορθωθεί η ορθογραφία των μαθητών για λόγους καλαισθησίας.

Κατηγορίες σχολίων	Παραδείγματα σχολίων μαθητών
Πρόκληση ενδιαφέροντος	"Το βρήκα πολύ ενδιαφέρον", "Μου φάνηκαν πολύ ενδιαφέροντα όλα και οι ιστορίες ήταν υπέροχες."
Διατροφή και ασθένειες	"Μου άρεσαν πολύ όσα έμαθα για την ισορροπημένη διατροφή στο σημερινό μάθημα.", "Μου άρεσε που έμαθα για τις αρρώστιες..."
Επιστήμονες/ Επιστήμη	"... περισσότερο που έμαθα για το πώς λειτουργούν οι επιστήμονες.", " ... το πώς οι επιστήμονες δούλευαν για να τις νικήσουν."
Συναισθηματική εμπλοκή	"Μου άρεσε αρκετά η ιστορία γιατί με κρατούσε σε αγωνία.", " ...ένιωθα ότι ήμουν μέσα στην ιστορία.", "Μου άρεσε που είχα αγωνία για το τι θα γίνει. "

Πίνακας 3 Παραδείγματα σχολίων των μαθητών σχετικά με το ενδιαφέρον τους για την ιστορία

Το 78,3% του δείγματος των μαθητών κατάφερε να κάνει ακριβή αναφορά σε κάποια από τις ιδέες για τη Φύση της Επιστήμης. Οι αναφορές κατηγοριοποιήθηκαν όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Σημειώνεται πως, από τους μαθητές που κατάφεραν να αναφερθούν με ακρίβεια σε κάποια ιδέα, υπήρχαν μαθητές που αναφέρθηκαν σε μια, δύο ή και παραπάνω ιδέες στις απαντήσεις τους. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά σχόλια των μαθητών για κάθε κατηγορία στα οποία έχει διορθωθεί η ορθογραφία των μαθητών για λόγους καλαισθησίας.



Εικόνα 5 Αναφορές των μαθητών σε ιδέες για τη Φτε

Κατηγορίες σχολίων	Παραδείγματα σχολίων μαθητών
Δημιουργικότητα/ Φαντασία	"...και δημιουργικοί γιατί σκέφτονταν πώς θα ερευνήσουν κάτι ", "... κάνουν τις έρευνές τους με δημιουργικότητα και φαντασία."
Υποκειμενικότητα/ Προκατάληψη	"...επηρεάζονται από ιδέες που έχουν ήδη ετοιμάσει.", " Έμαθα ότι οι επιστήμονες επηρεάζονται από αυτά που πιστεύουν για την έρευνά τους..."
Χρόνος και προσπάθεια	"δε βγάζουν αμέσως τα συμπεράσματά τους.", "Έμαθα ότι το να βρεις την αιτία για κάτι παίρνει αρκετό καιρό..."
Συνεργασία	"... δουλεύουν με άλλους για να έχουν καλύτερα αποτελέσματα.", "Πολλοί επιστήμονες μπορεί να συνεργαστούν για να βρουν κάτι."
Μη εργαστηριακή επιστήμη	"...δουλεύουν και σε άλλα μέρη εκτός από τα εργαστήρια.", "... δουλεύουν σε μεγάλα νοσοκομεία ή έξω στη φύση..."

Πίνακας 4 Παραδείγματα σχολίων των μαθητών σχετικά με ιδέες για τη ΦΤΕ

## Συμπεράσματα

Με αφορμή τα πορίσματα της σχετικής βιβλιογραφίας για την ανάγκη διδασκαλίας της Φύσης της Επιστήμης, παράλληλα με τη διδασκαλία του γνωστικού αντικειμένου και με άμεσο και αναστοχαστικό τρόπο, σχεδιάστηκε μια διδακτική παρέμβαση σε ηλικιακή ομάδα που έχει λιγότερο διερευνηθεί, αυτή των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού. Επιπλέον, λόγω των θετικών επιδράσεων της αφήγησης ιστοριών στη μαθησιακή διαδικασία, η παρέμβαση αυτή σχεδιάστηκε ώστε να μη βασίζεται στη ανάγνωση μιας ιστορίας αλλά στην αφήγησή της. Τα αποτελέσματα της μελέτης μας είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, αφού η διδακτική παρέμβαση βοήθησε στην κατανόηση των διατροφικών εννοιών στις οποίες στόχευε, αφού παρατηρήθηκε αύξηση των διατροφικών γνώσεων και εννοιολογική αλλαγή μετά την παρέμβαση και οι μαθητές αναφέρθηκαν στις διατροφικές γνώσεις που απέκτησαν στην ανοικτού τύπου ερώτηση για το ενδιαφέρον τους.

Η διδακτική παρέμβαση βοήθησε σημαντικά και στην κατανόηση ιδεών για την Επιστήμη και στο ενδιαφέρον των μαθητών γι' αυτή, αφού τα παιδιά ανέφεραν ότι άλλαξαν οι απόψεις που είχαν και έκαναν αναφορά σε γνώσεις που απέκτησαν και σε ιδέες για τη Φύση της Επιστήμης στην ανοικτού τύπου ερώτηση. Τέλος, παρατηρήθηκε συνεισφορά στο ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα, αφού οι μαθητές δήλωσαν το ενδιαφέρον τους για τη διδασκαλία, τόσο μέσα από τις κλειστού τύπου ερωτήσεις όσο και μέσα από την ανοικτού τύπου ερώτηση, όπου διαφάνηκε η συναισθηματική εμπλοκή και το έντονο ενδιαφέρον τους.

Τα συμπεράσματα μας συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες για τη συμβολή στην εννοιολογική κατανόηση (Hadzigeorgiou, 2006· Kokkotas et al., 2010),



στις απόψεις για την Επιστήμη (Kapsala & Mavrikaki, 2020· Kruse & Wilcox, 2011· Mavrikaki & Kapsala, 2012), στο ενδιαφέρον για την Επιστήμη (Hadzigeorgiou, 2006· Kokkotas, 2010) και στο ενδιαφέρον για το μάθημα και τη συναισθηματική εμπλοκή (Hadzigeorgiou et al., 2012· Mavrikaki & Kapsala 2012).

Η συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί μελέτη περίπτωσης και ως τέτοια έχει περιορισμένο αριθμό δείγματος, όμως παρέχει ένα έναυσμα για περαιτέρω μελέτη τέτοιων παρεμβάσεων στη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα και μια νέα προοπτική για τη διδασκαλία θεμάτων αγωγής υγείας με τη χρήση της αφήγησης. Η αγωγή υγείας στοχεύει άλλωστε στη διαμόρφωση στάσεων και τρόπου ζωής και, γι' αυτό το λόγο, είναι σημαντικό τα εκπαιδευτικά της εργαλεία να εμπλέκουν συναισθηματικά τους μαθητές. Προτείνουμε εκτενέστερη έρευνα και επέκταση σε άλλους τομείς της αγωγής υγείας με χρήση ιστοριών αλλά και σύγχρονων περιπτώσεων από τις Βιοεπιστήμες.

## Βιβλιογραφία

- Καψαλά, Ν., Μπαλαμπέκου, Μ., Μαυρικάκη, Ε., & Σκορδούλης, Κ. (2015). Η αφήγηση ιστοριών στη διδασκαλία της Βιολογίας- Μελέτη περίπτωσης στο πλαίσιο της κριτικής εκπαίδευσης: Η ιστορία του John Snow και η μετάδοση ασθενειών. Στο Ψύλλος Δημ., Μολοχίδης Αν. & Καλλέρη Μ. (2015). Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ. 262-270. ΑΠΘ. ISBN9789602437025  
[http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedings-conference&proceeding\\_conference\\_id=10](http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedings-conference&proceeding_conference_id=10)
- Χαλκιά, Κ. (2012). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Πατάκης. ISBN 9789601643083.
- Berelson, B. (1971). Content analysis in communication research. Macmillan Pub Co. ISBN 9780028412108
- Clough, M.P. (2006). Learner's responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463-494. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>
- Frankenburg, F. R. (2009). Vitamin discoveries and disasters: History, science & controversies. ABC-CLIO. ISBN 9780313354755
- Hadzigeorgiou, Y. (2006). Humanizing the teaching of physics through storytelling: The case of current electricity. *Physics Education*, 41(1), 42-46. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/41/1/003>
- Hadzigeorgiou, Y. P. (2012). Fostering a sense of wonder in the science classroom. *Research in Science Education*, 42(5), 985-1005. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9225-6>
- Hadzigeorgiou, Y., Klassen, S., & Klassen, C. F. (2012). Encouraging a "romantic understanding" of science: The effect of the Nikola Tesla story. *Science & Education*, 21(8), 1111-1138. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9417-5>
- Holsti, Ole (1969). Content Analysis for the Social Sciences and the Humanities. Addison-Wesley. ISBN 9780896295353
- Kapsala, N., & Mavrikaki, E. (2020). Storytelling as a Pedagogical Tool in Nature of Science Instruction. In: McComas, W. (Eds) Nature of Science in Science Instruction. Science: Philosophy, History and Education. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_27)

- Kapsala, N., & Mavrikaki, E. (2021). Storytelling based on the history of Science as an effective educational tool–application in real classroom settings. *APeDuC Revista- Investigaçã o e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*, 2(2), 104-121.
- Mavrikaki, E., & Kapsala, N. (2012). Teaching Biology by storytelling. In Katsiampoura, G. (EdS). *Scientific Cosmopolitanism and Local Cultures: Religions, Ideologies, Societies. Proceedings of 5th International Conference of the European Society for the History of Science*, 612-617. National Hellenic Research Foundation. ISBN 9789609819930
- Kokkotas, P., Rizaki, A., & Malamitsa, K. (2010). Storytelling as a strategy for understanding concepts of electricity and electromagnetism. *Interchange*, 41(4), 379-405. <https://doi.org/10.1007/s10780-010-9137-9>
- Kruse, W. J., & Wilcox, J. (2011, January 19-22). Using Historical Science Stories to Illuminate Nature of Science Ideas and Reduce Stereotypical Views in a Sixth Grade Classroom.[Conference presentation]. Association for Science Teacher Educators International Meeting, Minneapolis, United States. Ανακτήθηκε στις 10/07/22 από <https://www.researchgate.net/profile/Jerrid-Kruse/publication/>
- Project Storytelling. (2015a). Eijkman and Beri-Beri. <https://www.science-story-telling.eu/en/stories/by-subject-area/biology/eijkman-and-beri-beri>
- Project Storytelling. (2015b). Lind and scurvy. <https://www.science-story-telling.eu/en/stories/by-subject-area/biology/lind-and-scurvy>
- Weber, R. P. (1990). *Basic Content Analysis - Quantitative Applications in the Social Sciences*, 49. Sage University Paper. ISBN 9780803938632

## Η Συμβολή της Ιστορίας της Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση των Υποψηφίων Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες

**Αναστασία Φερεντίνου<sup>1</sup>, Κωνσταντίνα Στεφανίδου<sup>1</sup>, Διονύσης Βαβουγιός<sup>2</sup>, Κωνσταντίνος Σκορδούλης<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

### Περίληψη

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στη μελέτη της συμβολής της Ιστορίας της Τεχνολογίας στην επιστημονική και τεχνολογική εκπαίδευση των υποψηφίων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης συνδυάζοντας την αξιοποίηση της Ιστορίας της και συγκεκριμένα τα χειρόγραφα του Λεονάρντο ντα Βίντσι με την αφήγηση ιστοριών ως διδακτικού εργαλείου. Σχεδιάστηκε διδακτική παρέμβαση διερευνητικού τύπου, υλοποιήθηκε η πιλοτική και η κύρια φάση της έρευνας, με ερευνητικό εργαλείο ερωτηματολόγιο, ίδιο πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Στατιστικά σημαντική βελτίωση υπάρχει στις απαντήσεις που αφορούν βασικές έννοιες Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Τα αποτελέσματα ενισχύουν την πρόταση για εφαρμογή ανάλογων διδακτικών παρεμβάσεων και σε άλλες βασικές διαθεματικές έννοιες, όπως αυτές της ενέργειας και του έργου. Προτείνεται επίσης η επέκταση της έρευνας και σε διαφορετικές εκπαιδευτικές βαθμίδες.

**Λέξεις κλειδιά:** Ιστορία της Τεχνολογίας, Επιστημονικός γραμματισμός, Τεχνολογικός γραμματισμός, Αφήγηση Ιστοριών, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών

## The Contribution of the History of Technology to the Education of Prospective Primary Education Teachers in the Natural Sciences

**Anastasia Ferentinou<sup>1</sup>, Constantina Stefanidou<sup>1</sup>, Denis Vavougiotis<sup>2</sup>, Constantine Skordoulis<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>National and Kapodistrian University of Athens, <sup>2</sup>University of Thessaly*

### Abstract

This research focuses on improving pre-service primary teachers' scientific and technological education combining the introduction of the history of technology and especially using the manuscripts of Leonardo da Vinci with the storytelling as a teaching tool. An inquiry-based didactical intervention was designed and implemented in pre-service primary teachers. Both a pilot and a main research were carried out. Regarding research tools, the same pre and posttest questionnaire were used. Findings reveal statistically significant improvement in pre-service primary teachers' understanding of main concepts of Science and Technology.

The results reinforce the idea of conducting similar didactic interventions in other “cross-cutting” concepts such as energy and work. It is also suggested a broader research in different educational levels.

**Keywords:** History of Technology, Scientific literacy, Technological literacy, Storytelling, Teacher Education

## Εισαγωγή

Οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και η Τεχνολογία παίζουν σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες κοινωνίες και επηρεάζουν σχεδόν όλες τις πτυχές της σύγχρονης ζωής (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021, σελ. 130-131), γεγονός που αντανακλάται τόσο στα σύγχρονα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) όσο και στα κείμενα εκπαιδευτικής πολιτικής (European Commission, 2014; NGSS Lead States, 2013). Η παρούσα εργασία εστιάζει στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Παρόλο που οι ΦΕ και η Τεχνολογία δεν συγκαταλέγονται ανάμεσα στα αγαπημένα γνωστικά τους αντικείμενα (Kazempour & Sadler, 2015), ωστόσο οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορούν να αναδείξουν τη σημασία των ΦΕ και της Τεχνολογίας στους μαθητές τους άμεσα μέσω της διδασκαλία τους (Hsu et al., 2011; Rohaan et al., 2008) και έμμεσα μέσω της επιρροής που έχουν στον οικογενειακό και ευρύτερο κοινωνικό περίγυρο των μαθητών τους (Lawson et al., 2019). Προτείνεται επίσης από ερευνητές, στο πλαίσιο μαθημάτων Διδακτικής των ΦΕ, η ενσωμάτωση βασικών εννοιών της Τεχνολογίας, η επεξήγηση των στόχων των ΑΠΣ που αφορούν την Τεχνολογία καθώς και τρόπων διδασκαλίας της Τεχνολογίας στην τάξη (Lawson et al., 2019).

Η παρούσα έρευνα είναι μέρος ευρύτερης έρευνας που εστιάζει στον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, κατά τον προπτυχιακό κύκλο των σπουδών τους. Βασικά στοιχεία των γραμματισμών αυτών είναι η κατανόηση βασικών εννοιών των ΦΕ και τις Τεχνολογίας και βασικών πτυχών της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ) και της Φύσης της Τεχνολογίας (ΦτΤ). Βασικός σκοπός της ευρύτερης αυτής έρευνας είναι η συμβολή στις εμπειρικές έρευνες που σχετίζονται με την ανάπτυξη διδακτικών προτάσεων των ΦΕ και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητάς τους στο πλαίσιο εμπλουτισμού των προπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στις ΦΕ. Διδακτικών προτάσεων, οι οποίες να εισάγουν όχι μόνο γνωστικούς στόχους που αφορούν τις ΦΕ και την Τεχνολογία αλλά και πτυχές της ΦτΕ και ΦτΤ. Η ευρύτερη αυτή έρευνα συνδυάζει την εισαγωγή της Ιστορίας της Τεχνολογίας με χρήση αυθεντικού ιστορικού υλικού και συγκεκριμένα των χειρογράφων του Λεονάρντο ντα Βίντσι και την αφήγηση ιστοριών (storytelling) ως διδακτικού εργαλείου.

Ένα από τα βασικά πλεονέκτημα της εισαγωγής της Ιστορίας είναι ότι πλαισιώνει τη διδασκαλία (in context teaching) (Kipnis, 1996; McComas, 2011), βοηθώντας στη δημιουργία αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων (Stinner & Williams, 1993; Stefanidou et al., 2020), τόσο για την κατανόηση του γνωστικού αντικείμενου όσο και για την κατανόηση διαδικαστικών και αξιακών όψεων της επιστήμης (Clough, 2006). Ένας προτεινόμενος τρόπος εισαγωγής της Ιστορίας της Επιστήμης και της Τεχνολογίας στη διδασκαλία είναι μέσω της χρήσης πρωτότυπου

ιστορικού υλικού. Ο συγκεκριμένος τρόπος προτείνεται από πολλούς ερευνητές, ωστόσο επισημαίνεται ότι δεν υπάρχει πάντα πληθώρα κατάλληλου υλικού και συχνά απαιτείται οι μαθητές να γνωρίζουν αρκετά για το υλικό πριν το χειριστούν (Kubli, 1999). Τα χειρόγραφα του Λεονάρντο ντα Βίντσι που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία ως κατάλληλα για την εισαγωγή των συγκεκριμένων βασικών εννοιών ΦΕ και Τεχνολογίας (βλέπε αναλυτικά πιο κάτω), ανήκουν στο πρωτότυπο ιστορικό υλικό που παρουσιάζει τις προαναφερθείσες ιδιαίτερες δυσκολίες. Πιο συγκεκριμένα τα χειρόγραφα με τα σχέδια των μηχανών του Λεονάρντο Ντα Βίντσι που χρησιμοποιήθηκαν είναι ταυτόχρονα και τα προσωπικά του σημειωματάρια και ως τέτοια έχουν ετερόκλητο περιεχόμενο με παρατηρήσεις, σχέδια, σκέψεις μέχρι λίστες με χρηστικά αντικείμενα και οικονομικούς υπολογισμούς (Moon, 2007; Nicholl, 2005). Για την αποφυγή των παραπάνω δυσκολιών επιλέχθηκε η χρήση του διδακτικού εργαλείου της αφήγησης ιστοριών, ώστε τα χειρόγραφα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς προσαρμογές, οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε παρανοήσεις, καθιστώντας το ιστορικό υλικό λειτουργικό.

Με βάση τα παραπάνω, στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα μέρος των ερωτημάτων της ευρύτερης έρευνας που πραγματοποιήθηκε. Πιο συγκεκριμένα, στην εργασία αυτή διερευνάται το αν και κατά πόσο μπορούν να διδαχθούν με ενιαίο τρόπο στο πλαίσιο μιας διδακτικής παρέμβασης που αναφέρεται στις ΦΕ ταυτόχρονα βασικές έννοιες των ΦΕ και της Τεχνολογίας. Επιλέγοντας ως παράδειγμα τη γνωστική περιοχή που αναφέρεται στους μοχλούς, το ερώτημά μας αναλύεται περαιτέρω ως ακολούθως: Κατά πόσο μπορούν να κατανοηθούν βασικές έννοιες των τριών ειδών των μοχλών από πλευράς ΦΕ και Τεχνολογίας με την αξιοποίηση της Ιστορίας της Τεχνολογίας και της αφήγησης;

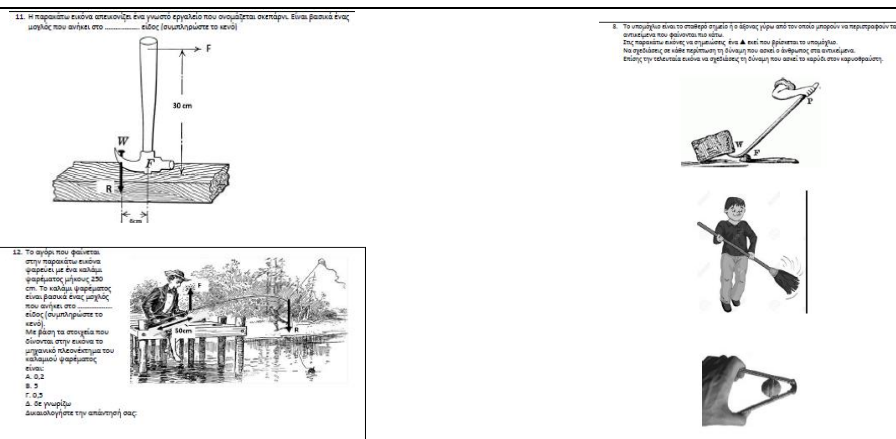
## Μεθοδολογία

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε διερευνητική (inquiry-based) διδακτική παρέμβαση σε τεταρτοετείς φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ).

Η πιλοτική και η κύρια έρευνα πραγματοποιήθηκαν σε χρονικό διάστημα εννιά εβδομάδων. Στην κύρια φάση της έρευνας συμμετείχαν συνολικά 48 άτομα στην πειραματική και 49 στην ομάδα ελέγχου. Η διδακτική παρέμβαση ολοκληρώθηκε σε τρία δίωρα. Το ερευνητικό εργαλείο ήταν το ερωτηματολόγιο και ήταν ίδιο, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ζητήματα εγκυρότητας ελήφθησαν υπόψη από τους ερευνητές. Σχεδιάστηκαν φύλλα εργασίας (Εικ. 1) που δόθηκαν κατά την διδακτική παρέμβαση στους φοιτητές και παρουσιάσεις (power point, Εικ. 2) που ακολουθούσαν και διευκόλυναν την αφήγηση του εκπαιδευτικού.

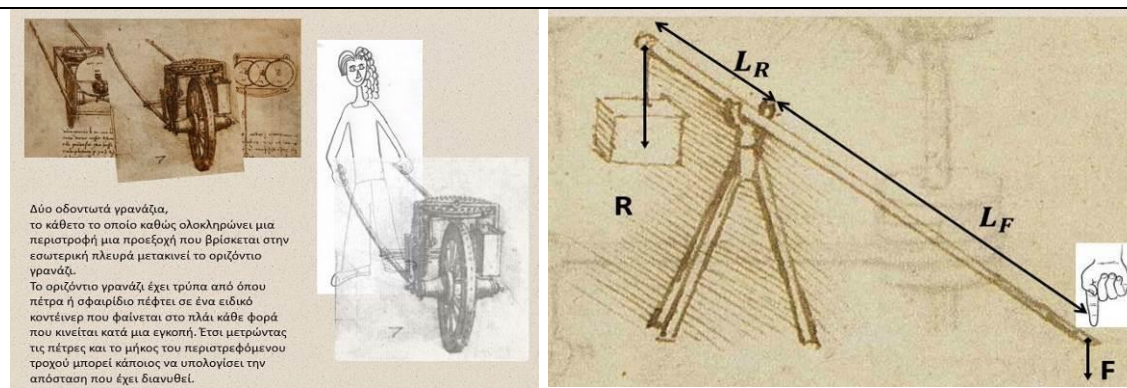
Το σενάριο της αφήγησης ακολουθούσε τη ροή προβολής των παρουσιάσεων και στηρίχτηκε στα γενικά χαρακτηριστικά των αφηγήσεων ιστοριών, που προορίζονται για τη διδασκαλία των ΦΕ του Norris et al. (2005). Σε ό,τι αφορά τη δομή της αφήγησης, το εναρκτήριο γεγονός ήταν η τυχαία εύρεση το 1967 στην Εθνική Βιβλιοθήκη της Μαδρίτης χειρογράφων του Λεονάρντο Ντα Βίντσι, που θεωρούνταν χαμένα ή κλεμμένα, γνωστά με το όνομα «Κώδικες της Μαδρίτης I και II» (Nicholl, 2005). Το εναρκτήριο αυτό γεγονός ενέχει την επίδραση

του ανείπωτου (the effect of the untold), στοιχείο που προσθέτει ο Kubli (2001) στα προαναφερθέντα γενικά χαρακτηριστικά των αφηγήσεων ιστοριών που προορίζονται για τη διδασκαλία των ΦΕ. Το στοιχείο αυτό, που συνήθως σε μια σύντομη ιστορία δεν μπορούν να ειπωθούν πολλές λεπτομέρειες και θα πρέπει «να καλυφθούν τα κενά» της ιστορίας με βάση τις δοσμένες πληροφορίες, δεσμεύει τον ακροατή στη διαδικασία ή βοηθάει στο να σχηματίζονται ερωτήματα που θα πρέπει να απαντηθούν αργότερα. Τα φύλλα εργασίας (Εικ. 1) που χρησιμοποιήθηκαν ακολουθούσαν τη ροή της διδακτικής παρέμβασης με αφήγηση, η οποία διακόπτονταν για να συμπληρωθούν και να συζητηθούν οι διερευνητικού τύπου ερωτήσεις και δραστηριότητες που περιείχαν. Οι ερωτήσεις των φύλλων εργασίας είχαν αντιστοιχηθεί με τους διδακτικούς στόχους της διδακτικής παρέμβασης.



Εικόνα 1 Ενδεικτικές εικόνες του ερωτηματολογίου

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποσοτικές και ποιοτικές μέθοδοι και για τον στατιστικό έλεγχο σημαντικότητας των αποτελεσμάτων έγινε χρήση του κριτηρίου  $\chi^2$  (chi-square) και του ακριβούς ελέγχου Fisher (Howitt & Cramer, 2017).



Εικόνα 2 Ενδεικτικές εικόνες από τις παρουσιάσεις (PowerPoint)

## Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στη συνέχεια αφορούν ένα μέρος της ευρύτερης έρευνας και συγκεκριμένα για το τμήμα του γνωστικού μέρους, το σχετικό με την ταυτόχρονη εισαγωγή εννοιών από τις ΦΕ και την Τεχνολογία. Για να απαντηθεί το συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν οι ερωτήσεις Q6, Q7, Q8, Q9, Q11 και Q12 (βλέπε Παράρτημα) του ερωτηματολογίου και τα αποτελέσματα δίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

Ερωτήσεις	pretest		posttest	
	$\chi^2$	<i>p</i>	$\chi^2$	<i>p</i>
Q6a	b	-	*	.436
<b>Q6b</b>	b	-	6.276	.013
<b>Q7</b>	3.059	.080	18.901	< .001
Q8a	3.981	.137	1.293	.255
<b>Q8b</b>	*	.674	13.379	.001
Q8c1	0.364	.834	3.945	.139
<b>Q8c2</b>	0.522	.470	5.900	.015
<b>Q9c</b>	b	-	4.166	.041
<b>Q11a</b>	b	-	11.262	.001
<b>Q12a</b>	b	-	10.732	.001
Q12c	1.877	.171	5.073	.292

\*: έχει πραγματοποιηθεί Ακριβής έλεγχος Fisher διπλής ουράς  
 Σημείωση: Με έντονη γραμματοσειρά και υπογράμμιση με γκρι χρώμα παρουσιάζονται στον πίνακα οι απαντήσεις στις οποίες παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 1 Αποτελέσματα ερωτημάτων/υποερωτημάτων της παρούσας εργασίας

Πιο συγκεκριμένα οι ερωτήσεις Q6 και Q7 αφορούν την έννοια του μοχλού, τις εφαρμογές του στην καθημερινή ζωή και την κατανόηση των χαρακτηριστικών του. Γενικά και οι δύο ομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση δίνουν περισσότερες σωστές απαντήσεις, όμως στα πιο σύνθετα έργα η διαφορά είναι και στατιστικά σημαντική. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν και με τα ευρήματα άλλων ερευνητών, οι οποίοι επισημαίνουν ότι η εισαγωγή της Ιστορίας ΦΕ και της Τεχνολογίας στη διδασκαλία των ΦΕ μπορεί να ενισχύσει τη μαθησιακή διαδικασία και στο γνωστικό επίπεδο (Clough, 2006· Klassen, 2006). Άξια προσοχής είναι τα αποτελέσματα στο υποερώτημα Q6b, όπου οι φοιτητές της πειραματικής ομάδας κατάφεραν να υποδείξουν σωστά το κριτήριο διαχωρισμού των ειδών των μοχλών σε ποσοστό 64.6% έναντι του 40.8% της ομάδας ελέγχου. Όμως ένα ποσοστό φοιτητών και στις δύο ομάδες (20.8% της πειραματικής και 26.5% της ελέγχου) φαίνεται να προσέχει μόνο το υπομόχλιο, κεντρικό δομικό στοιχείο ενός μοχλού. Αυτό το κριτήριο είναι ανεπαρκές για τον διαχωρισμό του δεύτερου είδους από το τρίτο και οδηγεί σε λάθος απαντήσεις. Είναι το κριτήριο που χρησιμοποίησε αρχικά η πλειοψηφία των φοιτητών και στις δύο ομάδες όπως καταγράφηκε από την ερευνήτρια κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης και διασταυρώθηκε στη συνέχεια από τα φύλλα εργασίας των φοιτητών. Ένα ποσοστό των φοιτητών φαίνεται να συνεχίζει να χρησιμοποιεί το παραπάνω κριτήριο παρά τη διδακτική παρέμβαση, γεγονός που

μπορεί να αποδοθεί στις αισθητηριακά προσλαμβάνουσες πληροφορίες (στην προκειμένη περίπτωση μέσω του οπτικού καναλιού), οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε ιδέες που επιμένουν (Driver et al., 1994). Υπό αυτό το πρίσμα το εύρημα προτείνεται από την ερευνήτρια να ληφθεί υπόψη σε αντίστοιχες μελλοντικές έρευνες και σχεδιασμούς διδασκαλιών.

Γενικότερα, πολλοί ερευνητές επισημαίνουν ότι υπάρχουν δυσκολίες σε ό,τι αφορά τους μοχλούς και συγκεκριμένα στον εντοπισμό του φορτίου, στην εύρεση της απόστασης της διεύθυνσης της δύναμης (μοχλοβραχίονας δύναμης) και της αντίστασης (μοχλοβραχίονας αντίστασης) από το υπομόχλιο (Leuchter & Naber, 2019), στοιχεία που είναι απαραίτητα για τον εντοπισμό του είδους ενός μοχλού. Στην παρούσα εργασία, από τις ερωτήσεις Q9c, Q11a και Q12a που σχετίζονται με την εύρεση του είδους του μοχλού, φαίνεται ότι στα δύσκολα έργα η διαφορά στις σωστές απαντήσεις της πειραματικής ομάδας από την ομάδα ελέγχου μεγαλώνει αισθητά και είναι και στατιστικά σημαντική, γεγονός που αποδίδεται από την ερευνήτρια στη διαφορετική διδακτική παρέμβαση που δέχθηκαν οι δύο ομάδες.

Τα αποτελέσματα για την κατανόηση των διανυσματικών χαρακτηριστικών της δύναμης (ερώτηση Q8) που είναι απαραίτητα στοιχεία για την περιγραφή της έννοιας του μοχλού, της λειτουργίας του και της εύρεσης του είδους του, ήταν επίσης στατιστικά σημαντικά.

Στο υψηλής δυσκολίας έργο γνωστικού περιεχομένου (υποερώτημα Q12c) που αφορά τη σωστή εφαρμογή του μηχανικού πλεονεκτήματος ενός μοχλού τρίτου είδους μέσω της εύρεσης των κατάλληλων πληροφοριών για την εφαρμογή του και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, αν και η πειραματική ομάδα έδωσε περισσότερες σωστές απαντήσεις (12.5%) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (4.1%), οι σωστές απαντήσεις ήταν λίγες και η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Το παραπάνω εύρημα συμφωνεί με τα ευρήματα και άλλων ερευνητών. Οι μαθητές δυσκολεύονται να διατυπώσουν την αρχή λειτουργίας ενός μοχλού (English et al., 2013), να περιγράψουν με ακρίβεια πώς λειτουργούν οι απλές μηχανές (Rivet & Krajcik, 2004), καθώς επικεντρώνονται στη λειτουργία που επιτελούν, ενώ παραβλέπουν το πώς αυτές λειτουργούν (Lehrer & Schauble, 1998). Κάποιοι ερευνητές επίσης παρατήρησαν ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις τους στα απλά έργα, όμως στα πιο δύσκολα έργα (π.χ. βλέπε αυτά που αντιστοιχούν σε ανοιχτές ερωτήσεις σύντομης απάντησης) παρά τις προσδοκίες για μεγαλύτερη βελτίωση αυτή δεν παρατηρήθηκε, με τους ερευνητές να καταλήγουν στην έκκληση για συνέχεια σε αντίστοιχες έρευνες (Rivet & Krajcik, 2004). Την προηγούμενη διαπίστωση συμμερίζεται και η παρούσα έρευνα.

## Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα, στα πλαίσια της επιστημονικής και τεχνολογικής εκπαίδευσης των υποψηφίων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, εστιάζει στη διερεύνηση της κατανόησης βασικών εννοιών από τις ΦΕ και την Τεχνολογία.

Με βάση τα αποτελέσματα, στατιστικά σημαντική βελτίωση υπάρχει στις απαντήσεις των φοιτητών που αφορούν βασικές έννοιες ΦΕ και Τεχνολογίας, που εισάγονται ταυτόχρονα μέσω διδακτικής παρέμβασης με βάση την Ιστορία της Τεχνολογίας και της αφήγησης ιστοριών ως διδακτικού εργαλείου. Τα



αποτελέσματα ενισχύουν την πρόταση για εφαρμογή ανάλογων διδακτικών παρεμβάσεων και σε άλλες βασικές διεπιστημονικές έννοιες, όπως αυτές της ενέργειας και του έργου. Προτείνεται επίσης η επέκταση της έρευνας και σε άλλες απλές μηχανές καθώς και σε διαφορετικές εκπαιδευτικές βαθμίδες, όπως σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.





## Βιβλιογραφία



- Σκορδούλης, Κ., & Στεφανίδου, Κ. (2021). Διδακτική Μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών. Προπομπός.
- Clough, M. P. (2006). Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). Making sense of secondary science: Research into children's ideas. Routledge. <http://site.ebrary.com/id/10936254>
- English, L. D., Hudson, P., & Dawes, L. (2013). Engineering-Based Problem Solving in the Middle School: Design and Construction with Simple Machines. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(2). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1081>
- European Commission (2014). The future of Europe is science a report of the President's Science and Technology Advisory Council (STAC). Publications Office.
- Howitt, D., & Cramer, D. (2017). Understanding statistics in psychology with SPSS (7th ed.). Pearson.
- Hsu, M.-C., Purzer, S., & Cardella, M. E. (2011). Elementary Teachers' Views about Teaching Design, Engineering, and Technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 31–39. <https://doi.org/10.5703/1288284314639>
- Kazempour, M., & Sadler, T. D. (2015). Pre-service teachers' science beliefs, attitudes, and self-efficacy: A multi-case study. *Teaching Education*, 26(3), 247–271. <https://doi.org/10.1080/10476210.2014.996743>
- Kipnis, N. (1996). The 'Historical-investigative' approach to teaching science. *Science & Education*, 5(3), 277–292. <https://doi.org/10.1007/BF00414317>
- Klassen, S. (2006). A Theoretical Framework for Contextual Science Teaching. *Interchange*, 37(1–2), 31–62. <https://doi.org/10.1007/s10780-006-8399-8>
- Kubli, F. (1999). Historical Aspects in Physics Teaching: Using Galileo's Work in a New Swiss Project. *Science Education*, 8(2), 137–150. <https://doi.org/10.1023/A:1008613706212>
- Kubli, F. (2001). Can the Theory of Narratives Help Teachers to Become Better Storytellers? *Science & Education*, 10(6), 595–599. <https://doi.org/10.1023/A:1017518316293>
- Lawson, D. F., Stevenson, K. T., Peterson, M. N., Carrier, S. J., L. Strnad, R., & Seekamp, E. (2019). Children can foster climate change concern among their parents. *Nature Climate Change*, 9(6), 458–462. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0463-3>
- Lehrer, R., & Schauble, L. (1998). Reasoning about structure and function: Children's conceptions of gears. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 3–25. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199801\)35:1<3::AID-TEA2>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199801)35:1<3::AID-TEA2>3.0.CO;2-X)
- Leuchter, M., & Naber, B. (2019). Studying children's knowledge base of one-sided levers as force amplifiers. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 91–112. <https://doi.org/10.1002/tea.21470>
- McComas, W. F. (2011). The History of Science and the Future of Science Education. In P. V. Kokkotas, K. S. Malamitsa, & A. A. Rizaki (Eds.), *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom* (pp. 37–53). Sense Publishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6091-349-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-6091-349-5_3)

- Moon, F. C. (2007). *The machines of Leonardo da Vinci and Franz Reuleaux: Kinematics of Machines from the Renaissance to the 20th Century*. Springer.
- NGSS Lead States (Ed.). (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. National Academies Press.
- Nicholl, C. (2005). *Leonardo da Vinci: Flights of the mind*. Penguin.
- Norris, S. P., Guilbert, S. M., Smith, M. L., Hakimelahi, S., & Phillips, L. M. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science. *Science Education*, 89(4), 535–563. <https://doi.org/10.1002/sce.20063>
- Rivet, A. E., & Krajcik, J. S. (2004). Achieving standards in urban systemic reform: An example of a sixth-grade project-based science curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 669–692. <https://doi.org/10.1002/tea.20021>
- Rohaan, E. J., Taconis, R., & Jochems, W. M. G. (2008). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s10798-008-9055-7>
- Stefanidou, C., Psoma, V., & Skordoulis, C. (2020). Ptolemy's experiments on refraction in science class. *Physics Education*, 55(3), 035027. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab7c80>
- Stinner, A., & Williams, H. (1993). Conceptual change, history, and science stories. *Interchange*, 24(1–2), 87–103. <https://doi.org/10.1007/BF01447342>

## Παράρτημα

Κωδικοποίηση των ερωτημάτων/υποερωτημάτων του ερωτηματολογίου

Κωδικός	Ερωτήματα/ υποερωτήματα ερωτηματολογίου
Q6a	Πόσα είδη μοχλών γνωρίζεις; (Να αναφέρεις ονομαστικά)
Q6b	Μπορείς να περιγράψεις πώς μπορούμε να διακρίνουμε αυτά τα είδη των μοχλών μεταξύ τους;
Q7	Για κάθε είδος μοχλού που γνωρίζεις να αναφέρεις από ένα τουλάχιστον παράδειγμα αντικείμενου που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή.
Q8a	 <p>Στις παρακάτω εικόνες να σημειώσεις ένα ▲ εκεί που βρίσκεται το υπομόχλιο. Να σχεδιάσεις σε κάθε περίπτωση τη δύναμη που ασκεί ο άνθρωπος στα αντικείμενα.</p>
Q8b	 <p>Στις παρακάτω εικόνες να σημειώσεις ένα ▲ εκεί που βρίσκεται το υπομόχλιο. Να σχεδιάσεις σε κάθε περίπτωση τη δύναμη που ασκεί ο άνθρωπος στα αντικείμενα.</p>
Q8c1	 <p>Στις παρακάτω εικόνες να σημειώσεις ένα ▲ εκεί που βρίσκεται το υπομόχλιο. Να σχεδιάσεις σε κάθε περίπτωση τη δύναμη που ασκεί ο άνθρωπος στα αντικείμενα.</p>
Q8c2	Να σχεδιάσεις τη δύναμη που ασκεί το καρύδι στον καρυοθραύστη.
Q9c	 <p>Σε ποιο είδος μοχλού ανήκει η τραμπάλα;</p>

<b>Q11a</b>		Είναι βασικά ένας μοχλός που ανήκει στο ..... είδος (συμπληρώστε το κενό)
<b>Q12a</b>		Το καλάμι ψαρέματος είναι βασικά ένας μοχλός που ανήκει στο ..... είδος (συμπληρώστε το κενό).
<b>Q12c</b>	Αν το αγόρι ασκεί δύναμη στο καλάμι $F=10N$ . Να υπολογίσετε πόσο θα είναι το βάρος του ψαριού που μπορεί να σηκώσει με το συγκεκριμένο καλάμι. Τι παρατηρείτε; Ερμηνεύστε το αποτέλεσμα.	

Διδασκαλία του πειράματος των δύο σχισμών του Young και του πειράματος των Davisson και Germer, σε εκπαιδευτικούς προπτυχιακού επιπέδου, με στόχο την κατανόηση της περίθλασης. Μία εμπειρική έρευνα

**Αριστοτέλης Γκιόλμας, Παναγιώτης Λάζος, Βασίλειος Μιχαλόπουλος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Αρτεμής Στούμπα, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Άνθιμος Χαλκίδης**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης – Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας*

### **Περίληψη**

Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει μία διδακτική ακολουθία, κατά την οποία φοιτητές έρχονται σε επαφή με δύο βασικά πειράματα της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών: Το Πείραμα της Συμβολής του Young και το πείραμα των Davisson και Germer, το οποίο απέδειξε ότι τα σωματίδια (ηλεκτρόνια) συμπεριφέρονται όντως και ως κύματα (σε συμφωνία με την υπόθεση του de Broglie). Το ερευνητικό ερώτημα που έθεσε η παρούσα έρευνα, αφορά στη δυνατότητα αποτελεσματικής «διδασκαλίας» των βασικών πτυχών της κυματικής συμβολής και τις κυματικές ιδιότητες της ύλης με ταυτόχρονη αποφυγή, κατά το δυνατόν, του μαθηματικού φορμαλισμού. Τα ευρήματα της έρευνας, που σχετίζονται με τα διδακτικά και μαθησιακά αποτελέσματα – δεδομένων των αριθμητικών περιορισμών του δείγματος – μοιάζουν ενθαρρυντικά.

**Λέξεις κλειδιά:** Διδασκαλία, πείραμα δύο σχισμών, Young, περίθλαση, Davisson-Germer

Teaching Young's double-slit experiment and Davisson – Germer experiment, to undergraduate-level educators, aiming at conceptualising diffraction. An empirical research

**Aristotelis Gkiolmas, Panagiotis Lazos, Vasileios Michalopoulos, Constantine Skordoulis, Artemisia Stoumpa, Konstantina Tsalapati, Anthimos Chalkidis**

*Department of Pedagogy and Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens, Greece*

### **Abstract**

The current study presents a teaching sequence, in which undergraduate students come into contact with two key-experiments in the History of Science: Young's Interference Experiment and the Davisson & Germer Experiment, which actually showed that particles

(electrons) behave indeed as waves (in accordance with de Broglie's hypothesis). The research question posed by the present study concerns the possibility of an effective "instruction» about the basic aspects of the wave interference and the wave properties of matter, while avoiding, as far as possible, the mathematical formalism. The research findings, which are related to the teaching and learning outcomes - given the numerical limitations of the sample - look encouraging.

**Keywords:** Teaching, double-slit experiment, Young, diffraction, Davisson-Germer

## Εισαγωγή

Μία διαδεδομένη μέθοδος στη διδακτική της Φυσικής, αφορά στη διδασκαλία της ιστορικής της εξέλιξης, ιδιαίτερα όταν αυτή επιτυγχάνεται μέσω της παρουσίασης και της συζήτησης ιστορικών πειραμάτων (Henke & Höttecke, 2015; Ho-Ttecke, 2000). Σε αυτό το πλαίσιο, επιτυγχάνεται η εδραίωση γνώσης σχετικά με τις αρχές και τις ανακαλύψεις της Φυσικής, ενώ ταυτόχρονα, προσφέρεται η δυνατότητα να αποφευχθεί η νοητική επιβάρυνση που μπορεί να προκαλέσουν στους εκπαιδευόμενους πιο σύνθετοι κανόνες και νόμοι της Φυσικής.

Αυτή είναι και η κύρια ιδέα πίσω από την παρούσα εργασία. Ως μια πρώτη εισαγωγή στη διδακτική του δεισιμού σωματιδίου-κύματος σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, έγινε χρήση μιας συγκεκριμένης μεθόδου ως προς τη διδακτική δύο καίριων πειραμάτων στην ιστορία των Φυσικών Επιστημών, η οποία αποκλείει τον αυστηρό μαθηματικό φορμαλισμό, με συνακόλουθη διερεύνηση σχετικά με τα εκπαιδευτικά και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Τα δύο ιστορικά πειράματα επιλογής ήταν: το πείραμα της συμβολής του Young (Meyer, 2017) και το πείραμα της περίθλασης ηλεκτρονίων των Davisson και Germer (Chourasiya, 2022).

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας ήταν το εξής: Είναι δυνατόν με την παρούσα μεθοδολογία να διδαχθούν αποτελεσματικά οι φοιτητές τη συμβολή των κυμάτων και τις κυματικές ιδιότητες της ύλης (Vokos et al, 2000), δίχως τη χρήση του μαθηματικού φορμαλισμού και των δυσπρόσιτων εννοιών της Φυσικής;

Στο παρελθόν έχουν υπάρξει παρόμοιες προσπάθειες (Baily & Filkenstein, 2010; Krijtenburg-Lewerissa et al., 2017), ωστόσο, οι συγκεκριμένες έρευνες αναφέρονταν σε φοιτητές με βαθιά κατανόηση των πλαισίων της Φυσικής και των Μαθηματικών (π.χ. προπτυχιακούς φοιτητές αντιστοίχων πανεπιστημιακών τμημάτων).

Η σημαντική διαφοροποίηση της παρούσας έρευνας, θεωρούμε πως έγκειται στο γεγονός ότι αφορά σε μελλοντικούς (προπτυχιακούς) εκπαιδευτικούς που είτε έχουν αδυναμία κατανόησης της Φυσικής, είτε μια μη δεδομένη εκδήλωση ενδιαφέροντος προς τη Φυσική.

## Μεθοδολογία

Το δείγμα της έρευνας αποτελείτο από  $N = 6$  φοιτητές και φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΕΚΠΑ (πέντε -5- φοιτήτριες, ένας -1- φοιτητής).

Πριν από αυτό,  $N'=2$  φοιτήτριες αποτέλεσαν ένα πρώτο δείγμα δοκιμαστικού χαρακτήρα έτσι ώστε να ελεγχθούν και να διορθωθούν οι συνεντεύξεις. Τα δύο πειράματα διεξήχθησαν, παρουσία των εκπαιδευόμενων έτσι ώστε να τους δοθεί η δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν με τη διαδικασία - ακολούθως λαμβάνουν μέρος σε ημι-δομημένες ερευνητικές συνεντεύξεις σχετικά με α) τις προβλέψεις τους επί του αποτελέσματος και β) σχετικά με όσα παρακολουθούν να συμβαίνουν και γ) τις γνώσεις που αποκόμισαν από τη διαδικασία (μεταγνώση).

Το πρώτο πείραμα πραγματοποιείται αρχικά στην «υλική» μορφή του με κύματα νερού, αλλά και με ακτίνες laser, και ύστερα – μέσω μιας εναλλακτικής του μορφής – μόνο με τη χρήση ακτίνων laser. Το δεύτερο πείραμα εκτελείται μέσω προσομοιώσεων (McKagan et al, 2008) και απεικονίσεων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (<https://phet.colorado.edu>). Επιπλέον, οι  $N = 6$  φοιτητές λαμβάνουν εκ των προτέρων και εκ των υστέρων ερωτηματολόγια, ώστε να μετρηθεί ο βαθμός γνώσεων που απέκτησαν από τη διδακτική και την πειραματική διαδικασία.

Ένας ερευνητής πραγματοποίησε ημι-δομημένες συνεντεύξεις (Drever, 1995) με κάθε έναν/μία από τους/τις  $N$  φοιτητές και φοιτήτριες, από τις οποίες η κάθε μία είχε διάρκεια πενήντα (50) λεπτών (οι μάσκες και η διατήρηση αποστάσεων ήταν απαραίτητα κριτήρια για τη διεξαγωγή των συνεντεύξεων λόγω του covid-19!).

Πέραν της ηχογράφησης, δόθηκαν στον φοιτητή και στις φοιτήτριες Φύλλα Εργασίας έτσι ώστε να μπορούν να καταγράψουν ή να απεικονίσουν τις παρατηρήσεις τους. Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης και της διαδικασίας της καταγραφής, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες είχαν πάντα τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης τόσο με το «στήσιμο» του πειράματος (καθώς αυτό έλαβε χώρα παρουσία αυτών) στην περίπτωση του πειράματος διπλής σχισμής, όσο και με τις προσομοιώσεις σε υπολογιστή.

Η διαδικασία της συνέντευξης ήταν κατά κύριο λόγο βασισμένη σε τεχνικές ΡΟΕ (Predict – Observe – Explain) ή ΠΠΕ (Προβλέπω- Παρατηρώ - Εξηγώ), (Sani, 2012), ενώ και στις δύο περιπτώσεις των ιστορικών πειραμάτων ο διδακτικός στόχος ήταν τριπλός:

Α) Η διερεύνηση των προβλέψεων των φοιτητών - φοιτητριών και οι λόγοι που τον/τις οδήγησαν στις συγκεκριμένες προβλέψεις,

Β) Η παρακίνηση ως προς την κατεύθυνση της περιγραφής των όσων παρακολουθούν να γίνονται με την παρουσία τους και η όσο το δυνατόν εκτενέστερη εξήγηση αυτών.

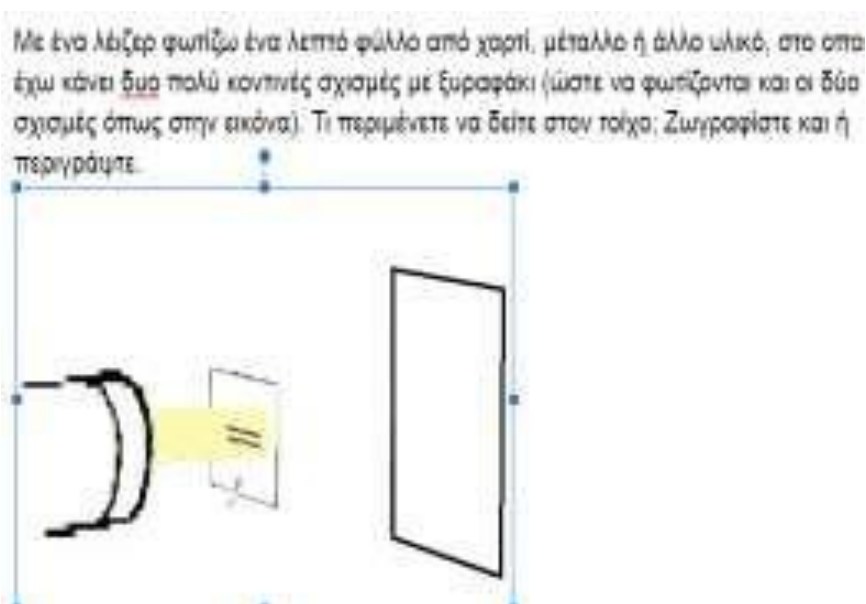
Γ) Η, βάσει δικών τους λέξεων και περιγραφών, σκιαγράφηση της γνώσης που αποκόμισαν και του τρόπου με τον οποίο αυτή προέκυψε, αλλά και οι τοποθετήσεις τους απέναντι στα φαινόμενα έπειτα από την έκθεσή τους στην πειραματική διαδικασία (μεταγνώση).



*Εικόνα 6 Η συσκευή κυματισμών με το νερό στο πάνω μέρος (πάνω σε μια γυάλινη επιφάνεια) χρησιμοποιείται για να διατυπωθούν στους φοιτητές ερωτήσεις σχετικές με τα κύματα επιφάνειας και την συμβολή των υδάτινων κυμάτων (Κάτοχος φωτογραφικών δικαιωμάτων: Π. Λάζος) [Calibri, Bold Italics 9, διάστημα πριν την παράγραφο 6 στ., διάστημα μετά 12 στ.]*

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι το πρώτο πείραμα (παρεμβολή διπλής σχισμής του Young) έλαβε χώρα στην αυθεντική του μορφή με βάση το φως (αποτελούμενο από ακτίνες laser) όσο και στην εναλλακτική του μορφή με δημιουργία κυμάτων νερού με χρήση μιας διάταξης «δεξαμενής κυματισμών» (“ripple tank”). Η διάταξη αυτή, όπως εμφανίζεται στην Εικόνα 1, παραχωρήθηκε στο Τμήμα μας από τον Τομέα Φυσικής του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου της Αθήνας (και θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για αυτό την Επίτιμη Καθηγήτρια Ρόζα Ζαννή-Βλαστού).

Αντίστοιχα πειράματα έγιναν με φωτεινά κύματα, επαγόμενα από διατάξεις laser.



*Εικόνα 2 Ένα παράδειγμα ερώτησης που διατυπώθηκε στον/στην φοιτητή/-τρια στο Φύλλο Εργασίας, ρωτώντας τον/την να διατυπώσει τί πιστεύει ότι θα συμβεί όταν το φως προσπίπτει στη διπλή σχισμή.*

Στην Εικόνα 2 απεικονίζεται ένα παράδειγμα των ερωτημάτων που διατυπώθηκαν στο Φύλλο Εργασίας, το οποίο διαμοιράστηκε στο δείγμα των φοιτητών/φοιτητριών.

## Αποτελέσματα

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων και των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας των φοιτητών/φοιτητριών.

Πέντε ερωτήσεις χαρακτηρίστηκαν ως Ερωτήσεις-Κλειδιά «ΕΚ»).

ΕΚ	Σύντομη διατύπωση ΕΚ	K1*	K2	K3	K4
EK1	Τι περιμένετε να δείτε στην οθόνη, όταν το φως από το laser προσπίπτει στη διάταξη των δύο σχισμών;	1	1	4	0
EK2	Σε σύγκριση με τα κύματα του νερού που είδατε, τι μπορείτε να πείτε για το φως;	3	2	1	0
EK3	Σε τι αντιστοιχούν οι σκοτεινές περιοχές και σε τι οι φωτεινές περιοχές; Πώς εξηγείται αυτό;	1	2	2	1
EK4	Πώς θα περιγράφατε τη συμπεριφορά των ηλεκτρονίων στο (προσομοιωμένο) πείραμα Davisson-Germer; Συγκρίνετε με αυτό που είδατε προηγουμένως με τα κύματα.	2	2	1	1
EK5	Με βάση τις προηγούμενες περιγραφές σας, καταλήγετε σε συμπέρασμα για τα ηλεκτρόνια; Μη διστάσετε να εξηγήσετε.	3	2	1	0
(*) K1 = Επιστημονικά «ορθή», K2 = Εν μέρει επιστημονικά «ορθή» K3 = επιστημονικά «λάθος», K4 = ΔΑ					

Πίνακας 5 Κατανομή των 6 φοιτητών/-τριών στις 5 ΕΚ, ανάλογα με τον βαθμό επιστημονικά «ορθής» τοποθέτησης τους (4 κατηγορίες, K1 – K4)

Μια σύνοψη των ευρημάτων φαίνεται στον πίνακα 1.

## Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας/προσπάθειας που έχει ως σκοπό τη διδασκαλία του δειγματοποιήσιμου κύμα (κύμα - σωματίδιο), με απλούς, αλλά επιστημονικά ορθούς τρόπους, σε φοιτητές. Προφανώς, δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε τους περιορισμούς αυτής της έρευνας οι οποίοι συνοψίζονται στο μικρό πλήθος του δείγματος, στο γεγονός ότι το δείγμα προήλθε κυρίως από εθελοντές - εθελόντριες, και σε περιορισμούς που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση (των ατόμων) εξαιτίας των μέτρων κατά του covid-19 κλπ.

Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματα π.χ. της EK2 τείνουν να υποδεικνύουν ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με τη φύση του φωτός. Ανάλογα, βάσει της EK5 θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι καταλήγουμε –κατά κάποιον τρόπο– στο να διατυπώνουν την κυματική φύση των ηλεκτρονίων.

Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη, ενώ σχεδιάζεται να ακολουθήσουν μελλοντικά σκέλη της έρευνας.



## Βιβλιογραφία

- Baily, C., and Finkelstein, N., D. (2010). Teaching and understanding of quantum interpretations in modern physics courses. *Physics Education Research*, 6(1), 1- 11.
- Chourasiya, S. (2022) *Davisson and Germer Experiment*. Ανακτήθηκε από: <https://www.mphysicstutorial.com/2021/09/davisson-and-germer-experiment.html> , στις 15 Δεκεμβρίου 2022.
- Drever, E. (1995) *Using Semi-structured Interviews in Small-scale Research: A Teacher's Guide*. Glasgow, UK: Scottish Council For Research In Education (S.C.R.E.)
- Henke, A., & Höttecke, D. (2015). Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching. *Science & Education*, 24, 349-385.
- Ho-Ttecke, D. (2000). How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. *Science & Education*, 9, 343-362.
- Krijtenburg-Lewerissa, K., Pol, H., J., Brinkman, A., and van Joolingen, W., R. (2017). Insights into teaching quantum mechanics in secondary and lower undergraduate education. *Physical Review, Physics Education Research*, 13(1), 1- 21.
- McKagan, S., B., Perkins, K., K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., and Wieman, C., E. (2008). Developing and Researching PhET simulations for Teaching Quantum Mechanics. *American Journal of Physics*, 76 (4), 406-418
- Meyer, D. Z. (2017). A student-centered, inquiry-based approach to Young's double-slit experiment (and other investigations of light's wave character). *The Physics Teacher*, 55(3), 159-163.
- Sani, R. A. (2012). Improvement of student competency in Physics using Predict-Observe-Explain-Write (POEW) Learning Model at senior high school. *Jurnal Penelitian Inovasi Pembelajaran Fisika*, 4(02), 01-07.
- Vokos, S., Shaffer, P., S., Ambrose, B., S., and McDermott, L., C. (2000). Student understanding of the wave nature of matter: Diffraction and interference of particles. *Physics Education Research, American Journal of Physics, Suppl. 68 (7)*, 42-51.

## Η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη; Ιδέες μαθητών/τριών Δημοτικού

**Ρήγας Νεοφώτιστος<sup>1</sup>, Ιωάννης Σταράκης<sup>2</sup>, Κρυσταλλία Χαλκιά<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>3</sup>Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ομότιμη Καθηγήτρια*

### Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα μελετώνται οι ιδέες μαθητών/τριών 10-12 ετών για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Βασικό επιχείρημα όσων υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη είναι ότι ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις ως προς τη Γη και καθώς η Γη παρεμβαίνει, εμποδίζει το φως του Ήλιου να φτάσει στη Σελήνη. Όσοι/όσες υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, αναφέρουν ότι ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη είτε επειδή βρίσκεται σε κατάλληλη θέση είτε λόγω της διαφοράς στα σχετικά μεγέθη Ηλίου-Γης, ακόμα και στην περίπτωση που ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται εκατέρωθεν της Γης. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μαθητές/τριες αιτιολογούν τις απόψεις τους βάσει απλοϊκών ερμηνευτικών μηχανισμών που υποκρύπτουν εναλλακτικές ιδέες για ποικίλα αστρονομικά φαινόμενα.

**Λέξεις κλειδιά:** Ιδέες μαθητών/τριών, νοητικά μοντέλα, αυτόφωτη - ετερόφωτη Σελήνη

## Is the Moon self- or hetero- luminous? Alternative ideas of primary school students

**Rigas Neofotistos<sup>1</sup>, Ioannis Starakis<sup>2</sup>, Krystallia Halkia<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Primary Education, <sup>2</sup>Department of Early Childhood Education, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>3</sup>National and Kapodistrian University of Athens, Emeritus Professor*

### Abstract

The present research examines 10-12-year-old students' ideas on the self- or hetero-luminosity of the Moon. Students' main argument in favor of self-luminosity is that the Sun and the Moon are in antipodal points with the Earth between them; it is therefore impossible for the Moon to be illuminated (the Earth as an obstacle). Students in favor of hetero-luminosity either place the Sun in an appropriate position for it to illuminate the Moon or understand that the relevant size difference between the Sun and the Earth makes it possible for the Sun to illuminate the Moon, even if the Earth is between them. Both groups support their ideas by using naïve explanatory reasonings, based on alternative ideas about various astronomical phenomena.

**Keywords:** Students' alternative ideas, conceptual models, Moon's self-luminosity, Moon's hetero-luminosity

## Εισαγωγή

Σύμφωνα με τους Lelliott & Rollnick (2010), το διάστημα 1974 – 2008 αρκετές έρευνες είχαν ως στόχο τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/τριών για έννοιες και φαινόμενα σχετικά με τη Σελήνη. Σε ορισμένες από αυτές καθώς και σε ελάχιστες έτερες έρευνες είτε της ίδιας είτε μεταγενέστερης περιόδου, τίθεται μεταξύ άλλων το ερώτημα εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη (Barnett & Morran, 2002· Benacchio, 2001· Kelfkens & Lelliott, 2006· Osborne et al., 1992· Sherrod & Wilhelm, 2009· Stahly et al., 1999· Wilhelm, 2014). Σε καμία από τις παραπάνω έρευνες δεν αναζητήθηκαν οι ερμηνευτικοί μηχανισμοί στους οποίους οι μαθητές/τριες βασίζουν την άποψή τους. Επομένως, είναι δύσκολο να καταγραφούν οι διαφορές μεταξύ των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη και να δομηθούν προτάσεις διδασκαλίας. Στην Ελλάδα, έχει υλοποιηθεί σχετική έρευνα, μερικά από τα πορίσματα της οποίας παρουσιάζονται παρακάτω (Νεοφώτιστος, 2020).


## Μεθοδολογία

Ερευνητικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των ιδεών μαθητών/τριών για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, εστιάζοντας στους σχετικούς ερμηνευτικούς μηχανισμούς. Προκειμένου να ελεγχθεί η συνέπεια των συλλογισμών τους, διερευνήσαμε τις ιδέες τους για α) τις φάσεις της Σελήνης και β) το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα, ο ερμηνευτικός μηχανισμός των οποίων συνδέεται άμεσα (και) με το γεγονός ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Το βασικό ερευνητικό ερώτημα ήταν: «Ποιες είναι οι ιδέες μαθητών/τριών 10-12 ετών, για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη;», ακολουθούμενο από τα εξής υποερωτήματα: α) «Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης, επηρεάζουν την άποψή τους για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη;», β) «Οι ιδέες των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα, επηρεάζουν την άποψή τους για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη;». Το δείγμα ήταν βολικό και περιλάμβανε 176 μαθητές/τριες από 15 σχολεία του νομού Αττικής. Το ερευνητικό εργαλείο ήταν ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου, δομημένο σε τρεις ενότητες με στόχο τη διερεύνηση αντιλήψεων για: 1) το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, 2) τις φάσεις της Σελήνης, 3) το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Οι απαντήσεις μπορούσαν να δοθούν με γραπτό κείμενο ή/και με σκίτσα. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε αξιοποιώντας ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου (Erickson, 1998).




## Αποτελέσματα

### *Η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη;*

Το 25,6% (N=45) του δείγματος υποστηρίζει ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη (Πίνακας 1) και το 74,4% (N=131) ότι είναι ετερόφωτη (Πίνακας 2). Παρατηρείται ότι και οι δύο απόψεις αιτιολογούνται βάσει απλοϊκών ερμηνευτικών μηχανισμών που υποκρύπτουν εναλλακτικές ιδέες για διάφορα αστρονομικά φαινόμενα.

Θέση	Αιτιολογήσεις	Εναλλακτικές ιδέες	Ποσοστά
Η Σελήνη είναι αυτόφωτη η γιατί είναι αδύνατο να φωτίζεται από τον Ήλιο	1) «Όταν ο Ήλιος βρίσκεται στην άλλη πλευρά της Γης που έχει μέρα, δε φωτίζει τη Σελήνη». 	A) Όταν ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη, η Γη εμποδίζει το φως του Ήλιου να φτάσει στη Σελήνη (Σύγχυση με έκλειψη Σελήνης). B) Η Γη μεγαλύτερη από τον Ήλιο. Γ) Ο Ήλιος πιο κοντά στη Γη από ό,τι η Σελήνη. Δ) Η Σελήνη εμφανίζεται μόνο τη νύχτα.	27/45 (60%)
	2) «Ο Ήλιος είναι μακριά και το φως του δεν φτάνει στη Σελήνη».	Η απόσταση Σελήνης-Ήλιου είναι μεγαλύτερη από εκείνη της Γης με τον Ήλιο, άρα το ηλιακό φως δεν φτάνει στη Σελήνη.	2/45 (4,5%)
	3) Αόριστη ή ταυτολογική διατύπωση	-	16/45 (35,5%)

Πίνακας 1 Ερμηνευτικοί μηχανισμοί (Αυτόφωτη Σελήνη)

Θέση	Αιτιολογήσεις	Εναλλακτικές ιδέες	Ποσοστά
Η Σελήνη είναι ετερόφωτη επειδή (συνεχώς μία πλευρά της) φωτίζεται από τον Ήλιο	1)«Ο Ήλιος είναι πολύ μεγάλος, γι' αυτό φωτίζει τη Σελήνη». 	A) Ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις ως προς τη Γη. B) Τα τρία σώματα φαίνεται να είναι ακίνητα. Γ) Η Σελήνη εμφανίζεται μόνο τη νύχτα.	50/131 (38,2%)
	2)«Ο Ήλιος βρίσκεται ανάμεσα στη Γη και τη Σελήνη και έτσι μπορεί να φωτίζει τη Σελήνη». 	A) Ο Ήλιος βρίσκεται σε οποιαδήποτε άλλη θέση, πέραν της εκ διαμέτρου αντίθετης ως προς τη Γη, ώστε να φωτίζει τη Σελήνη. B) Τα τρία σώματα φαίνεται να είναι ακίνητα. Γ) Γη και Σελήνη βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τον Ήλιο. Δ) Η Γη είναι μεγαλύτερη απ' τον Ήλιο.	48/131 (36,7%)
	3) «Ο Ήλιος κρύβεται πίσω από τη Σελήνη τη νύχτα και τη φωτίζει». 	A) Ο Ήλιος (τη νύχτα) βρίσκεται πίσω από τη Σελήνη και τη φωτίζει (Το φαινόμενο μέρας-νύχτας προκαλείται από την έκλειψη Ηλίου). B) Η Γη είναι μεγαλύτερη από τον Ήλιο. Γ) Υπονοείται γεωκεντρικό σύστημα (Ο Ήλιος κινείται γύρω από τη Γη και τη Σελήνη ή μόνον γύρω από τη Σελήνη).	19/131 (14,6%)
	4) «Ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη τη μέρα. Η Σελήνη αποθηκεύει το φως και το χρησιμοποιεί τη νύχτα».	Η Σελήνη ως μπαταρία: Φορτίζει τη μέρα από τον Ήλιο και αποδίδει τη φωτεινή ηλιακή ενέργεια τη νύχτα.	6/131 (4,5%)
	5) «Αν η Σελήνη είχε δικό της φως θα φαινόταν διαρκώς ολόκληρη».	-	4/131 (3%)
	6) Δεν ξέρω/δεν απαντώ	-	4/131 (3%)

Πίνακας 2 Ερμηνευτικοί μηχανισμοί (Ετερόφωτη Σελήνη)

### Ποιοτικές διαφορές των δύο πληθυσμών

Σε δεύτερο στάδιο, η ποιοτική ανάλυση των αιτιολογήσεων και των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών, όπως απεικονίζονται στους Πίνακες 1 και 2, οδήγησε στον εντοπισμό χρήσιμων ενδείξεων για τις διαφορές μεταξύ των δύο πληθυσμών. Αναλυτικότερα, οι μαθητές/τριες που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, αντιλαμβάνονται τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω: α) ο Ήλιος και η Σελήνη δεν βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη, β) τη διαφορά στα σχετικά μεγέθη του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη (Πίνακας 2: κατηγορίες 1-3, Εικόνα 1, Εικόνα 2). Επομένως, παρά το πλήθος των εναλλακτικών ιδεών τους για τις σχετικές κινήσεις και σε κάποιες περιπτώσεις για τα σχετικά μεγέθη του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, αντιλαμβάνονται ότι ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη. Αντιθέτως, εκείνοι/ες που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, τοποθετούν τον Ήλιο και τη Σελήνη σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη και σχεδιάζουν τα τρία σώματα ως ισομεγέθη (Πίνακας 1: κατηγορία 1).



Εικόνα 1 Ο Ήλιος σε κατάλληλη θέση ώστε να φωτίζει τη Σελήνη (με αντίληψη για τα σχετικά μεγέθη) (ετερόφωτη Σελήνη)



Εικόνα 2 Ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη, αλλά η διαφορά στα σχετικά μεγέθη επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να ακολουθήσουν την ορθή πορεία προς τη Γη (ετερόφωτη Σελήνη)

### Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης

Η ποιοτική ανάλυση των αιτιολογήσεων και εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών οδήγησε στην κατηγοριοποίησή τους, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Οι ιδέες που εντοπίστηκαν για τις φάσεις της Σελήνης καταγράφονται και

σε προγενέστερες έρευνες (Χαλκιά, 2006· Bailey & Slater, 2003· Baxter, 1989· Dunlop, 2000· Sharp, 1996· Trumper, 2010).

Ιδέες/αιτιολογήσεις για τις φάσεις της Σελήνης	N (%) (Ετερόφωτη Σελήνη)	N (%) (Αυτόφωτη Σελήνη)
Οι φάσεις δημιουργούνται όταν κάποιο εμπόδιο μπαίνει μπροστά στη Σελήνη.	42/131 (32%)	17/45 (37,8%)
Φωτίζονται / φωτίζουν συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης.	34/131 (25,9%)	7/45 (15,6%)
Επιστημονική άποψη.	18/131 (13,7%)	3/45 (6,7%)
Όλες οι φάσεις της Σελήνης εμφανίζονται στη διάρκεια μίας νύχτας.	7/131 (5,3%)	6/45 (13,3%)
Η ποσότητα του φωτός που πάει στη Σελήνη μεταβάλλεται.	14/131 (10,7%)	-
Αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν	5/131 (3,9%)	7/45 (15,5%)
ΔΞ/ΔΑ	11/131 (8,5%)	5/45 (11,1%)

Πίνακας 3 Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης

Παρατηρείται ότι οι μαθητές/τριες κατά βάση παρουσιάζουν κοινές εναλλακτικές ιδέες για τις φάσεις της Σελήνης, αλλά δίνουν διαφορετική τεκμηρίωση ανάλογα με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Για παράδειγμα α) Εμπόδιο. Αυτόφωτη Σελήνη: «Όταν ένας πλανήτης περάσει μπροστά από τη Σελήνη, τότε το φως της δεν μπορεί να έρθει στη Γη». Ετερόφωτη Σελήνη: «Ένας πλανήτης που τυχαίνει να περνάει μπροστά από τη Σελήνη κρύβει ένα κομμάτι της», β) Συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης φωτίζουν ή φωτίζονται. Αυτόφωτη Σελήνη: «Η Σελήνη όσο περισσότερη φωτεινότητα έχει, φαίνεται πιο γεμάτη». Ετερόφωτη Σελήνη: «Τα σχέδια της Σελήνης μεγαλώνουν, επειδή αυτό το κομμάτι φωτίζεται τη συγκεκριμένη νύχτα». Οι απαντήσεις αυτές υποδεικνύουν ότι προσπαθούν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο με βάση την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Η παρατήρηση αυτή ενισχύεται και από το γεγονός ότι ορισμένοι/ες μαθητές/τριες, οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, πλησίασαν την επιστημονική άποψη.

Κριτήρια για να θεωρηθεί κάποια απάντηση ως επιστημονικά αποδεκτή ήταν να συμπεριλαμβάνει μεμονωμένα ή συνδυαστικά τα εξής στοιχεία: α) Η μισή Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, β) Το τμήμα του φωτισμένου μισού που είναι ορατή από τη Γη, καθορίζεται από τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης γ) Η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη (Πέλλα & Χαλκιά, 2016). Οι εν λόγω μαθητές/τριες, παρά το γεγονός ότι αντιλαμβάνονται πως οι φάσεις καθορίζονται από το ποιο τμήμα του φωτισμένου κομματιού της Σελήνης βλέπουμε, η άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη δεν επηρεάστηκε. Στη συνέχεια, οι απαντήσεις των μαθητών/τριών κατηγοριοποιήθηκαν όπως φαίνεται στον Πίνακα 4 (τα ποσοστά αφορούν το σύνολο κάθε πληθυσμού αντίστοιχα).

Απαντήσεις	Πληθυσμός1: Αυτόφωτη Σελήνη	Πληθυσμός2: Ετερόφωτη Σελήνη
Εναλλακτικές ιδέες	35/45 (77,8%)	97/131 (74%)
Επιστημονική άποψη	3/45 (6,7%)	18/131 (13,7%)
Μη ταξινομήσιμες	7/45 (15,5%)	16/131 (12,3%)

Πίνακας 4 Ανάλυση απαντήσεων για τις φάσεις της Σελήνης

Φαίνεται ότι το ποσοστό των ιδεών για τις φάσεις της Σελήνης είναι παρόμοιο και στους δύο πληθυσμούς. Όπως ήδη αναφέρθηκε, σε κάποιες περιπτώσεις οι ιδέες είναι ίδιες αλλά αποτυπώνονται με διαφορετική τεκμηρίωση και καθορίζονται από την άποψη ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Επιπλέον, η επιστημονική άποψη εμφανίζεται σε πολύ μικρά ποσοστά και στους δύο πληθυσμούς, από το οποίο προκύπτει ότι: α) οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη παρουσιάζουν συνήθως εναλλακτικές ιδέες για τις φάσεις της Σελήνης, β) ορισμένοι/ες μαθητές/τριες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, ενώ αντιλαμβάνονται πως οι φάσεις της Σελήνης καθορίζονται από το ποιο τμήμα του φωτισμένου τμήματος της βλέπουμε, η άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη δεν μεταβάλλεται.

Συμπερασματικά, οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης δεν επηρεάζουν την άποψή τους για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Διαφορετικά, θα έπρεπε το ποσοστό το οποίο παρουσιάζει την άποψη ότι Σελήνη είναι ετερόφωτη, να ήταν παραπλήσιο με το ποσοστό που λαμβάνει υπόψη τις σχετικές κινήσεις για να εξηγήσει επιστημονικά τις φάσεις. Μάλιστα, φαίνεται ότι ανάλογα με την άποψή τους, οι μαθητές/τριες ερμηνεύουν το φαινόμενο στηρίζοντας τον συλλογισμό τους σε διαφορετική βάση.

#### **Οι ιδέες των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα**

Η ποιοτική ανάλυση των αιτιολογήσεων και εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών οδήγησε στην κατηγοριοποίησή τους, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5. Οι ιδέες που εντοπίστηκαν για το εν λόγω ερώτημα καταγράφονται και σε προγενέστερες έρευνες (Τέκος, 2012· Χαλκιά, 2012·, Driver et. al., 1998).

Εναλλακτικές ιδέες	N (%) (αυτόφωτη Σελήνη)	N (%) (ετερόφωτη Σελήνη)
Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από πηγή προς το αντικείμενο (μπάλα).	36/45 (80%)	85 (64,8%)
Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή και προς το αντικείμενο και προς το μάτι.	1/45 (2,2%)	-
Εκπομπή φωτεινών ακτινών από την πηγή (λάμπα) προς το μάτι ή/και προς το αντικείμενο (μπάλα).	3/45 (6,6%)	6/131 (4,5%)
Συνεργατική εκπομπή φωτεινών ακτινών (από τη φωτεινή πηγή και από το μάτι προς το αντικείμενο).	4/45 (8,8%)	9/131 (6,8%)
Ενεργός ρόλος ματιού (μάτια-φωτεινή πηγή-αντικείμενο).	1/45 (2,2%)	-
Υποκινούμενη εκπομπή (φωτεινή πηγή-μάτια-αντικείμενο).	-	4/131 (3%)
Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (φωτεινή πηγή-αντικείμενο-μάτια).	-	20/131 (15,3%)
Αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν.	-	7/131 (5,3%)

*Πίνακας 5 Σύγκριση των ιδεών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα*

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5, οι μαθητές/τριες εμφανίζουν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους κοινές κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών. Η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα

των μαθητών/τριών είτε πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη είτε αυτόφωτη, είναι η ιδέα της μονής εκπομπής φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο, με τις υπόλοιπες κοινές εναλλακτικές ιδέες να εμφανίζονται με πολύ μικρότερα ποσοστά. Οι εναλλακτικές ιδέες, οι οποίες διαφέρουν για κάθε πληθυσμό, εμφανίζονται επίσης με μικρά ποσοστά. Παράλληλα, παρατηρείται ότι η επιστημονική άποψη αναφέρεται μόνο από μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Οι εν λόγω μαθητές/τριες ενδεχομένως μπορούν ευκολότερα να εξηγήσουν το πώς γίνεται ορατό ένα αντικείμενο με το οποίο έχουν οικειότητα από την καθημερινότητά τους, παρά ένα σώμα το οποίο ανήκει στον μακρόκοσμο (Σελήνη). Στη συνέχεια, η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των μαθητών/τριών, οδήγησε στην κατηγοριοποίησή τους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 6 (τα ποσοστά αφορούν το σύνολο κάθε πληθυσμού αντίστοιχα).

Απαντήσεις	Πληθυσμός1: Αυτόφωτη Σελήνη	Πληθυσμός2: Ετερόφωτη Σελήνη
Εναλλακτικές ιδέες	45/45 (100%)	104/131 (79,3%)
Επιστημονική άποψη	-	20/131 (15,3%)
Μη ταξινομήσιμες	-	7/131 (5,4%)

*Πίνακας 6 Ανάλυση απαντήσεων για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα*

Παρατηρείται ότι το 100% όσων υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, αλλά και ένα μεγάλο ποσοστό (79,3%) όσων υποστηρίζουν ότι είναι ετερόφωτη, διατυπώνουν εναλλακτικές ιδέες για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Επιπλέον, όπως ήδη αναφέρθηκε, η επιστημονική άποψη εμφανίζεται αποκλειστικά στον πληθυσμό 2 (ετερόφωτη Σελήνη). Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, είναι πιθανότερο (έστω σε μικρό ποσοστό) να γνωρίζουν το πώς τα ετερόφωτα αντικείμενα γίνονται ορατά και ενδεχομένως να αντιληφθούν το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον παρατηρητή/τρια στη Γη. Από την άλλη, το ποσοστό το οποίο φαίνεται να γνωρίζει την επιστημονική άποψη είναι πολύ μικρό σε σχέση με το σύνολό τους.

Οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, παρουσιάζουν συνήθως εναλλακτικές ιδέες για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Ενώ αντιλαμβάνονται ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, στην πλειοψηφία τους δεν έχουν κατανοήσει πώς γίνεται ορατό ένα ετερόφωτο αντικείμενο. Συμπερασματικά, φαίνεται ότι οι ιδέες των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα, δεν επηρεάζουν την άποψή τους για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Διαφορετικά, θα έπρεπε το ποσοστό το οποίο παρουσιάζει την άποψη ότι Σελήνη είναι ετερόφωτη, να είναι παραπλήσιο με το ποσοστό που αναφέρει την επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Τέλος, να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τους Πίνακες 4 και 6 φαίνεται ότι υπάρχει ένα σχετικά μικρό αλλά σταθερό ποσοστό από τον πληθυσμό 2 (περίπου 14%) που αναπτύσσει την επιστημονική άποψη τόσο για το φαινόμενο των φάσεων όσο και για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα.



## Συμπεράσματα

Η άποψη των μαθητών/τριών για την αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη έχει να κάνει με τις γνώσεις ή τις ιδέες τους για α) το γεγονός ότι ο Ήλιος είναι η βασική πρωτογενής πηγή φωτός στο ηλιακό σύστημα, β) τον τρόπο διάδοσης του φωτός και γ) το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Για τον λόγο αυτό και προκειμένου να διευκρινίσουμε το κατά πόσον οι ιδέες τους για την αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη βασίζονται σε ένα συνεπές εννοιολογικό υπόβαθρο, διερευνήσαμε κατά πόσον οι μαθητές/τριες: 1) αξιοποιούν ερμηνευτικούς μηχανισμούς που βασίζονται στην επιστημονική άποψη και 2) ακολουθούν τον ίδιο ερμηνευτικό συλλογισμό και σε άλλα σχετικά φαινόμενα που ερμηνεύονται με τον ίδιο μηχανισμό (φάσεις της Σελήνης, πώς βλέπουμε τα αντικείμενα).

Εντοπίστηκε ότι οι μαθητές/τριες επιχειρηματολογούν υπέρ της αυτόφωτης ή ετερόφωτης Σελήνης βάσει απλοϊκών ερμηνευτικών μηχανισμών που συνδέονται με εναλλακτικές ιδέες για διάφορα φαινόμενα. Επιπλέον, η πλειοψηφία και των δύο πληθυσμών μοιράζεται τις ίδιες εναλλακτικές ιδέες για τις φάσεις της Σελήνης και το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Συνεπώς, ακόμη κι εάν οι απαντήσεις τους για ένα φυσικό φαινόμενο είναι κοντά στην επιστημονική άποψη, ίσως δεν βασίζονται σε ένα συνεπές εννοιολογικό πλαίσιο, αλλά σε επιφανειακές πληροφορίες τις οποίες προσπαθούν να αιτιολογήσουν βασιζόμενοι/ες σε διάφορες εναλλακτικές ιδέες. Ένα μικρό μόνο μέρος των μαθητών/τριών που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, φαίνεται να κατέχει την επιστημονική άποψη, ερμηνεύοντας όλα τα ζητούμενα με συνέπεια. Κοντολογίς, από την έρευνα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1) Περίπου ένας/μία στους/στις τέσσερις μαθητές/τριες του δείγματος υποστηρίζει ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη.

2) Η βασική υποκείμενη εναλλακτική ιδέα των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, είναι ότι επειδή θεωρούν ότι ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη, δεν είναι δυνατόν να μπορεί ο Ήλιος να φωτίσει τη Σελήνη (η Γη ως εμπόδιο/σύγχυση με έκλειψη Σελήνης). Ως εκ τούτου, προκειμένου οι μαθητές/τριες να αντιληφθούν ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, βασική προϋπόθεση είναι η κατανόηση των σχετικών κινήσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, των σχετικών μεγεθών και αποστάσεών τους.

3) Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης, δεν επηρεάζουν τις ιδέες τους για το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Αντιθέτως, ο τρόπος που εξηγούν τις φάσεις, επηρεάζεται από το εάν πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.

4) Οι ιδέες των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα, δεν επηρεάζουν τις ιδέες τους για το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Παράλληλα, προκειμένου να κατανοήσουν το γιατί η Σελήνη είναι ορατή, προϋπόθεση είναι η κατανόηση των εξής εννοιών της οπτικής: πώς γίνονται ορατά τα ετερόφωτα αντικείμενα, πώς βλέπουμε/λειτουργία ματιού, ορισμός των εννοιών: Αυτόφωτα σώματα/ετερόφωτα σώματα, ευθύγραμμη διάδοση του φωτός.

Προτείνεται η περαιτέρω διερεύνηση των απόψεων των μαθητών/τριών για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, καθώς στη διεθνή βιβλιογραφία δεν εντοπίζονται επαρκή ερευνητικά δεδομένα σχετικά με το θέμα αυτό. Σε μελλοντική

αντίστοιχη έρευνα, προτείνεται η χρήση συνεντεύξεων ως ερευνητικό εργαλείο. Επιπλέον, θα είχε μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον να διερευνηθούν τα μονοπάτια μάθησης των μαθητών/τριών (learning pathways), μέσα από τα οποία μπορούν να αντιληφθούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Τέλος, θεωρούμε ότι τα ερευνητικά δεδομένα που αντλήθηκαν από την παρούσα εργασία, δημιουργούν τη βάση πάνω στην οποία μπορεί να δομηθεί σχετική διδακτική ακολουθία κονστрукτιβιστικής προσέγγισης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, φαίνεται ότι είναι σημαντικό η διδασκαλία των σχετικών κινήσεων, των σχετικών μεγεθών και αποστάσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη να αποτελεί το πρώτο μέρος της διδακτικής αυτής ακολουθίας.

## Βιβλιογραφία

- Νεοφώτιστος, Ρ. (2020). *Διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών της Ε' και Στ' Δημοτικού για το εάν η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη* [Μεταπτυχιακή εργασία, Π.Τ.Δ.Ε. του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα. Ανακτήθηκε στις 10/8/2020, στο <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2917002/file.pdf>.
- Πέλλα Θ. & Χαλκιά, Κ. (2016). Ιδέες των παιδιών για τις φάσεις της Σελήνης και μία πρόταση αναδόμησης τους προς το επιστημονικό πρότυπο. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, Μ. Καλλέρη (επιμ.), *Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, (σελ. 628 – 636). Θεσσαλονίκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Τέκος, Γ. (2012). *Διδασκαλία και μάθηση της Οπτικής στο Δημοτικό Σχολείο: Η ανάπτυξη αναλυτικού προγράμματος και εκπαιδευτικού λογισμικού εποικοδομητικού τύπου με βάση τις ιδέες των μαθητών/τριών*. [Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας]. Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης & Ηλεκτρονικού Περιεχομένου. <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/27379?lang=el#page/1/mode/2up>
- Χαλκιά, Κ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν: Η διαδρομή από την επιστημονική στη σχολική γνώση*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Πατάκη.
- Bailey, J. M., & Slater, T. F. (2003). A Review of Astronomy Education Research. *Astronomy Education Review*, 2(2), 20–45.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, W., (1998). *Οικοδομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών* (Μ. Χατζή, Μτφρ.). Τυπωθήτω Δαρδανός.
- Dunlop, J. (2000). How Children Observe the Universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17(2), 194–206.
- Barnett, M., & Morran, J. (2002). Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24(8), 859–879.
- Benacchio, L. (2001). The importance of the moon in teaching astronomy at the primary school. In: Barbieri C., Rampazzi F.(eds) *Earth-Moon Relationships*. Springer.
- Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. In *Second International Handbook of Science Education*. Στο: B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Springer International Handbooks of Education*, pp. 1451-1469. Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-9041-7\\_93](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-9041-7_93).

- Kelfkens, L., & Lelliott, A. D. (2006). Seeing the crescent moon or full moon? An investigation into student and teachers' understanding of the phases of the moon. *Proceedings of the 14th Annual SAARMSTE Conference*, (pp. 402 – 412). Pretoria, University of Pretoria.
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974-2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799.
- Osborne, J., Black, P., Smith, M., & Meadows, J. (1992). *Light*. University Press.
- Sharp, J. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685-712.
- Sherrod, S.E., & Wilhelm, J. (2009). A Study of How Classroom Dialogue Facilitates the Development of Geometric Spatial Concepts Related to Understanding the Cause of Moon Phases. *International Journal of Science Education*, 31(7), 873-894.
- Stahly, L., Krockover, G., & Shepardson, D. (1999). Third grade students' ideas about the lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 159-177.
- Trumper, R. (2010). A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111-1123.
- Wilhelm, J. (2014). Young Children Do Not Hold the Classic Earth's Shadow Misconception to Explain Lunar Phases. *School Science and Mathematics*, 114(7), 349–363.

## Οι ιδέες μαθητών/τριών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας

**Αλεξάνδρα Παρασκευοπούλου<sup>1</sup>, Ιωάννης Σταράκης<sup>2</sup>, Κρυσταλλία Χαλκιά<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>2</sup>Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής της Προσχολικής Ηλικίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο της τη διερεύνηση αντιλήψεων μαθητών Ε' και ΣΤ' δημοτικού για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας σε έναν τόπο στην πορεία του έτους αλλά και τη σύγκριση αυτής σε τόπους με διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη την ίδια ημερομηνία. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με συμπλήρωση ερωτηματολογίου από 215 μαθητές/τριες Ε' και ΣΤ' τάξης 4 Δημοτικών Σχολείων της Αθήνας. Από την έρευνα προέκυψε ότι οι μαθητές/τριες α) δεν συσχετίζουν το φαινόμενο ούτε με την κλίση του άξονα της Γης ούτε με τις κινήσεις της β) το αποδίδουν κυρίως στις καιρικές συνθήκες (υψηλότερη θερμοκρασία συνεπάγεται μεγαλύτερη διάρκεια μέρας) και στον ανθρώπινο παράγοντα (αλλαγή ώρας, διαφορετικές ζώνες ώρας).

**Λέξεις κλειδιά:** διδακτική της αστρονομίας, αλλαγή στη διάρκεια της μέρας, εναλλακτικές ιδέες

## The primary education students' ideas about the change of day's length

**Alexandra Paraskevopoulou<sup>1</sup>, Ioannis Starakis<sup>2</sup>, Krystallia Halkia<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>2</sup>Department of Early Childhood Education, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

The present study focuses on the exploration of the alternative ideas of elementary school students (Year 5 & 6) regarding the change of the length of a day in one place over a year and in places on different latitude on the same date. The research was carried out using a questionnaire completed by 215 students in Grade 5 and Grade 6 at four elementary schools in Athens. The research showed that the students a) do not correlate the phenomenon either with the inclination of the Earth's axis or with its movements b) attribute it mainly to the weather conditions (higher temperature means longer day duration) and to the human factor (time change, different time zones).

**Keywords:** astronomy education, day length change, alternative ideas

## Εισαγωγή

Οι βασικές δραστηριότητες του ανθρώπου καθορίζονται σε καθημερινή βάση από τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας. Η διάρκεια της μέρας και της νύχτας διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή και το γεωγραφικό πλάτος. Εντονότερη διαφορά στη διάρκεια της μέρας έχουν, ανάλογα την εποχή, οι τόποι που βρίσκονται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Η αλλαγή στη διάρκεια αυτή οφείλεται στην κλίση του νοητού άξονα της Γης, στην ιδιοπεριστροφή της και την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο (Χαλκιά, 2006).

Η διδασκαλία των εννοιών της αστρονομίας κινεί από τη μία το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, αφού αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής τους εμπειρίας, διαμέσου της οποίας προσπαθούν να εξηγήσουν τον κόσμο γύρω τους και μάλιστα από μικρή ηλικία (Percy, 1998). Ταυτόχρονα, όμως, έρευνες έχουν δείξει ότι παρουσιάζει ιδιαίτερη δυσκολία διότι οι μαθητές/τριες για διάφορους λόγους έχουν οικοδομήσει εναλλακτικές αντιλήψεις για τα ουράνια φαινόμενα (Κουλαϊδής, 2002· Χαλκιά, 2006· Salierno et al., 2018· Vosniadou, 1991). Υποστηρίζεται, λοιπόν, ότι προκειμένου οι μαθητές/τριες να κατανοήσουν σύνθετα φαινόμενα όπως αυτό, πρέπει να δημιουργήσουν τα κατάλληλα νοητικά μοντέλα που ερμηνεύουν τις κινήσεις της Γης σε σχέση με τον Ήλιο (Χαλκιά, 2006).

Από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι δεν υπάρχουν έρευνες που εξετάζουν ολοκληρωμένα/αυτόνομα τις ιδέες μαθητών/τριών για το εν λόγω φαινόμενο. Σε ελάχιστες περιπτώσεις απαντώνται αποσπασματικά σχετικά ερωτήματα σε έρευνες για τις ιδέες μαθητών/τριών άλλων φαινομένων. Από αυτές προκύπτουν οι παρακάτω αντιλήψεις:

- το Καλοκαίρι η μέρα διαρκεί περισσότερο, διότι η Γη βρίσκεται πιο κοντά στον Ήλιο και δέχεται περισσότερο φως (Radinsky et al., 2010)
- η Γη γυρίζει πιο αργά το καλοκαίρι (Radinsky et al., 2010)
- η διάρκεια της μέρας εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες (Trumper, 2006).

Στην παρούσα έρευνα διερευνώνται οι ιδέες μαθητών/τριών αποκλειστικά για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας κατά την πάροδο των εποχών στον ίδιο τόπο αλλά και σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη στο ίδιο ημισφαίριο την ίδια ημερομηνία.

Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας διαμορφώνεται ως εξής: «Ποιες είναι οι ιδέες μαθητών/τριών Ε΄-ΣΤ΄ δημοτικού για α) την αλλαγή στη διάρκεια της μέρας στον ίδιο τόπο στην πορεία του έτους, β) τη διαφορά στη διάρκεια της μέρας σε τόπους με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος την ίδια ημερομηνία;»

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 106 μαθητές/τριες Ε΄ και 109 μαθητές/τριες ΣΤ΄ τάξης από 4 δημοτικά σχολεία της Αττικής, στα οποία υπήρχε πρόσβαση (βολική δειγματοληψία). Βασικό ερευνητικό εργαλείο ήταν γραπτό ερωτηματολόγιο που αποτελούνταν από 7 κλειστές και 7 ανοιχτές ερωτήσεις και απευθύνονταν ατομικά

σε κάθε έναν/μία μαθητή/τρια. Ο χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ήταν 45 λεπτά.

Ο χαρακτήρας της έρευνας αυτής είναι διερευνητικός. Έτσι, προκειμένου να αναλυθούν τα δεδομένα, έγινε χρήση τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών μεθόδων ανάλυσης περιεχομένου (Erickson, 1998). Συγκεκριμένα, για τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου σε κάθε κατηγορία απαντήσεων επιλέχθηκαν λέξεις ή φράσεις κλειδιά, οι οποίες λειτούργησαν ως τα μέσα εκείνα κωδικοποίησης για την κατάταξη μιας γραπτής απάντησης σε μία συγκεκριμένη κατηγορία. Επιπλέον, το περιεχόμενο του εκάστοτε σχήματος που προαιρετικά ζωγράφιζε ο/η κάθε μαθητής/τρια λειτουργούσε ως μέσο επιβεβαίωσης ή συμπλήρωσης των γραπτών απαντήσεων ενισχύοντας τον δείκτη αξιοπιστίας της έρευνας.

Αρχικά διερευνήθηκε η σχέση διάρκειας μέρας-νύχτας κατά την ημερομηνία συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου στην περιοχή των μαθητών/τριών. Ακολούθησαν ερωτήματα για την αλλαγή στη διάρκεια της μέρας στην πορεία του έτους στην ίδια περιοχή. Τέλος, οι μαθητές/τριες ερωτήθηκαν για τη διαφορά στη διάρκεια της μέρας ανάμεσα σε τόπους με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος την ίδια ημερομηνία.

Οι βασικοί άξονες ερωτημάτων ήταν οι ακόλουθοι:

1. *«Σήμερα ποια είναι η σχέση μέρας και νύχτας;»*,
2. *«Η μέρα αύριο θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με/από τη σημερινή;»*,
3. *«Σε 3 μήνες η μέρα θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με/από τη σημερινή;»*,
4. *«Σε 6 μήνες η μέρα θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με/από τη σημερινή;»*,
5. *«Η μέρα σήμερα στη Θεσσαλονίκη είναι ίση, μεγαλύτερη ή μικρότερη από/με τη μέρα στην Αθήνα;»*,
6. *«Η μέρα σήμερα στο Ελσίνκι είναι ίση, μεγαλύτερη ή μικρότερη από/με τη μέρα στην Αθήνα;»*.

Για κάθε άξονα ερωτήματος υπήρχε μια κλειστού και μια ανοιχτού τύπου ερώτηση. Για παράδειγμα, στην ερώτηση *«Σήμερα ποια είναι η σχέση μέρας και νύχτας;»* οι μαθητές/τριες έπρεπε να συμφωνήσουν ή να διαφωνήσουν με τις προτάσεις που ακολουθούσαν: *«Σήμερα η μέρα είναι μεγαλύτερη (διαρκεί περισσότερο) από τη νύχτα»*, *«Σήμερα η μέρα είναι μικρότερη (διαρκεί λιγότερο) από τη νύχτα»*, *«Σήμερα η μέρα είναι ίση (διαρκεί το ίδιο) με τη νύχτα»*, ενώ στη συνέχεια έπρεπε να αιτιολογήσουν την άποψή τους γραπτώς ή/και με το ανάλογο σκίτσο. Ομοίως, στην ερώτηση *«Η μέρα σήμερα στη Θεσσαλονίκη είναι ίση, μεγαλύτερη ή μικρότερη από/με τη μέρα στην Αθήνα;»* οι μαθητές/τριες έπρεπε να συμφωνήσουν ή να διαφωνήσουν με τις ακόλουθες προτάσεις: *«Η μέρα σήμερα στη Θεσσαλονίκη είναι ίση (διαρκεί το ίδιο) με τη μέρα στην Αθήνα (Ο ήλιος στη Θεσσαλονίκη ανέτειλε ακριβώς την ίδια ώρα με την Αθήνα και θα δύσει ακριβώς την ίδια ώρα με την Αθήνα)»*, *«Η μέρα σήμερα στη Θεσσαλονίκη είναι μεγαλύτερη (διαρκεί περισσότερο) από τη μέρα στην Αθήνα (Ο ήλιος στη Θεσσαλονίκη ανέτειλε νωρίτερα από την Αθήνα και θα δύσει πιο αργά από την Αθήνα)»*, *«Η μέρα σήμερα στη Θεσσαλονίκη είναι μικρότερη (διαρκεί λιγότερο) από τη μέρα στην Αθήνα (Ο ήλιος στη Θεσσαλονίκη ανέτειλε πιο αργά από την Αθήνα και θα δύσει πιο νωρίς από την Αθήνα)»* και στη συνέχεια έπρεπε να αιτιολογήσουν την άποψή τους

γραφτώς ή/και με το ανάλογο σκίτσο. Το μοτίβο αυτό ακολουθήθηκε και στις υπόλοιπες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

## Αποτελέσματα

### Διάρκεια μέρας στον ίδιο τόπο στην πορεία του έτους

Στις 4 πρώτες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, διερευνήθηκε η σχέση διάρκειας μέρας-νύχτας κατά την ημερομηνία συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου στην περιοχή των μαθητών/τριών καθώς και η αλλαγή στη διάρκεια της μέρας, μία μέρα, τρεις και έξι μήνες μετά την ημερομηνία συμπλήρωσης στην ίδια περιοχή. Από τη σχετική ανάλυση προέκυψε ότι:

α) Αρκετοί/ες μαθητές/τριες υποστήριξαν ότι υπάρχουν χρονικά διαστήματα στα οποία η διάρκεια της μέρας δεν αλλάζει, αλλά μένει συνεχώς ίση με τη διάρκεια της νύχτας (χωρίς να δώσουν περαιτέρω εξηγήσεις) (Εικόνα 1):



Εικόνα 1 Η διάρκεια της μέρας είναι ίση με εκείνη της νύχτας

Το ποσοστό αυτό ήταν σαφώς μεγαλύτερο όταν τα χρονικά διαστήματα που μεσολάβησαν ήταν μικρά (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα οι μαθητές σε ποσοστό 43% θεώρησαν ότι η διάρκεια της μέρας δεν αλλάζει μέσα σε 24 ώρες:

«Δε θα έχει περάσει πολύς χρόνος από σήμερα και δε θα αλλάξει κάτι...»  
ενώ το σχετικό ποσοστό αυτό έπεσε γύρω στο 15% όταν μεσολάβησαν 3 ή 6 μήνες.

Υπάρχει αλλαγή στη διάρκεια της μέρας;	Ναι		Όχι		Δεν ξέρω – Δεν απαντώ		Ασυνεπείς απαντήσεις	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Μετά από μία μέρα	67	32%	93	43%	3	1%	52	24%
Μετά από 3 μήνες	124	58%	32	15%	3	1%	56	26%
Μετά από 6 μήνες	111	52%	36	17%	7	3%	61	28%

Πίνακας 1 Υπάρχει αλλαγή στη διάρκεια της μέρας;

Αξιοσημείωτο ήταν όμως και το ποσοστό των μαθητών/τριών (γύρω στο 25%) οι οποίοι δεν είχαν συνέπεια στην απάντησή τους. Για παράδειγμα, οι μαθητές/τριες συχνά επέλεγαν στις κλειστές ερωτήσεις δύο αντικρουόμενες μεταξύ

τους απαντήσεις (π.χ ότι μετά από 3 μήνες «η μέρα μεγαλώνει» και «η νύχτα μεγαλώνει» ή το ανάποδο, κάτι που δεν έχει λογική και συνέπεια). Μπορούμε λοιπόν να υποθέσουμε ότι αυτοί οι μαθητές/τριες δεν έχουν μια ξεκάθαρη εικόνα για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας κατά τη διάρκεια ενός έτους.

β) Η κυρίαρχη ερμηνεία (σε ποσοστό 50%) ανάμεσα στους μαθητές/τριες που θεωρούσαν ότι η διάρκεια της μέρας αλλάζει κατά τη διάρκεια ενός έτους, ήταν εκείνη σύμφωνα με την οποία η μεταβολή αυτή οφείλεται στις διαφορετικές εποχές του χρόνου (το καλοκαίρι έχουμε μεγάλη μέρα, ενώ τον χειμώνα έχουμε μεγάλη νύχτα), δίχως να παρατίθενται περαιτέρω εξηγήσεις. Στην περίπτωση αυτή οι μαθητές/τριες αναπαράγουν τα παρατηρησιακά τους δεδομένα σε μια ταυτολογική βάση:

*«Η μέρα αλλάζει ξανά το Καλοκαίρι. Τώρα έχουμε Άνοιξη άρα έχουμε ίση μέρα και νύχτα»*

Ένα μικρότερο ποσοστό μαθητών/τριών (10%) απέδωσαν την όποια απότομη αλλαγή σε ανθρώπινες παρεμβάσεις (π.χ. αλλαγή της ζώνης ώρας 2 φορές τον χρόνο):

*«Γιατί η ώρα άλλαξε και η μέρα μεγάλωσε μια ώρα»*

Τέλος, αρκετοί/ες μαθητές/τριες (33%), ενώ διαπίστωσαν ότι αλλάζει η διάρκεια της μέρας μέσα στο έτος, είτε απάντησαν ότι δεν ξέρουν το γιατί είτε έδωσαν μη συνεπείς/ολοκληρωμένες εξηγήσεις (Πίνακας 2).

γ) Δεν υπήρξε κανένας συσχετισμός της μεταβολής του μήκους της μέρας με κινήσεις, σχετικές θέσεις και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Ήλιου και της Γης (κλίση Γήινου νοητού άξονα, ιδιοπεριστροφή Γης, περιφορά της γύρω από τον Ήλιο).

Ερμηνείες αλλαγής διάρκειας μέρας μέσα στο έτος	N	%
Εποχές	107	50%
Αλλαγή ώρας	22	10%
Μέρα = νύχτα όλον τον χρόνο	15	7%
Καμία εξήγηση	60	28%
ΑΣυνεπείς/ανολοκλήρωτες απαντήσεις	11	5%

Πίνακας2 Ερμηνείες για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας μέσα στο έτος

#### Διάρκεια μέρας σε τόπους με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος

Στις 2 επόμενες ερωτήσεις της έρευνας διερευνήθηκε η σχέση διάρκειας της μέρας ανάμεσα σε τόπους με μικρή και μεγάλη διαφορά γεωγραφικού πλάτους (Αθήνα-Θεσσαλονίκη και Αθήνα-Ελσίνκι, αντίστοιχα). Από τη σχετική ανάλυση προέκυψε ότι:

α) Το ποσοστό όσων αναγνωρίζουν διαφορά στη διάρκεια της μέρας ανάμεσα σε δύο τοποθεσίες αυξήθηκε, όταν αυξήθηκε και η διαφορά στο γεωγραφικό τους πλάτος (30%, Αθήνα-Θεσσαλονίκη) (56% Αθήνα-Ελσίνκι).

β) Παράλληλα και σε αυτές τις ερωτήσεις αρκετοί μαθητές (γύρω στο 15%) έδωσαν απαντήσεις χωρίς λογική και συνέπεια (οι επιλογές τους στις κλειστές ερωτήσεις ήταν αντικρουόμενες: *«Η μέρα σήμερα στη Θεσσαλονίκη είναι*



μεγαλύτερη από τη μέρα στην Αθήνα» και «Η μέρα σήμερα στη Θεσσαλονίκη είναι μικρότερη από τη μέρα στην Αθήνα» ) (Πίνακας 3).

Υπάρχει διαφορά στη διάρκεια της μέρας ανάμεσα σε:	Ναι		Όχι		Δεν ξέρω – Δεν απαντώ		Ασυνεπείς απαντήσεις	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Αθήνα-Θεσ/νίκη	65	30%	116	54%	6	3%	28	13%
Αθήνα-Ελσίνκι	120	56%	43	20%	16	7%	36	17%

Πίνακας 3 Υπάρχει διαφορά στη διάρκεια της μέρας ανάμεσα σε Αθήνα-Θεσ/νίκη και Αθήνα-Ελσίνκι;

γ) Οι σχετικές εξηγήσεις (Πίνακας 4) ενέπλεξαν:

- τις καιρικές συνθήκες:  
*«Η Θεσσαλονίκη είναι πιο βόρεια και ο καιρός της θα είναι πιο κρύος, έτσι ο Ήλιος δύει πιο νωρίς και ανατέλλει πιο αργά»*  
*«Οι Σκανδιναβικές χώρες δεν έχουν πολύ ήλιο, κάνει κρύο, βρέχει, γι' αυτό η μέρα είναι μικρότερη εκεί»*
- την απόσταση:  
*«Η απόσταση είναι μεγάλη και έτσι η μέρα είναι μεγαλύτερη στην Αθήνα από το Ελσίνκι»*
- τη διαφορά στο γεωγραφικό πλάτος:  
*«Η μέρα είναι μικρότερη στο Ελσίνκι, διότι η Φιλανδία βρίσκεται βορειότερα»*
- την υποτιθέμενη ζώνη ώρας:  
*«Η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη έχουν ίση μέρα, γιατί έχουν την ίδια ώρα»*  
*«Η Ελλάδα με τη Φιλανδία έχουν άλλη ώρα. Στη Φιλανδία θα βραδιάσει πιο αργά».*

δ) Αρκετοί/ες μαθητές/τριες (41%), είτε αναγνώριζαν είτε όχι διαφορά στη διάρκεια της μέρας στις σχετικές τοποθεσίες, δεν έδωσαν καμιά εξήγηση ή έδωσαν μη συνεπείς/μη ολοκληρωμένες εξηγήσεις.

Ερμηνείες αλλαγής διάρκειας μέρας	N	%
Καιρικές συνθήκες	19	9%
Απόσταση	47	22%
Γεωγραφικό πλάτος	37	17%
Ζώνη ώρας	24	11%
Καμία εξήγηση	73	34%
Ασυνεπείς/ανολοκλήρωτες απαντήσεις	15	7%

Πίνακας4 Ερμηνείες για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας

ε) Και σε αυτήν την περίπτωση δεν υπήρξε κανένας συσχετισμός της διαφοράς στο μήκος της μέρας των διαφορετικών τοποθεσιών με κινήσεις, σχετικές θέσεις και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Ήλιου και της Γης.

## Συμπεράσματα

Βασική επιδίωξη της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/τριών σχετικά με το φαινόμενο της αλλαγής της διάρκειας του φωτεινού τμήματος της ημέρας σε έναν τόπο κατά τη διάρκεια του έτους αλλά και μεταξύ περιοχών διαφορετικού γεωγραφικού πλάτους την ίδια ημερομηνία.

Βασικό συμπέρασμα της έρευνας ήταν πως οι μαθητές/τριες δεν συσχέτισαν αλλαγές στη διάρκεια της μέρας (είτε ανάμεσα σε τοποθεσίες με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος κατά την ίδια ημερομηνία είτε στην ίδια τοποθεσία κατά τη διάρκεια ενός έτους) ούτε με την κλίση του νοητού άξονα της Γης ούτε με την ιδιοπεριστροφή της Γης και την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο. Τις όποιες αλλαγές φαίνεται να τις απέδωσαν κυρίως στις καιρικές συνθήκες και τις διαφορετικές εποχές (όπου έχει κρύο έχει και μικρή διάρκεια μέρας) ή στον ανθρώπινο παράγοντα (ζώνη ώρας, αλλαγή ώρας).

Από την άλλη μεριά, οι βασικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος–Γη–Σελήνη αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση κατανόησης του ερμηνευτικού μηχανισμού αρκετών φαινομένων Αστρονομίας (Σταράκης, 2014). Προτείνεται, λοιπόν, η διδασκαλία του εν λόγω φαινομένου να προϋποθέτει την οικοδόμηση αντιλήψεων για την ιδιοπεριστροφή της Γης, την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο και την κλίση του νοητού της άξονα, καθώς μια προσεκτικά σχεδιασμένη διδασκαλία μπορεί να βοηθήσει αποτελεσματικά στον μετασχηματισμό των διαισθητικών αντιλήψεων και απόψεων των μαθητών (Vosniadou, 1991). Παράλληλα προτείνεται η διεξαγωγή παρόμοιας έρευνας μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων σε μικρότερο δείγμα μαθητών/τριών, για να διερευνηθούν σε μεγαλύτερο βάθος οι αντιλήψεις τους.

## Βιβλιογραφία

- Κουλαϊδής, Β. (2002). Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου - Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική Προσέγγιση. Gutenberg. ISBN978960010522
- Σταράκης, Ι. (2014). Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες: Ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας διδακτικής ακολουθίας για φαινόμενα που συνδέονται με τις σχετικές κινήσεις Ήλιου-Γης-Σελήνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. [Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Επιστημών Αγωγής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.] Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. Ανακτήθηκε στις 15/4/2021, στο <https://doi.org/10.1002/tea.20138>
- Χαλκιά, Κ. (2006). Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν. Η διαδρομή από την επιστημονική στη σχολική γνώση. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. In B, J. Fraser & K. G. Tobin (Eds): International Handbook of Science Education. Kluwer, 1155-1173.
- Percy, J., R. (1998), The Role of Amateur Astronomer in Astronomy Education, In L. Gouguenheim, D. McNally, & J. R. Percy (eds.), International Astronomical Union

- Colloquium-New Trends in Astronomy Teaching, pg. 206-207. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0252921100115106>
- Salierno, C., Edelson, D. & Sherin, B. (2018). The Development of Student Conceptions of the Earth-Sun. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 422-431. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-53.4.422>
- Radinsky, J., Oliva, S., Alamar, K. (2010). Camila, the Earth and the Sun, Constructing an Idea as Shared Intellectual Property. *Journal of Research in Science Teaching*, 6(47), 619–642.
- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers' basic astronomy concepts- seasonal changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 9(43), 879-906.
- Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23(3), 219-237. <https://doi.org/10.1080/0022027910230302>

## Ιδέες μαθητών και μαθητριών της Ε΄ Δημοτικού για το Διάστημα

**Αικατερίνη Σπανού<sup>1</sup>, Ιωάννης Σταράκης<sup>2</sup>, Κρυσταλλία Χαλκιά<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Σχολή Επιστημών της Αγωγής (ΕΚΠΑ),

<sup>3</sup>Ομότιμη Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

### Περίληψη

Η παρούσα ερευνητική εργασία στοχεύει στην ανάδειξη και ανάλυση των ιδεών των μαθητών/τριών για το Διάστημα. Ως εργαλείο έρευνας χρησιμοποιήθηκε η ημιδομημένη συνέντευξη. Τα δεδομένα προήλθαν από τις σχηματικές απεικονίσεις και τις προφορικές απαντήσεις των μαθητών/τριών και κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με τα νοητικά μοντέλα που προέκυψαν. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποκαλύπτουν ότι το Διάστημα για τους/τις μαθητές/τριες παραμένει ασαφές. Ταυτόχρονα, αναδεικνύεται η συνεχής προσπάθεια των παιδιών να γεφυρώσουν τον γνώριμο κόσμο της διαισθητικής αντίληψης με τον άγνωστο, αφηρημένο κόσμο της επιστήμης.

**Λέξεις κλειδιά:** Αστρονομία, Διάστημα, Ιδέες μαθητών, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση

## Fifth grade students' ideas about Space

**Aikaterini Spanou<sup>1</sup>, Ioannis Starakis<sup>2</sup>, Krystallia Halkia<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Primary Education, <sup>2</sup>School of Education (NKUA), <sup>3</sup>Emeritus Professor NKUA

### Abstract

This research paper aims to highlight and analyze students' ideas about Space. The semi-structured interview was used as a research tool. The data came from students' drawings and their oral answers and were categorized according to the mental models that emerged. The results of the research reveal that Space for students remains vague. At the same time, children's constant effort to bridge the familiar world of intuitive perception with the unknown, abstract world of science is highlighted.

**Keywords:** Astronomy, Space, Students' ideas, Primary education

## Εισαγωγή

Από πολύ μικρή ηλικία τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον κόσμο γύρω τους και προσπαθούν να τον ερμηνεύσουν με βάση τις γνώσεις, τη διαίσθηση και τις πεποιθήσεις που έχουν δομήσει. Υποσυνείδητα σχηματίζουν αντιλήψεις για τη λειτουργία του κόσμου, τις οποίες μεγαλώνοντας τις οργανώνουν σε γνωστικές δομές και εμπειρικά μοντέλα και σχηματίζουν νοητικές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου που τα περιβάλλει (Ausubel, 1968).

Η επιστημονικά ασύμβατη γνώση που προκύπτει, έχει τόσο ισχυρά θεμέλια στο ερμηνευτικό πλαίσιο των μαθητών/τριών, που είναι σχεδόν αδύνατο να «κλονιστεί» από μια παραδοσιακή διδασκαλία (Prather & Harrington, 2001).

Παρόλο που το Διάστημα αποτελεί για τους μαθητές όλων των ηλικιών ένα πολύ γοητευτικό μυστήριο και ένα από τα πιο δημοφιλή πεδία με αυξανόμενο ενδιαφέρον, από το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών του ελληνικού σχολείου απουσιάζουν έννοιες αστρονομίας, με εξαίρεση στο μάθημα της Γεωγραφίας της ΣΤ΄ τάξης. Οι όποιες αναφορές στις πέντε πρώτες τάξεις γίνονται μέσα από κείμενα επιστημονικής φαντασίας, μυθοπλασίας, λαϊκών παραδόσεων και ελάχιστες είναι οι επιστημονικές γνώσεις που προσφέρονται. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο η προσπάθεια των μαθητών/τριών της Ε΄ Δημοτικού να διαμορφώσουν νοητικές απεικονίσεις του μεγάκοσμου συναντά πολλές δυσκολίες και οδηγεί συχνά σε παρανοήσεις (Ojala, 1997, όπως αναφέρεται στο Χαλκιά 2006: 335)

Διατρέχοντας τη σχετική βιβλιογραφία διαπιστώνουμε ότι οι έρευνες που αφορούν στις κοσμολογικές ιδέες των παιδιών είναι επίσης περιορισμένες. Εστιάζουν κυρίως στα στενά όρια του Ηλιακού Συστήματος όπως οι έρευνες των Sharp & Kuerbis (2005), ενώ κάποιες άλλες διερευνούν είτε αποκλειστικά (Κιουρτζή & Χαλκιά, 2013) είτε εν μέρει (Spiliotopoulou-Papantoniou, 2007) τις ιδέες παιδιών μεγαλύτερων ηλικιακών ομάδων για το Διάστημα. Η παρούσα ερευνητική εργασία επιχειρεί να ξεπεράσει τα όρια αυτά και να διερευνήσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών Ε΄ Δημοτικού για το Διάστημα ευρύτερα.

## Μεθοδολογία

Η έρευνα αναζητά απαντήσεις στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: «Ποιες είναι οι ιδέες των μαθητών/τριών Ε΄ Δημοτικού για το Διάστημα, όπως διαμορφώνονται μέσα από τα μοντέλα που αποδίδουν στις αναπαραστάσεις τους και από τις ερμηνείες που επικαλούνται;».

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 15 μαθητές/τριες Ε΄ τάξης Δημοτικού από δύο Δημόσια Σχολεία του νομού Αττικής (Άγιος Ιωάννης, Γαλάτσι) και ένα Δημόσιο σχολείο του νομού Εύβοιας (Αρτάκη).

Το εργαλείο της έρευνας ήταν μια ημιδομημένη συνέντευξη με ένα βασικό κορμό 11 ερωτήσεων πλαισιωμένων από συμπληρωματικές υποερωτήσεις καταναμημένες σε τρεις θεματικές ενότητες. Συγκεκριμένα, η πρώτη ενότητα διερευνά τις απόψεις των μαθητών/τριών για την έννοια «Διάστημα» και τι αυτό περιλαμβάνει, μέσα κυρίως από τις σχεδιαστικές απεικονίσεις τους αλλά και μέσα

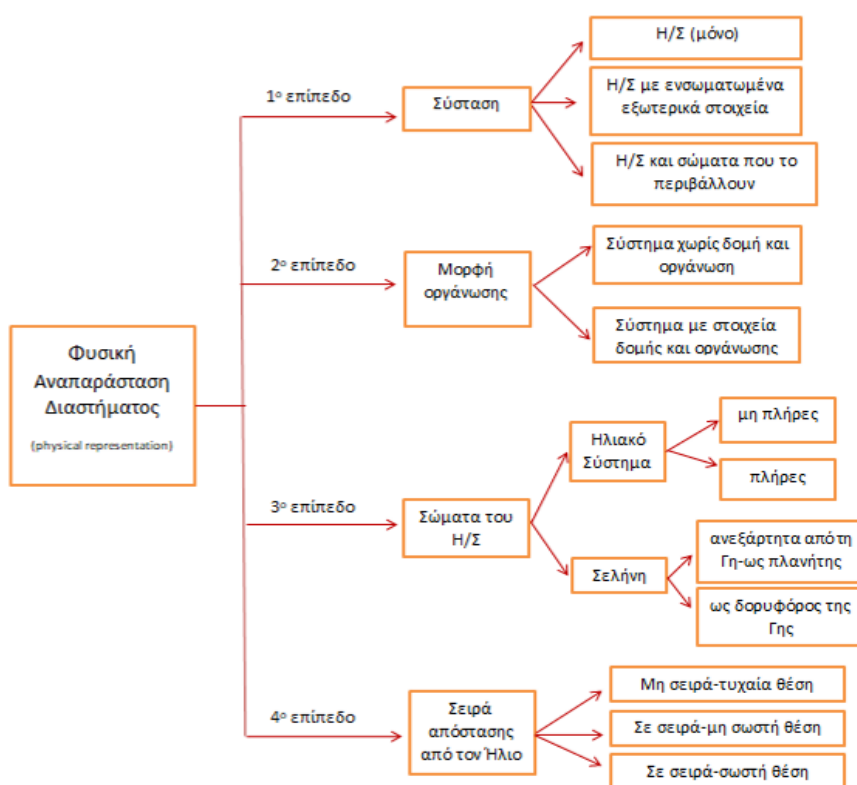
από σχετικές ερωτήσεις και υποερωτήσεις. Εξετάζονται επίσης οι διαισθητικές αντιλήψεις τους για τον κοντινό στη Γη διαστημικό χώρο και οι πιθανές κινήσεις των ουράνιων σωμάτων. Η δεύτερη ενότητα σκοπό έχει να διερευνήσει τις απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τις αποστάσεις (φαινόμενες και μη) των ουράνιων σωμάτων κυρίως από τη Γη, όπως και την ύπαρξη ή όχι ορίων του Διαστήματος. Η τρίτη ενότητα, τέλος, εξετάζει απόψεις που σχετίζονται με τη δημιουργία, την εξέλιξη και το μέλλον του Διαστήματος.

Οι συνεντεύξεις βιντεοσκοπήθηκαν, ώστε να καταγραφούν ταυτόχρονα με τις λεκτικές απαντήσεις των παιδιών και οι κινήσεις περιγραφής που έκαναν με τα χέρια και το σώμα τους.

Η ανάλυση περιεχομένου τόσο των σχηματικών απεικονίσεων όσο και των προφορικών απαντήσεων βασίστηκε σε ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου (Erickson, 1998).

### Αποτελέσματα

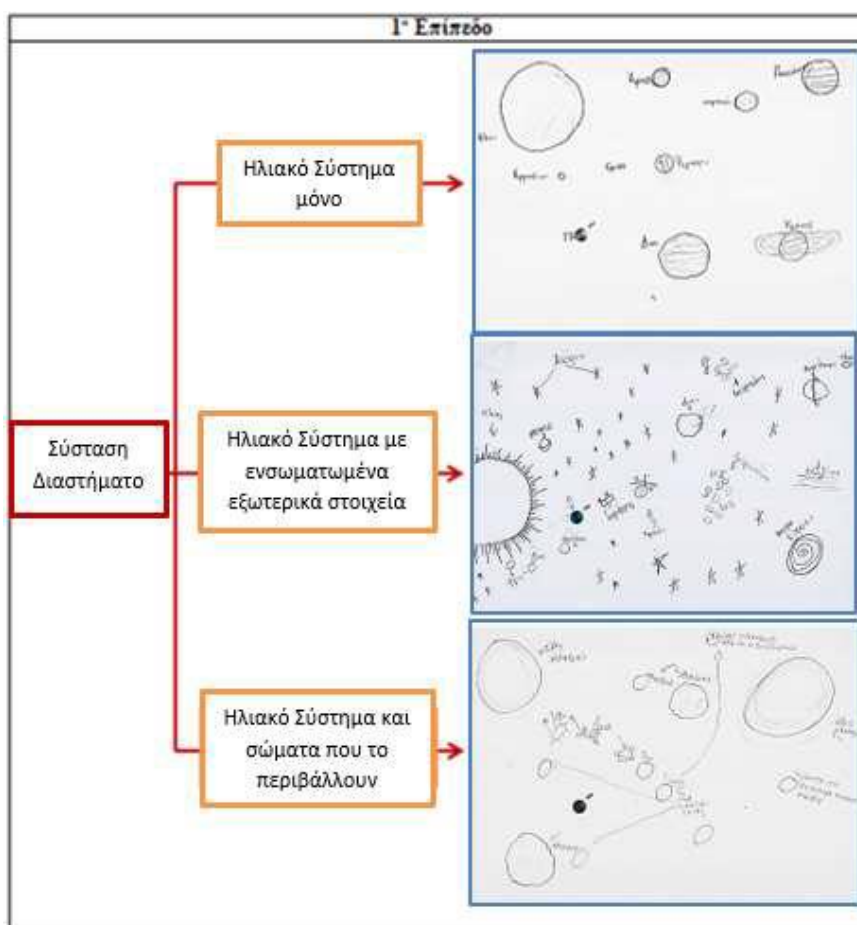
Η ανάλυση περιεχομένου των σχηματικών απεικονίσεων των μαθητών οδήγησε στη διαμόρφωση τεσσάρων επιπέδων κατάταξής τους: 1ο) τη σύσταση του διαστήματος 2ο) τη δομή και οργάνωση του Διαστήματος 3ο) τα σώματα του Διαστήματος-Ηλιακού Συστήματος που απεικονίζονται και 4ο) τη σειρά απόστασης των πλανητών από τον Ήλιο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Κώδικας αποδελτίωσης σχηματικών απεικονίσεων

Στο 1<sup>ο</sup> επίπεδο (Σύσταση του Διαστήματος) καταγράφονται τα παρακάτω είδη απεικονίσεων:

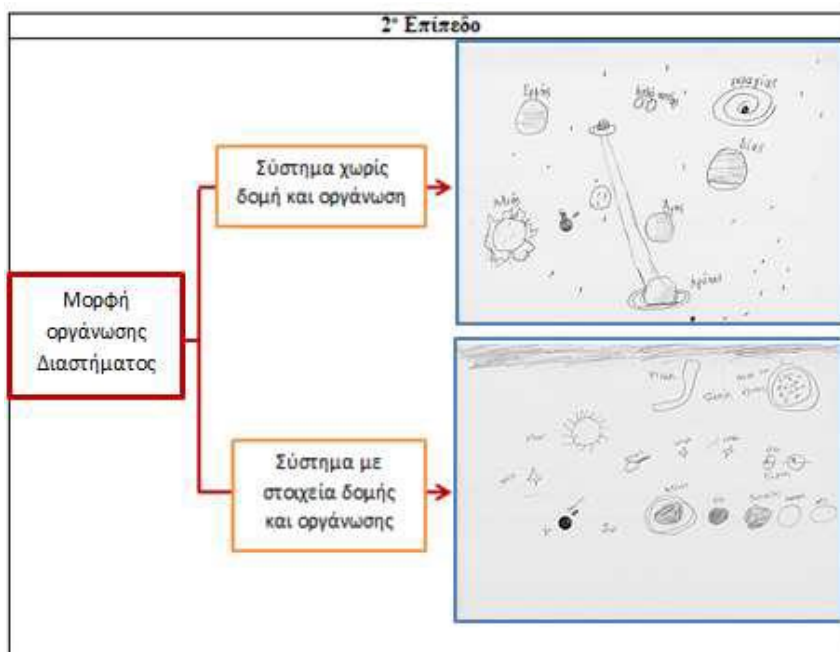
- απεικόνιση μόνο του Ηλιακού Συστήματος: Το Διάστημα ταυτίζεται με το Ηλιακό Σύστημα. Απεικονίζονται συστατικά μόνο του Ηλιακού Συστήματος (Ηλιος, πλανήτες, δορυφόροι).
- απεικόνιση κυρίαρχα του Ηλιακού Συστήματος με την ενσωμάτωση σε αυτό εξωτερικών σωμάτων και σχηματισμών: Εκτός από τα συστατικά του Ηλιακού Συστήματος συμπεριλαμβάνονται μικρού αριθμού άλλοι σχηματισμοί και σώματα (αστέρια, γαλαξίες, μαύρες τρύπες).
- απεικόνιση του Ηλιακού Συστήματος, που περιβάλλεται από άλλα σώματα και σχηματισμούς: Το Διάστημα αναπαρίσταται από το Ηλιακό Σύστημα αλλά και από ουράνια σώματα και σχηματισμούς, που θεωρούνται όμως εκτός Συστήματος (Εικόνα 2).



Εικόνα 2 Αντιπροσωπευτικές αναπαραστάσεις μαθητών/τριών (1ο επίπεδο)

Στο 2<sup>ο</sup> επίπεδο (Δομή και οργάνωση του Διαστήματος) καταγράφονται τα παρακάτω είδη απεικονίσεων:

- τυχαία κατανομή χωρίς στοιχεία δομής και οργάνωσης: Το Διάστημα απεικονίζεται με ουράνια σώματα και σχηματισμούς διάσπαρτα στον χώρο.
- τυχαία κατανομή, με κάποια στοιχεία δομής και οργάνωσης: Το Διάστημα απεικονίζεται με ουράνια σώματα και σχηματισμούς διάσπαρτα στον χώρο, κατανεμημένα τυχαία, εκτός από κάποια ομάδα σωμάτων (συνήθως πλανητών), που φαίνεται να έχουν μιας μορφής οργάνωση τοποθετημένα σε σειρά (Εικόνα 3).



Εικόνα 3 Αντιπροσωπευτικές αναπαραστάσεις μαθητών/τριών (2ο επίπεδο)

Στο 3<sup>ο</sup> επίπεδο (Τα σώματα του Διαστήματος-Ηλιακού Συστήματος που απεικονίζονται) καταγράφονται τα παρακάτω είδη απεικονίσεων:

α) ως προς τον αριθμό:

- μη πλήρες Ηλιακό Σύστημα: Ήλιος, Γη και μέχρι πέντε επιπλέον πλανήτες.
- πλήρες Ηλιακό Σύστημα: Ήλιος, Γη και όλοι οι πλανήτες.

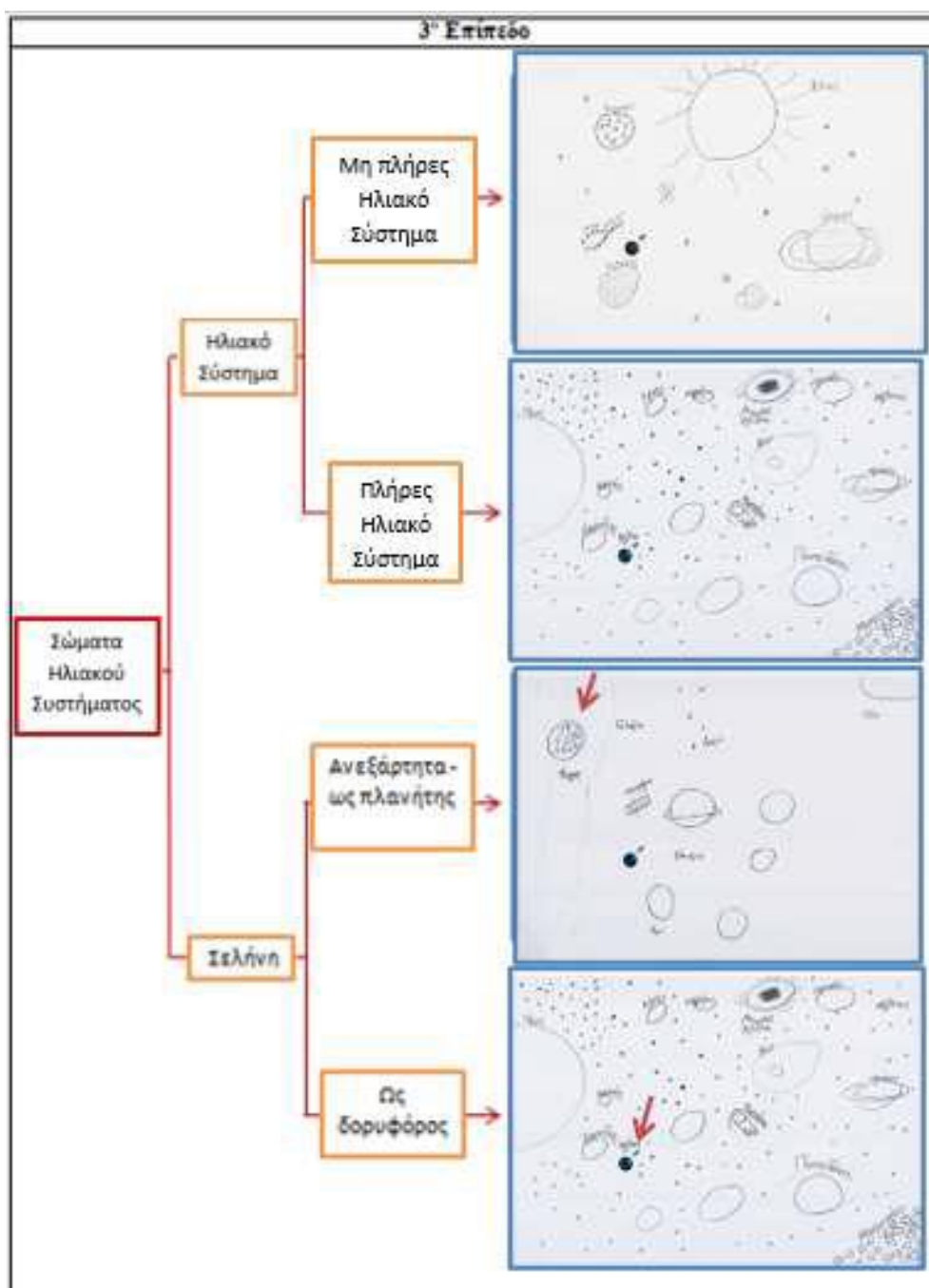
β) ως προς τη θέση της Σελήνης:

- Σελήνη, ανεξάρτητα από τη Γη: Η Σελήνη απεικονίζεται μακριά από τη Γη, ως ένας άλλος πλανήτης.
- Σελήνη ως δορυφόρος της Γης: Η Σελήνη απεικονίζεται ως το πιο κοντινό στη Γη ουράνιο σώμα (Εικόνα 4).

Τέλος, στο 4<sup>ο</sup> επίπεδο (Σειρά απόστασης των πλανητών από τον Ήλιο) καταγράφονται τα παρακάτω είδη απεικονίσεων:

- μη σειρά, τυχαία θέση στον χώρο: Οι πλανήτες σχεδιάζονται άτακτα στον χώρο σε τυχαίες θέσεις.
- σε σειρά, μη σωστή θέση: Οι πλανήτες τοποθετούνται σε σειρά, σε τυχαία όμως θέση ως προς την απόστασή τους από τον Ήλιο.
- σε σειρά, σωστή θέση: Οι πλανήτες τοποθετούνται σε σειρά, στη σωστή θέση ως προς την απόστασή τους από τον Ήλιο (Εικόνα 5).



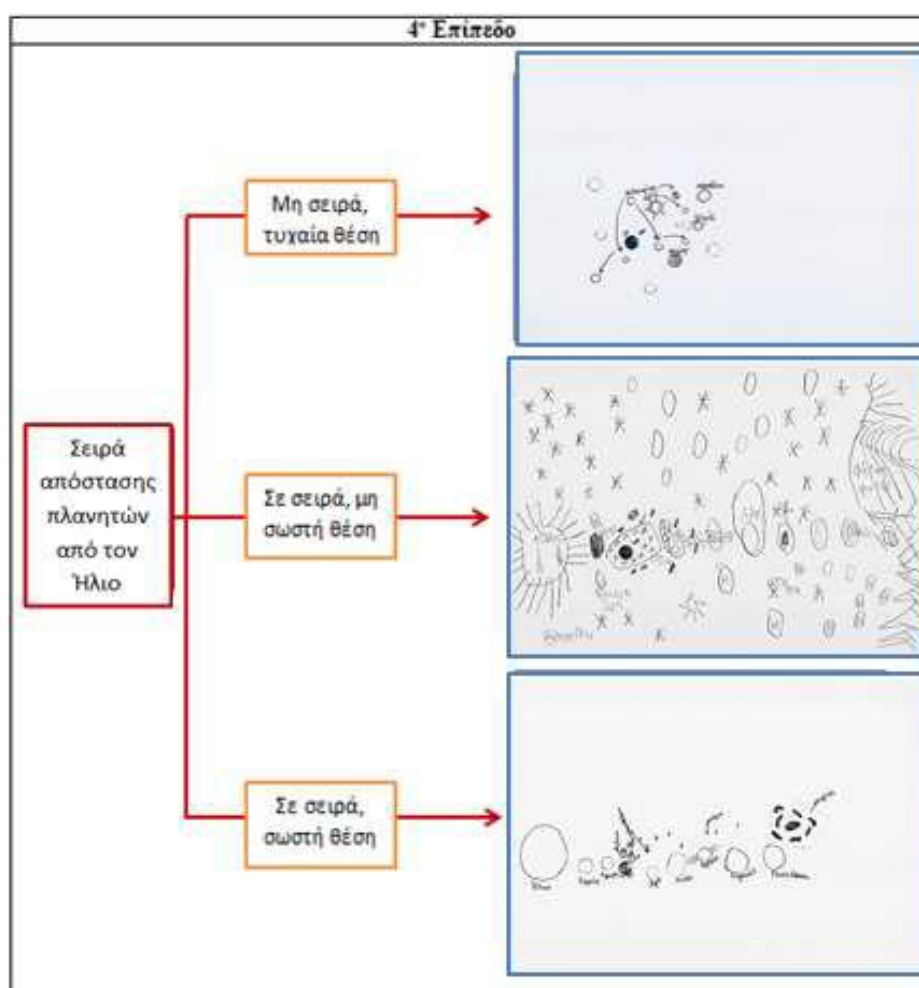


Εικόνα 4 Αντιπροσωπευτικές αναπαραστάσεις μαθητών/τριών (3ο επίπεδο)

Πιο συγκεκριμένα, οι απόψεις των παιδιών για την έννοια του διαστήματος (πρώτη ενότητα ερωτήσεων) είναι οι εξής: Οι μαθητές/τριες στην πλειοψηφία τους ταυτίζουν το Διάστημα με το Ηλιακό Σύστημα ενσωματώνοντας συνήθως σε αυτό κι άλλα σώματα και σχηματισμούς (γαλαξίες, μαύρες τρύπες κ.λπ.) (Εικόνα 2, Ηλιακό Σύστημα με ενσωματωμένα εξωτερικά στοιχεία). Επίσης το Ηλιακό Σύστημα απεικονίζεται χωρίς δομή και οργάνωση (Εικόνα 3, Σύστημα χωρίς δομή και οργάνωση), με λιγότερους πλανήτες (Εικόνα 4, μη πλήρες Ηλιακό Σύστημα), κατανεμημένους σε τυχαίες θέσεις στον χώρο (Εικόνα 5, μη σειρά, τυχαία θέση). Τα παιδιά φαίνεται να συνειδητοποιούν ότι τα μεγέθη του μεγάκοσμου ξεπερνούν κατά πολύ τα ανθρώπινα μέτρα και μόνο ένα κομμάτι του Διαστήματος γίνεται

ορατό με τα αστέρια, το φεγγάρι και τον Ήλιο να είναι τα μόνα διακριτά σώματα στον ουρανό. Όλοι/ες οι μαθητές/τριες μιλούν για κίνηση, στην πραγματικότητα όμως περιγράφουν συστήματα στατικά και παρά το ότι οι αντιλήψεις τους εξελίσσονται, δεν έχουν εγκαταλείψει ακόμη εντελώς την γεωκεντρική θεώρηση του κόσμου:

«Ο Ήλιος, το φεγγάρι, ο Κρόνος... και η Σελήνη μπορεί,... κινούνται γύρω από τη Γη». Αναγνωρίζουν τη Σελήνη ως το πιο κοντινό στη Γη ουράνιο σώμα, αν και στην πλειοψηφία τους την απεικονίζουν σε απόσταση από τη Γη, ως ανεξάρτητο, αυθύπαρκτο πλανήτη (Εικόνα 4, Σελήνη ανεξάρτητα- ως πλανήτη).



Εικόνα 5 Αντιπροσωπευτικές αναπαραστάσεις μαθητών/τριών (4ο επίπεδο)

Αντίστοιχα, οι απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τις αποστάσεις των ουράνιων σωμάτων, κυρίως από τη Γη, όπως και την ύπαρξη ή όχι ορίων του Διαστήματος (δεύτερη ενότητα ερωτήσεων) είναι οι εξής: Κάποιοι μαθητές/τριες ισχυρίστηκαν ότι είναι σε θέση να προσδιορίσουν τις αποστάσεις των ουράνιων σωμάτων από τη Γη με κριτήριο κυρίως το μέγεθός τους. Τέλος, παρά την ταύτιση του Διαστήματος με το Ηλιακό Σύστημα (κυρίως στις απεικονίσεις τους) φαίνεται (στις προφορικές τοποθετήσεις τους) να αποδέχονται ένα Διάστημα αρκετά διευρυμένο, χωρίς όρια:

*«Όχι. Δεν πιστεύω ότι έχει τέλος (το Διάστημα). Πιστεύω ότι είναι άπειρο, όπως και οι αριθμοί και τα αστέρια».*

*«Όχι, δε θα τελειώσει (το ταξίδι μας στο Διάστημα)...θα συνεχίζεται και θα συνεχίζεται, αφού είναι απέραντο το Διάστημα».*

*«Πιστεύω ότι μπορούμε να φτάσουμε πάρα πολύ μακριά, δηλαδή... ότι θα φτάσουμε σε πάρα πολλούς πλανήτες, μετεωρίτες, γαλαξίες...δεν πιστεύω να σταματήσουμε (να ταξιδεύουμε), γιατί δεν πιστεύω ότι σταματάει κάπου το Διάστημα».*

Τέλος, οι απόψεις των παιδιών για τη δημιουργία, την εξέλιξη και το μέλλον του Διαστήματος (τρίτη ενότητα ερωτήσεων) είναι οι εξής: Πιστεύουν ότι τα ουράνια σώματα δημιουργήθηκαν σταδιακά, ενώ ως προς την εξέλιξη του Διαστήματος και της Γης, η πλειοψηφία των μαθητών/τριών περιγράφει δυναμικές μεταβολές των ουράνιων σωμάτων στο πέρασμα των χρόνων κυρίως από εξωτερικούς παράγοντες, όπως ο Ήλιος ή κάποιος μετεωρίτης (ύστερα από έκρηξη ή σύγκρουση):

*«Μετά από εκατομμύρια χρόνια ο Ήλιος, θα γίνει μία πυρηνική έκρηξη, θα εξαφανιστεί ...και δεν θα υπάρχουν μερικοί πλανήτες, θα έχουν καταστραφεί ...από μετεωρίτες»,*

καθώς και από φυσικές διεργασίες που επιδρούν κυρίως στο ανάγλυφο και την εξωτερική επιφάνεια των σωμάτων (δημιουργία βουνών, εμφάνιση νερού, εμφάνιση δακτυλίων κ.λπ.):

*«Ο Ήλιος νομίζω πως κάθε χρόνο γίνεται πιο ζεστός και με πιο θερμές ακτίνες... γιατί κάθε καλοκαίρι είναι πιο ζεστό ... επίσης ο Άρης παλιά είχε νερό, αλλά τώρα έχει εξαφανιστεί».*

Παρά την έντονη καταστροφολογία (έκδηλη η επιρροή από σενάρια επιστημονικής φαντασίας), θεωρούν το Διάστημα ως χώρο που θα υπάρχει για πάντα. Στις ερωτήσεις δημιουργίας και εξέλιξης οι μαθητές/τριες επικαλέστηκαν συχνά μεταφυσικές και ανθρωπομορφικές απόψεις:

*«...η Γη είναι ένας τόσος δα κόκκος, εναντίον στον Ήλιο, που είναι ολόκληρος άνθρωπος».*

## **Συμπεράσματα**

Η εικόνα των παιδιών για το Διάστημα παραμένει ασαφής. Σε μεγάλο βαθμό το Διάστημα ταυτίζεται με το Ηλιακό Σύστημα, αντιλαμβάνονται όμως ότι πρόκειται για κάτι πιο ευρύ που περιλαμβάνει κι άλλα σώματα και σχηματισμούς, τα οποία γνωρίζουν μόνο κατ' ονομασία. Το Διάστημα για τα περισσότερα παιδιά περιγράφεται στατικό και αδυνατούν να αντιληφθούν τη δυναμική του και την εξελικτική πορεία του στον χρόνο. Μεταφυσικές και ανθρωπομορφικές ερμηνείες προσπαθούν να καλύψουν τόσο την έλλειψη κατανόησης του επιστημονικού πλαισίου όσο και τις υπαρξιακές φοβίες τους. Οι γνώσεις των μαθητών/τριών για το Διάστημα δεν είναι προϊόν κατανόησης, καθώς προέρχονται κυρίως από άτυπες πηγές, γεγονός που προκαλεί συχνά παρανοήσεις. Τα παιδιά φαίνεται ότι προσπαθούν να συμβιβάσουν τις ακατέργαστες ιδέες τους με την επιστημονική γνώση.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα, η έρευνα προτείνεται να επεκταθεί σε μεγαλύτερο και αντιπροσωπευτικότερο δείγμα, ώστε να γενικευθούν τα συμπεράσματά της.

## Βιβλιογραφία

- Χαλκιά, Κ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Κιουρτζή, Μ., & Χαλκιά, Κ.(2013). Ιδέες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το Σύμπαν, Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: έρευνες καινοτομίες και πρακτικές. 9ο πανελλήνιο συνέδριο διδακτικής φυσικών επιστημών και νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση, Θεσσαλονίκη 2015.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View* (New York: Holt, Rinehart and Winston).
- 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.
- Ojala, J. (1997), Lost in space? The concepts of planetary phenomena held by trainee primary school teachers. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 6(3), 183-203
- Prather, E.E., & Harrington, R.R.( 2001). Student Understanding of Ionizing Radiation and Radioactivity. *Journal of Science Teaching*, 31(2), 89.
- Sharp, J. & Kuerbis, P. (2005). Children's Ideas About the Solar System and the Chaos in Learning Science. *Science Education*, 90, 124-147.
- Spiliotopoulou-Papantoniou, V. (2007). Models of the Universe: Children's Experiences and Evidence from the History of Science. *Science & Education*, 16(7-8), 801-833.

## Οι διδακτικές πρακτικές φοιτητών ΠΤΔΕ για τη διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων υπό το πρίσμα των επιστημολογικών τους πεποιθήσεων

**Αθανασία Κοκολάκη, Δημήτρης Σταύρου**

*Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Η ενσωμάτωση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την επαγγελματική γνώση των εκπαιδευτικών και τις προσωπικές τους αντιλήψεις για τη φύση της επιστημονικής γνώσης. Συνεπώς, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη του τρόπου με τον οποίο οι επιστημολογικές πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών αλληλεπιδρούν με τις διδακτικές πρακτικές που σχεδιάζουν να εφαρμόσουν για τη διαπραγμάτευση των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων, που σχετίζονται με ένα σύγχρονο επιστημονικό αντικείμενο, όπως είναι αυτό της νανοτεχνολογίας. Στην έρευνα συμμετείχαν έξι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι αφού εξοικειώθηκαν με τις επιστημονικές και κοινωνικές διαστάσεις της νανοτεχνολογίας, ανέπτυξαν το διδακτικό τους υλικό.

**Λέξεις κλειδιά:** κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα, φύση της επιστημονικής γνώσης, νανοτεχνολογία

## The interaction between pre-service primary teachers' SSI teaching practices and their epistemological beliefs

**Athanasia Kokolaki, Dimitris Stavrou**

*University of Crete*

### Abstract

The integration of socioscientific issues (SSI) in science courses is determined to a large extent by teachers' professional knowledge and their personal beliefs about the nature of scientific knowledge. Therefore, the purpose of the present work is to explore how teachers' epistemological beliefs interact with the teaching practices they plan to implement in order to negotiate with students SSIs related to contemporary scientific topics such as nanotechnology. Six pre - service primary teachers participated in the research. Initially, pre - service teachers got familiar with the scientific and the social aspects of nanotechnology and subsequently they developed a module on SSI.

**Keywords:** Socioscientific issues, nature of scientific knowledge, nanotechnology

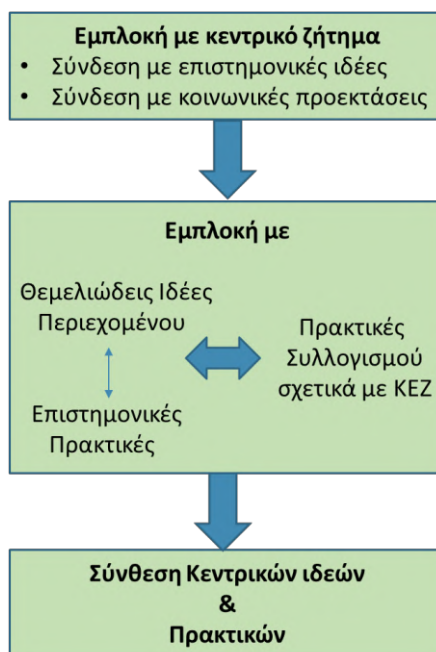
## Εισαγωγή

Τα κινητά τηλέφωνα, τα εμβόλια, τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας είναι παραδείγματα επιστημονικών καινοτομιών που συχνά αποτελούν ή έχουν αποτελέσει αντικείμενο αντιπαράθεσης τόσο σε επιστημονικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο κοινωνίας. Προκειμένου οι μαθητές, ως μελλοντικοί πολίτες, να μπορέσουν να κατανοήσουν και να διαχειριστούν αυτές τις αντιπαράθεσεις, κρίνεται αναγκαίο εκτός από γνώσεις επιστημονικού περιεχομένου, να κατανοήσουν πτυχές της φύσης της επιστημονικής γνώσης και να καλλιεργήσουν δεξιότητες επιχειρηματολογίας και λήψης απόφασης (Sadler et al., 2007). Αυτές οι δεξιότητες θεωρείται ότι μπορούν να καλλιεργηθούν στα μαθήματα των φυσικών επιστημών (ΦΕ) μέσα από τη διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ) (πχ. Zeidler et al., 2019).

Ως προς την ένταξη των ΚΕΖ στη διδασκαλία των ΦΕ, σημαντικό ρόλο φαίνεται να έχει ο ίδιος ο εκπαιδευτικός. Συγκεκριμένα, οι δυσκολίες των εκπαιδευτικών ως προς α. τη γνώση επιστημονικού περιεχομένου αντικειμένων έρευνας αιχμής, β. τις κοινωνικές διαστάσεις ενός ζητήματος, γ. τη κατανόηση πτυχών της φύσης της επιστήμης (ΦτΕ) και της επιστημονικής γνώσης (ΦτΕΓ) αλλά και δ. η έλλειψη γνώσης αναφορικά με ΚΕΖ διδακτικές πρακτικές και πρακτικές αξιολόγησης, φαίνεται να συμβάλλουν στην περιορισμένη εφαρμογή ΚΕΖ προσεγγίσεων στην τάξη (πχ. Lee & Yang, 2019). Από αυτές τις δυσκολίες ιδιαίτερο ρόλο φαίνεται να παίζουν οι συχνά απλοϊκές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη ΦτΕ και τη ΦτΕΓ, καθώς οι αντιλήψεις αυτές καθορίζουν αφενός την κατανόηση των εκπαιδευτικών γύρω από την αμφιλεγόμενη φύση των ΚΕΖ και την ερμηνεία τους σχετικά με τις επιστημονικές αντιπαράθεσεις και αφετέρου τον τρόπο με τον οποίο αυτοί αναλύουν και επιχειρηματολογούν σχετικά με την πολυπλοκότητα ενός τέτοιου ζητήματος (πχ. Ergasar & Kilinc 2021· Lui & Roehrig, 2019).

Παράλληλα, λόγω των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί και ως προς τις ΚΕΖ διδακτικές πρακτικές, στη βιβλιογραφία προτείνονται ποικίλα πλαίσια που στόχο έχουν την υποστήριξη των εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη και εφαρμογή ΚΕΖ διδασκαλιών. Ένα από τα πιο πρόσφατα μοντέλα είναι αυτό που προτείνει ο Sadler και οι συνεργάτες του (2017) (Εικόνα 1) σύμφωνα με το οποίο μια διδασκαλία ΚΕΖ κρίνεται σκόπιμο α. να ξεκινάει από ένα σύγχρονο επιστημονικό θέμα με κοινωνικές προεκτάσεις ως κεντρικό προς διερεύνηση ζήτημα, β. να εμπλέκει τους μαθητές τόσο με θεμελιώδεις έννοιες επιστημονικού περιεχομένου όσο και με πρακτικές ΚΕΖ συλλογιστικής και γ. να επιδιώκει τη σύνθεση των επιστημονικών και κοινωνικών πτυχών για τον προσδιορισμό του κεντρικού ζητήματος. Κεντρικό στοιχείο του συγκεκριμένου μοντέλου ΚΕΖ διδασκαλιών αποτελεί η εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές ΚΕΖ συλλογιστικής όπως είναι:

1. Η αναγνώριση της έμφυτης πολυπλοκότητας των ΚΕΖ
2. Η αναγνώριση ότι τα ΚΕΖ υπόκεινται σε διαρκή έρευνα
3. Η εξέταση των ζητημάτων από ποικίλες οπτικές
4. Ο έλεγχος σχετικά με την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των πληροφοριών



Εικόνα 1 Μοντέλο ανάπτυξης ΚΕΖ διδασκαλιών

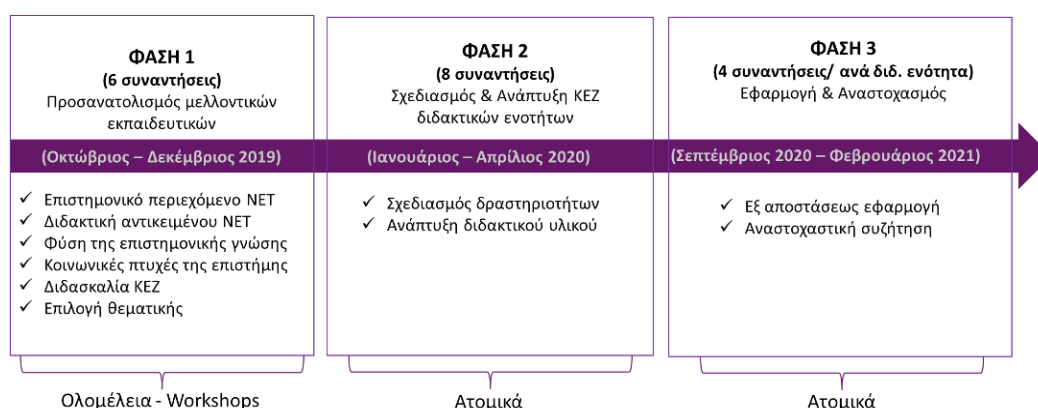
Με βάση τα παραπάνω, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετηθεί η διαδικασία με την οποία μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναπτύσσουν διδακτικά σενάρια για τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ, που εγείρονται από ένα σύγχρονο επιστημονικό αντικείμενο, όπως είναι αυτό της νανοτεχνολογίας (NET). Στην συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνουμε στον τρόπο με τον οποίο τα χαρακτηριστικά των ΚΕΖ διδακτικών σεναρίων που αναπτύσσουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, αλληλεπιδρούν με τις αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης.

Συνεπώς το ερευνητικό ερώτημα που καθοδηγεί την παρούσα εργασία είναι: *Πώς τα διδακτικά σενάρια που αναπτύσσουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων σχετικά με ένα σύγχρονο επιστημονικό αντικείμενο, όπως είναι αυτό της νανοτεχνολογίας, αλληλεπιδρούν με τις αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστημονικής γνώσης;*

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 6 φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης (Φ1 – Φ6), οι οποίοι κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019 – 2020 εκπόνησαν την πτυχιακή τους εργασία στον τομέα της διδακτικής των φυσικών επιστημών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις συνολικής διάρκειας δεκαοκτώ τριώρων συναντήσεων (σχήμα 1). Στην πρώτη φάση (6 συναντήσεις), οι φοιτητές εξοικειώθηκαν με θεμελιώδεις έννοιες και καινοτόμες εφαρμογές της NET, συζήτησαν σχετικά με τις αβεβαιότητες αντικειμένων έρευνας αιχμής και την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης και εξοικειώθηκαν με τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης. Στη δεύτερη φάση της έρευνας (8 συναντήσεις) οι συμμετέχοντες φοιτητές σχεδίασαν και ανέπτυξαν το διδακτικό τους υλικό, ενώ

στην τρίτη φάση της έρευνας (4 συναντήσεις ανά διδακτική ενότητα) οι συμμετέχοντες φοιτητές εφάρμοσαν εξ αποστάσεως το υλικό που ανέπτυξαν και αναστοχάστηκαν επί της διαδικασίας.



Σχήμα 1 Η πορεία της έρευνας

Δεδομένα συλλέχθηκαν από α. μια αρχική συνέντευξη για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των συμμετεχόντων σχετικά με τη φύση της επιστημονικής γνώσης και τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ στα μαθήματα των φυσικών επιστημών β. τις ηχογραφήσεις όλων των συναντήσεων που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια της έρευνας, γ. τα διδακτικά σενάρια που ανέπτυξαν οι συμμετέχοντες φοιτητές και δ. μια τελική συνέντευξη που έλαβε χώρα στο τέλος της διαδικασίας σχετικά με τη δομή και τα χαρακτηριστικά των σεναρίων που αναπτύχθηκαν. Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας και του μικρού αριθμού του δείγματος αξιοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου.

Συνολικά αναπτύχθηκαν 6 ΚΕΖ διδακτικά σενάρια, τα οποία αφορούσαν σε διαφορετικές εφαρμογές της ΝΕΤ. Πιο συγκεκριμένα, η εστίαση των επιμέρους διδακτικών σεναρίων ήταν η ακόλουθη:

- Δ1: ΝΕΤ και προϊόντα καθημερινής χρήσης
- Δ2: ΝΕΤ και διάστημα
- Δ3: ΝΕΤ και αντιμικροβιακές εφαρμογές
- Δ4: ΝΕΤ και φωτοβολταϊκά συστήματα
- Δ5: ΝΕΤ και καθαρισμός των θαλασσών από τις πετρελαιοκηλίδες
- Δ6: ΝΕΤ και μόλυνση του περιβάλλοντος

Ως προς την ανάλυση των δεδομένων, αρχικά, αναλύθηκαν οι δραστηριότητες του εκάστοτε διδακτικού σεναρίου αναφορικά με α. τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης στις οποίες εστιάζουν και β. τις πρακτικές ΚΕΖ συλλογιστικής στις οποίες στοχεύουν. Στη συνέχεια, εξετάστηκαν οι αντιλήψεις των φοιτητών ως προς τη ΦτΕ και ΦτΕΓ. Για καθένα από τους άξονες ανάλυσης αναπτύχθηκαν συγκεκριμένες κατηγορίες και τέθηκαν συγκεκριμένα κριτήρια. Πιο αναλυτικά, αναφορικά με τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης διαμορφώθηκαν οι κατηγορίες που αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα (πχ. Erduran & Dagher, 2019) (Πίνακας 1).



<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ</b>
Κοινωνικές αξίες – χρηστικότητα	- Επιστήμη ως λύση κοινωνικών προβλημάτων - Επιστήμη προς όφελος κοινωνικής ισότητας, δικαιοσύνης, σεβασμού στο περιβάλλον
Θεσμοί – φορείς έρευνας & καινοτομίας	- Ερευνητικοί φορείς: πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα, ερευνητικές ομάδες - Άλλοι φορείς: Εταιρίες, ΜΚΟ, πολίτες
Οικονομία	- Χρηματοδοτήσεις - Οικονομικό σύστημα - Θέσεις εργασίας
Πολιτική	- Νομοθεσία – κανονισμοί - Επιστήμη ως «εργαλείο» πολιτικής δύναμης - Φύλο
Κίνδυνοι – επιρροές επιστήμης & τεχνολογίας	- Αρνητική επιρροή σε περιβάλλον - Αρνητική επιρροή σε ανθρώπινη υγεία - Αρνητική επιρροή σε κοινωνία
Επικύρωση επιστημονικής γνώσης	- Έλλειψη εμπειρικών στοιχείων - Αντικρουόμενα επιστημονικά στοιχεία

Πίνακας 1 Κατηγοριοποίηση κοινωνικών πτυχών της επιστήμης

Αναφορικά με τις πρακτικές ΚΕΖ συλλογιστικής που στοχεύουν οι φοιτητές διαμορφώθηκαν οι παρακάτω τέσσερις κατηγορίες(πχ. Sadler et al., 2007) (Πίνακας 2):

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ</b>
Πολυπλοκότητα ΚΕΖ (SSI – complexity)	- Αναγνώριση επιστημονικών και κοινωνικών πτυχών που εμπλέκονται σε ένα ΚΕΖ
Εμπλοκή με ποικίλες οπτικές (Perspective taking)	- Αναγνώριση και ανάλυση απόψεων και οπτικών διαφορετικών φορέων - Ανάλυση προβλημάτων – λύσεων από διαφορετικές οπτικές
Διαρκής έρευνα γύρω από ΚΕΖ (On – going inquiry)	- Αναγνώριση των αβεβαιοτήτων (επιστημονικών και κοινωνικών) γύρω από ένα ΚΕΖ
Εγκυρότητα – αξιοπιστία πηγών & πληροφοριών (Employ skepticism)	- Διατύπωση προβληματισμού σχετικά με εγκυρότητα και αξιοπιστία πληροφοριών - Έλεγχος εγκυρότητας και αξιοπιστίας πληροφοριών

Πίνακας 2 Κατηγοριοποίηση πρακτικών ΚΕΖ συλλογιστικής

Τέλος, ως προς τις αντιλήψεις των φοιτητών για τη ΦτεΓ διαμορφώθηκαν οι κατηγορίες α. absolutist, β. multiplist, γ. evaluativist και δ. μεικτό προφίλ (πχ. Hofer, 2004· Kuhn et al., 2000) με βάση τα κριτήρια που περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3):

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ
Absolutist	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ύπαρξη μιας σωστής απάντησης</li> <li>- Γνώση απόλυτη και εγκαθιδρυμένη</li> <li>- Αυθεντία – Εξωτερικές πηγές</li> <li>- Πείραμα – παρατήρηση – μαθηματικά εργαλεία</li> <li>- Όχι αναγνώριση σχετικιστικών στοιχείων στην έρευνα</li> </ul>
Multiplist	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Κάθε άποψη είναι σωστή</li> <li>- Γνώση υποκειμενική</li> <li>- Όχι αυθεντίες</li> <li>- Γνώση αβέβαιη – τεκμηρίωση με βάση προσωπικά πιστεύω και αξίες</li> <li>- Υποκειμενικότητα ερευνητή – σχετικιστικά στοιχεία στην έρευνα</li> </ul>
Evaluativist	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ορθότητα απάντησης εξαρτάται από εγκυρότητα δεδομένων</li> <li>- Γνώση ανοικτή διαδικασία αξιολόγησης δεδομένων - στοιχείων &amp; στοιχεία αβεβαιότητας</li> <li>- Διερεύνηση – Αξιοποίηση γνώμης ειδικών &amp; προσωπική αξιολόγηση</li> <li>- Αναγνώριση ποικίλων παραγόντων – πολυπλοκότητας ζητημάτων</li> </ul>
Μεικτό προφίλ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Στοιχεία από παραπάνω από ένα προφίλ</li> </ul>

Πίνακας 3 Κατηγοριοποίηση αντιλήψεων για τη ΦτεΓ

## Αποτελέσματα

Ως προς τα αποτελέσματα για τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης, όλα τα διδακτικά σενάρια αναφέρονται στην κοινωνική χρηστικότητα της εκάστοτε εφαρμογής μιας και η NET στα διδακτικά σενάρια έχει ενσωματωθεί ως λύση των κεντρικών ζητημάτων στα οποία αυτά επικεντρώνουν. Σε τρία από τα διδακτικά σενάρια (Δ1, Δ2, Δ6) γίνεται αναφορά στον ρόλο και τα συμφέροντα διαφόρων φορέων, γεγονός που δικαιολογείται από το ότι η ανάλυση των απόψεων ποικίλων φορέων αποτελεί ένα εγγενές χαρακτηριστικό της διαπραγμάτευσης ΚΕΖ. Τέλος, σε δύο από τα διδακτικά σενάρια (Δ3, Δ4) γίνεται αναφορά στη διαδικασία επικύρωσης της επιστημονικής γνώσης και κυρίως στην αβεβαιότητα γύρω από τις εφαρμογές της NET, γεγονός που ερμηνεύεται από τη σύνδεση της NET με σύγχρονες εφαρμογές έρευνας αιχμής.

Ως προς τις πρακτικές ΚΕΖ συλλογιστικής, η πλειοψηφία των διδακτικών σεναρίων (Δ1, Δ2, Δ3, Δ4, Δ6) στοχεύει στην αναγνώριση από την πλευρά των μαθητών της πολυπλοκότητας των ΚΕΖ και της αλληλεπίδρασης διαφορετικών

κοινωνικών πτυχών γύρω από ένα ζήτημα, ενώ δύο σενάρια (Δ1, Δ2) στοχεύουν στην ανάλυση ποικίλων οπτικών γύρω από το υπό εξέταση ΚΕΖ. Αυτό πιθανά να σχετίζεται με το γεγονός ότι η αναγνώριση της πολυπλοκότητας ενός ΚΕΖ και η ανάλυση ποικίλων οπτικών θεωρούνται λιγότερο απαιτητικές δεξιότητες, ενώ παράλληλα αποτελούν και προϋπόθεση για την ανάπτυξη των υπολοίπων πρακτικών ΚΕΖ συλλογιστικής (πχ. Romine et al., 2020). Τέλος, αξιοσημείωτο είναι ότι σε ένα από τα έξι διδακτικά σενάρια (Δ5) δεν εντοπίζεται καμία δραστηριότητα που στοχεύει στην καλλιέργεια πρακτικών ΚΕΖ συλλογιστικής.

Σε σχέση με τις αντιλήψεις των φοιτητών για τη ΦτεΓ, από την ανάλυση προέκυψαν διαφορετικοί τύποι επιστημολογικού προφίλ. Συγκεκριμένα, ένας φοιτητής (Φ5) κατηγοριοποιήθηκε στο προφίλ “absolutist”, καθώς εστίασε στην αυθεντία της επιστήμης και στην ύπαρξη μονοσήμαντα ορθών απαντήσεων γύρω από θέματα που άπτονται της επιστήμης. Για παράδειγμα ανέφερε: *«Σε επιστημονικό ζήτημα δεν μου φαίνεται λογικό να υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις, γιατί δεν είναι κάτι φιλοσοφικό όπου ο καθένας έχει την άποψή του... Είναι αυτό, ισχύει και δεν υπάρχει κάτι άλλο»*. Παράλληλα, δύο από τους φοιτητές (Φ1 & Φ6) κατηγοριοποιήθηκαν στο προφίλ “multiplist”, καθώς αναφέρθηκαν ιδιαίτερα στην υποκειμενικότητα της επιστημονικής γνώσης και στην ορθότητα όλων των απόψεων. Ενδεικτικά ανέφεραν: *«Υπάρχουν διαφορετικές απόψεις και όλα αυτά πρέπει να τα δεχόμαστε, γιατί τίποτα από αυτά δεν είναι λάθος»* και *«Είναι υποκειμενικός καθαρά (ο ερευνητής), είναι το πώς έχει μάθει να εργάζεται, ποια είναι τα πιστεύω του, το τι έχει διαβάσει... Δεν υπάρχει αντικειμενικότητα ποτέ»*. Έπειτα, ένας φοιτητής (Φ6) κατηγοριοποιήθηκε ως “evaluativist” δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη διαδικασία αξιολόγησης της εγκυρότητας και αξιοπιστίας των εμπειρικών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα ανέφερε: *«Για μένα όταν υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις αυτό που πρέπει να κάνεις είναι να δεις τι είναι πιο τεκμηριωμένο, για ποια άποψη έχεις πιο πολλά και έγκυρα στοιχεία...»*. Τέλος, οι Φ3 & Φ4 παρουσίασαν μεικτά χαρακτηριστικά (multiplist – evaluativist). Ενδεικτικά ανέφεραν: *«Η όποια αβεβαιότητα και τα αντικρουόμενα στοιχεία είναι αποτέλεσμα της υποκειμενικότητας του εκάστοτε ερευνητή λόγω συμφερόντων και προσωπικής ηθικής. Παρόλα αυτά, θα υπάρχει κάποια πιο σωστή θέση που θα υποστηρίζεται καλύτερα από επιχειρήματα και στοιχεία»*.

Εξετάζοντας αυτά τα προαναφερθέντα αποτελέσματα σε σχέση με τα διδακτικά σενάρια, παρατηρήσαμε μια συσχέτιση του επιστημολογικού προφίλ των φοιτητών και των χαρακτηριστικών των ΚΕΖ διδακτικών σεναρίων, η οποία αποτυπώνεται στον πίνακα 4. Πιο συγκεκριμένα, ο Φ5 που παρουσιάζει τις absolutist αντιλήψεις, δεν στόχευσε στην καλλιέργεια κάποιας πρακτικής ΚΕΖ συλλογιστικής, ενώ ως προς τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης εστίασε απλώς στην κοινωνική χρηστικότητα δηλαδή στην αξία και τα οφέλη της επιστήμης για την κοινωνία. Φαίνεται ότι οι φοιτητές με multiplist ή evaluativist προφίλ (Φ1, Φ2, Φ6) τείνουν να διαμορφώνουν ΚΕΖ διδακτικό υλικό επικεντρωμένο στις ποικίλες κοινωνικές πτυχές και οπτικές και να διαμορφώνουν δραστηριότητες, ώστε οι μαθητές να αναγνωρίζουν και να αναλύουν αυτές τις οπτικές. Τέλος, οι φοιτητές με μεικτό επιστημολογικό προφίλ (Φ3 & Φ4) τείνουν να διαμορφώνουν υλικό επικεντρωμένο στην αβεβαιότητα και τα αντικρουόμενα επιστημονικά στοιχεία που συνοδεύουν τα αντικείμενα σύγχρονης έρευνας.

ΦΟΙΤΗΤΕΣ	ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ	ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΚΕΖ ΣΥΛΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ
Φ5	Absolutist	- Κοινωνική χρηστικότητα	-
Φ1 & Φ6	Multiplist	- Κοινωνική χρηστικότητα - Κίνδυνοι – επιρροές - Θεσμοί – φορείς - Πολιτική	- Πολυπλοκότητα ΚΕΖ - Ποικίλες οπτικές
Φ2	Evaluativist	- Κοινωνική χρηστικότητα - Θεσμοί – Φορείς - Οικονομία	- Πολυπλοκότητα ΚΕΖ - Ποικίλες οπτικές
Φ3 & Φ4	Μεικτό προφίλ	- Κοινωνική χρηστικότητα - Επικύρωση επιστημονικής γνώσης	- Πολυπλοκότητα ΚΕΖ - Διαρκής έρευνα ΚΕΖ

Πίνακας 4 Συσχέτιση αντιλήψεων για τη ΦτεΓ & των χαρακτηριστικών των ΚΕΖ διδακτικών σεναρίων

## Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται να προκύπτει μια συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστημονικής γνώσης και στα χαρακτηριστικά των διδακτικών σεναρίων που αναπτύσσουν, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τη πρόσφατη βιβλιογραφία (πχ. Eryasar & Kilinc, 2021). Επικεντρώνοντας μάλιστα στην ανάπτυξη ΚΕΖ διδακτικών σεναρίων προκύπτει ότι η ισόρροπη διασύνδεση επιστημονικού περιεχομένου με τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης προϋποθέτει ενήμερες αντιλήψεις για τη φύση της επιστημονικής γνώσης από τους εκπαιδευτικούς. Κρίνεται επομένως αναγκαίο οι επιμορφώσεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ, που απορρέουν από σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα έρευνας αιχμής, να εστιάζουν και σε διαστάσεις της φύσης της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης (πχ. Leung et al., 2020).

## Βιβλιογραφία

- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). Reconceptualizing nature of science for science education. Springer, Dordrecht
- Eryasar, A. S., & Kilinc, A. (2021). The Coherence Between Epistemologies and SSI Teaching. *Science & Education*, 31, 123-147. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00200-7>

- Hofer, B. K. (2004). Exploring the dimensions of personal epistemology in differing classroom contexts: Student interpretations during the first year of college. *Contemporary educational psychology*, 29(2), 129-163. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.002>
- Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive development*, 15(3), 309-328. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(00\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(00)00030-7)
- Lee, H., & Yang, J. E. (2019). Science teachers taking their first steps toward teaching socioscientific issues through collaborative action research. *Research in Science Education*, 49, 51-71. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9614-6>
- Leung, J. S., Wong, K. L., & Chan, K. K. (2020). Pre-service secondary science teachers' beliefs about teaching socio-scientific issues. In M. Evagorou, J.A. Nielsen & J. Dillon (Eds.), *Science Teacher Education for Responsible Citizenship* (pp. 21-39). Springer, Cham.
- Liu, S., & Roehrig, G. (2019). Exploring science teachers' argumentation and personal epistemology about global climate change. *Research in Science Education*, 49(1), 173-189 <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9617-3>
- Romine, W. L., Sadler, T. D., Dauer, J. M., & Kinslow, A. (2020). Measurement of socio-scientific reasoning (SSR) and exploration of SSR as a progression of competencies. *International Journal of Science Education*, 42(18), 2981-3002. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1849853>
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9>
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 5(2), 75-87. <https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/110/111>
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>

## Απόψεις Εκπαιδευτικών ΠΕ04 για τη ΦτΕ: οι περιπτώσεις των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών και της επιστημονικής μεθοδολογίας

**Γλυκερία Σκεύα, Άννα Κλώθου, Αναστάσιος Ζουπίδης**

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*

### Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα επιχειρείται η ανίχνευση των απόψεων εκπαιδευτικών ΠΕ04 για δύο πτυχές της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ), τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών και τη μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα. Επιλέχθηκαν η ποσοτική στρατηγική και το ερευνητικό εργαλείο SUSSI, διότι συνδυάζει ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τα ευρήματα σχετικών διεθνών ερευνών, αναδεικνύοντας ότι οι επιστημονικοί νόμοι έναντι των θεωριών καθώς και η μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα είναι δύο πτυχές της ΦτΕ, για τις οποίες οι Έλληνες εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν πολλές παρανοήσεις.

**Λέξεις κλειδιά:** Φύση της Επιστήμης, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

## Secondary science teachers' views about NoS: the case of the relation between scientific laws and theory and of the scientific methodology

**Glykeria Skeva, Anna Klothou, Anastasios Zoupidis**

*Democritus University of Thrace*

### Abstract

In the present study, Greek secondary science teachers' views are investigated, regarding two aspects of the Nature of Science (NoS) which is the relation between scientific laws and theory and the scientific methodology. A quantitative approach was chosen. Data were collected using the SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry) questionnaire, as it combines closed and open type tasks. The results are in line with findings of relevant international studies, showing that Greek secondary science teachers hold many misconceptions about scientific laws versus theories and the scientific methodology.

**Keywords:** Nature of science, secondary education

## Εισαγωγή

Η Φύση της Επιστήμης (ΦτΕ) είναι μια έννοια πολυδιάστατη και προϋποθέτει τη συμβολή διάφορων επιστημονικών περιοχών (Φιλοσοφία, Ψυχολογία, Κοινωνιολογία, κ.ά.) ώστε να συγκροτηθεί και να προσδιοριστεί εννοιολογικά (Lederman et al., 2014). Επιπλέον, η ΦτΕ συνδέεται με τον τρόπο παραγωγής, δόμησης, αξιολόγησης, τεκμηρίωσης και εγκυροποίησης της επιστημονικής γνώσης (Παπαδούρης, 2010).

Ταυτόχρονα, η διδασκαλία της αποτελεί σημαντικό διδακτικό στόχο, καθώς συνεισφέρει σημαντικά στον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών (Höttecke & Allchin, 2020). Πτυχές της ΦτΕ αναπτύσσονται σε προγράμματα σπουδών διάφορων ευρωπαϊκών χωρών, των ΗΠΑ, της Αυστραλίας και της Ν. Αφρικής και προτείνονται από διεθνείς οργανισμούς, όπως ο ΟΟΣΑ μέσω του προγράμματος αξιολόγησης PISA. Ωστόσο, οι μαθητές σπάνια διδάσκονται πτυχές της ΦτΕ, κυρίως γιατί οι εκπαιδευτικοί συναντούν δυσκολίες στην αποτελεσματική διδασκαλία τους (Capps & Crawford, 2013), αλλά και διότι πέρα από ορισμένες σημειώσεις στις εισαγωγές τους δεν υπάρχουν σημαντικές αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια (Koumara & Plakitsi, 2017).

Προκειμένου να βοηθηθούν οι εκπαιδευτικοί στην αποτελεσματική διδασκαλία της ΦτΕ, διάφοροι ερευνητές κατασκεύασαν καταλόγους με πτυχές της ΦτΕ που θα έπρεπε, αλλά δεν αναγνωρίζονται σωστά μέσα στην τάξη. Στόχος δεν είναι η κάλυψη όλων των ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών της ΦτΕ αλλά η δημιουργία κατάλληλου πλαισίου, ώστε να υπάρχει οργάνωση και κατεύθυνση στις διδακτικές παρεμβάσεις με στόχο την κατανόηση από τη μεριά των μαθητών σε θεμελιακό επίπεδο της ΦτΕ. Αναγνωρίζοντας τον ρόλο των εκπαιδευτικών στον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών σημαντικός αριθμός ερευνών μελετά τις απόψεις τους για πτυχές της ΦτΕ (Lederman et al., 2014). Ελλείπει σχετικών ερευνών στην Ελλάδα, η παρούσα έρευνα εστιάζει σε δύο πτυχές της ΦτΕ, για τις οποίες οι διεθνείς έρευνες δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν πολλές παρανοήσεις. Η πρώτη αφορά τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών και η δεύτερη την επιστημονική μεθοδολογία.

### ***Επιστημονικοί Νόμοι έναντι Θεωριών***

Οι νόμοι και οι θεωρίες είναι προϊόντα και εργαλεία της επιστήμης και χρησιμοποιούνται για να προβλέπουν φαινόμενα (McComas, 2006· 2010). Αποτελούν δύο διακριτά είδη γνώσης (Lederman et al., 2002· Mesci & Schwartz, 2017). Οι νόμοι είναι αρχές, πρότυπα ή γενικεύσεις στη φύση και οι θεωρίες είναι οι ερμηνείες αυτών των γενικεύσεων (Liang et al., 2008). Για παράδειγμα, ο νόμος του Boyle περιγράφει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ του όγκου και της πίεσης αερίου, όταν η θερμοκρασία είναι σταθερή: σε μία ισόθερμη μεταβολή ορισμένης ποσότητας αερίου, η πίεση είναι αντιστρόφως ανάλογη του όγκου του αερίου. Ο νόμος περιγράφει τι συμβαίνει στην ισόθερμη μεταβολή αερίου, χωρίς όμως να εξηγεί γιατί συμβαίνει (Bell et al., 2013). Την ερμηνεία του νόμου του Boyle τη δίνει

η κινητική θεωρία των αερίων περιγράφοντας την κίνηση των μορίων με ένα μοντέλο για την εσωτερική τους δομή.

Σύμφωνα με τον McComas (1998) υπάρχει η παρανόηση από μαθητές αλλά και εκπαιδευτικούς, ότι οι θεωρίες αποτελούν ιδέες που δεν έχουν αποδειχθεί, σε αντίθεση με τους νόμους για τους οποίους θεωρούν ότι είναι αποδεδειγμένοι και βέβαιοι. Επιπλέον, θεωρούν πως οι νόμοι και οι θεωρίες αποτελούν δύο διαφορετικές μορφές της ίδιας γνώσης. Δηλαδή ότι όταν υπάρχουν αρκετά στοιχεία, δημιουργείται μία αναπτυξιακή διαδικασία, όπου οι επιστημονικές ιδέες οδηγούνται στην πλήρη αποδοχή ως νόμοι δημιουργώντας την πεποίθηση ότι οι νόμοι είναι περισσότερο ασφαλείς από τις θεωρίες.

### **Επιστημονική Μεθοδολογία**

Ο Keeslar (1945) είχε φτιάξει έναν κατάλογο χαρακτηριστικών σχετικών με την επιστημονική μεθοδολογία. Ο κατάλογος αυτός μετά από βελτιώσεις περιέχει τα παρακάτω βήματα διερεύνησης επιστημονικών προβλημάτων: α) περιγραφή του προβλήματος, β) συγκέντρωση πληροφοριών, γ) διατύπωση υπόθεσης, δ) διεξαγωγή παρατηρήσεων, ε) έλεγχος της υπόθεσης, στ) διατύπωση συμπερασμάτων, ζ) δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων. Πολλοί συγγραφείς διδακτικών βιβλίων υιοθέτησαν τα παραπάνω βήματα, για να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η επιστήμη. Έτσι, ένας απλός κατάλογος ανάχθηκε σε περιγραφή της μεθόδου με την οποία εργάζονται όλοι οι επιστήμονες.

Στην πραγματικότητα οι ερευνητές των Φυσικών Επιστημών δεν ακολουθούν μία συγκεκριμένη μέθοδο και πρακτική ούτε ακολουθούν συγκεκριμένα βήματα για να οδηγηθούν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Η δημιουργικότητα, η φαντασία, η πρότερη γνώση και η καρτερικότητα τούς οδηγούν να χρησιμοποιήσουν την κατηγοριοποίηση και την ταξινόμηση, την περιγραφική μελέτη, την παρατήρηση και πολλές άλλες μεθόδους (Bell et al., 2013· Lederman et al., 2002). Οι μέθοδοι διαφέρουν από έναν κλάδο σε έναν άλλο, από ένα θέμα μέσα στον ίδιο κλάδο σε ένα άλλο, όπως κι από έναν επιστήμονα σε έναν άλλο.

Πολλοί μαθητές αλλά και εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι όλοι οι επιστήμονες ακολουθούν βήμα προς βήμα την ίδια επιστημονική μέθοδο, η οποία τους εξασφαλίζει αποτελέσματα έγκυρα και με ακρίβεια (Bell et al., 2013). Επιπλέον, είναι πολύ διαδεδομένη η παρανόηση ότι ο δρόμος για την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης περνά αναγκαστικά μέσα από τα πειράματα (McComas, 1998).

### **Μεθοδολογία**

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την περίοδο Μαΐου-Ιουνίου 2021 και συμμετείχαν 157 εκπαιδευτικοί ΠΕ04 με τους άντρες να είναι λίγοι περισσότεροι από τις γυναίκες. Η διδακτική εμπειρία της πλειονότητας είναι από 12 έως 23 έτη. Όσον αφορά το ανώτερο εκπαιδευτικό τους επίπεδο, οι περισσότεροι έχουν τίτλο μεταπτυχιακών σπουδών και οι μισοί έχουν παρακολουθήσει επιμορφώσεις σχετικές με τη διδακτική των φυσικών επιστημών.



Το ερευνητικό εργαλείο που επιλέχθηκε για τη συλλογή δεδομένων και μεταφράστηκε στα ελληνικά είναι το ερωτηματολόγιο Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI), που δημιουργήθηκε από τους Liang et al. (2008). Τα κριτήρια επιλογής του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου αφορούν α) την πρότερη αξιοποίησή του σε άλλες χώρες, όπως οι ΗΠΑ, η Κίνα και η Τουρκία, β) τον αποδεκτό δείκτη εσωτερικής συνοχής και γ) το γεγονός ότι συνδυάζει ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου εξασφαλίζοντας την ανίχνευση των απόψεων των συμμετεχόντων σε σημαντικό βαθμό.

Ειδικότερα, αξιολογεί τις απόψεις των εκπαιδευτικών σε έξι πτυχές της ΦτΕ: 1. παρατηρήσεις και συμπερασμός στην επιστημονική έρευνα, 2. αλλαγή των επιστημονικών θεωριών, 3. επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, 4. κοινωνικές/πολιτισμικές επιδράσεις στην επιστημονική έρευνα, 5. φαντασία/δημιουργικότητα των επιστημόνων, και 6. επιστημονική μεθοδολογία. Για καθεμία από αυτές τις πτυχές υπάρχουν τέσσερις δηλώσεις κλειστού τύπου σε 5-βαθμη κλίμακα Likert και μία ερώτηση ανοικτού τύπου, η οποία ήταν προαιρετική και δεν απαντήθηκε από όλους τους συμμετέχοντες. Οι ερωτήσεις κλειστού τύπου περιλαμβάνουν δηλώσεις που αντιπροσωπεύουν είτε απλοϊκές απόψεις (naïve views) είτε ενημερωμένες απόψεις (informed views) για τη ΦτΕ. Η εγκυροποίηση του μεταφρασμένου στα ελληνικά ερωτηματολογίου διασφαλίστηκε από δύο ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Το εργαλείο SUSSI έχει ελεγχθεί ως προς την εσωτερική συνέπεια των ερωτήσεων στην Κίνα, την Τουρκία και τις ΗΠΑ (Liang et al., 2009). Εντούτοις, η εσωτερική συνέπεια του εργαλείου υπολογίστηκε και σε αυτή την έρευνα, καθώς υπήρχε η πιθανότητα οι Έλληνες εκπαιδευτικοί να ερμηνεύσουν τις ερωτήσεις με τρόπο μη αναμενόμενο ή οι απαντήσεις να δοθούν επιτόλεια (Woitkowski, 2021). Συγκεκριμένα, ο έλεγχος αυτός πραγματοποιήθηκε με τον υπολογισμό του δείκτη alpha Cronbach  $\alpha$ , ο οποίος για το σύνολο των ερωτήσεων κλειστού τύπου βρέθηκε 0,762.

## Αποτελέσματα

Στην παρούσα εργασία, παρατίθενται τα αποτελέσματα για δύο πτυχές της ΦτΕ, στις οποίες εμφανίζονται συνήθως οι περισσότερες παρανοήσεις: (Α) τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών και (Β) τη μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα.

(Α) Βλέποντας αναλυτικά τις επιμέρους τέσσερις ερωτήσεις για την πτυχή επιστημονικοί νόμοι έναντι θεωριών (Πίνακας 1) παρατηρείται ότι: Στη δήλωση 1 «Οι επιστημονικές θεωρίες υπάρχουν στον φυσικό κόσμο και ανακαλύπτονται μέσω επιστημονικών διερευνήσεων» η πλειονότητα των συμμετεχόντων επιλέγουν «Συμφωνώ» ή «Συμφωνώ απόλυτα» (59,2%), ενώ σχεδόν το ένα τρίτο των συμμετεχόντων (29,3%) επιλέγουν «Διαφωνώ» ή «Διαφωνώ απόλυτα» με τη θέση αυτή.

Όσον αφορά τη δήλωση 2 «Σε αντίθεση με τις θεωρίες, οι επιστημονικοί νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές», παρατηρείται μία διάχυση απαντήσεων στις κατηγορίες «Διαφωνώ», «Δεν είμαι σίγουρος/η» και «Συμφωνώ» με αντίστοιχα ποσοστά 39,5%, 20,4% και 28,0%.

Αντίθετα, για τη δήλωση 3 «Οι επιστημονικοί νόμοι είναι θεωρίες που έχουν επαληθευτεί», η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων (79,6%) επιλέγουν «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα», ενώ στις υπόλοιπες κατηγορίες υπάρχει μία ισοκατανομή των απαντήσεων με πολύ μικρά ποσοστά σε κάθε περίπτωση.

Όσον αφορά τη δήλωση 4 «Οι επιστημονικές θεωρίες επεξηγούν τους επιστημονικούς νόμους», οι κατηγορίες «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα» συγκεντρώνουν την πλειοψηφία των απαντήσεων (63,0%).

	ΔΑ*	Δ	ΔΣ	Σ	ΣΑ
1 Οι επιστημονικές θεωρίες υπάρχουν στον φυσικό κόσμο και ανακαλύπτονται μέσω επιστημονικών διερευνήσεων (-)**	13 (8,3%)	33 (21,0%)	18 (11,5%)	79 (50,3%)	14 (8,9%)
2 Σε αντίθεση με τις θεωρίες, οι επιστημονικοί νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές (-)	12 (7,6%)	62 (39,5%)	32 (20,4%)	44 (28,0%)	7 4,5%)
3 Οι επιστημονικοί νόμοι είναι θεωρίες που έχουν επαληθευτεί (-)	10 (6,4%)	12 (7,6%)	10 (6,4%)	108 (68,8%)	17 (10,8%)
4 Οι επιστημονικές θεωρίες επεξηγούν τους επιστημονικούς νόμους (+)	4 (2,5%)	19 (12,1%)	35 (22,3%)	82 (52,2%)	17 (10,8%)
*ΔΑ: Διαφωνώ Απόλυτα, Δ: Διαφωνώ, ΔΣ: Δεν είμαι Σίγουρος/η, Σ: Συμφωνώ, ΣΑ: Συμφωνώ Απόλυτα					
** (+): ενημερωμένη άποψη (informed view), (-): απλοϊκή άποψη (naïve view)					

Πίνακας 1 Απόψεις των εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, όπως προκύπτουν από ερωτήσεις κλειστού τύπου 5-βαθμης κλίμακας Likert

Μη ταξινομήσιμες απόψεις	Απλοϊκές απόψεις	Μεταβατικές απόψεις	Ενημερωμένες απόψεις
5 από 34 (14,7%)	16 από 34 (47,1%)	11 από 34 (32,4%)	2 από 34 (5,9%)

Πίνακας 2 Απόψεις εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, όπως προκύπτουν από την ερώτηση ανοικτού τύπου

Στην ανοικτή ερώτηση ανταποκρίθηκαν 34 από τους 157 συμμετέχοντες στην έρευνα και η πλειονότητα των οποίων, συγκεκριμένα το 47,1%, είχε απλοϊκές απόψεις για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, το 23,5% είχε μεταβατικές απόψεις, το 14,7% είχε μη ταξινομήσιμες απαντήσεις και το 14,7% είχε ενημερωμένες απόψεις (Πίνακας 2).

(B) Βλέποντας αναλυτικά τις επιμέρους τέσσερις ερωτήσεις για την πτυχή επιστημονική μεθοδολογία (Πίνακας 3) παρατηρείται ότι: Στη δήλωση 1 «οι επιστήμονες χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους μεθόδων για τη διεξαγωγή των επιστημονικών ερευνών», οι κατηγορίες «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα»

συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο μέρος των απαντήσεων (74,5%), με την κατηγορία «Συμφωνώ» να έχει επιλεχθεί πάνω από τους μισούς εκπαιδευτικούς (61,1%).

Στη δήλωση 2 «όλοι οι επιστήμονες ακολουθούν την ίδια επιστημονική μέθοδο βήμα προς βήμα» το 68,7% των συμμετεχόντων επιλέγουν «Διαφωνώ» ή «Διαφωνώ απόλυτα», ενώ το 16,6% τάσσεται στην κατηγορία «Δεν είμαι σίγουρος/η».

Σχετικά με τη δήλωση 3 «Όταν οι επιστήμονες χρησιμοποιούν σωστά την επιστημονική μέθοδο, τα αποτελέσματα τους είναι σωστά και ακριβή», επικρατεί η απάντηση «Συμφωνώ» με ποσοστό 41,4%, με δεύτερη επικρατούσα απάντηση «Διαφωνώ» με ποσοστό 28,8%.

Τέλος, στη δήλωση 4 «Τα πειράματα δεν είναι τα μόνα μέσα που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης», οι κατηγορίες «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα» συγκεντρώνουν το αισθητά μεγαλύτερο μέρος των απαντήσεων (77,7%).

	ΔΑ*	Δ	ΔΣ	Σ	ΣΑ
1 Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους μεθόδων για τη διεξαγωγή των επιστημονικών ερευνών.(+)**	5 (3,2%)	19 (12,1%)	16 (10,2%)	96 (61,1%)	21 (13,4%)
2 Όλοι οι επιστήμονες ακολουθούν την ίδια επιστημονική μέθοδο βήμα προς βήμα (-)	23 (14,6%)	85 (54,1%)	26 (16,6%)	22 (14,0%)	1 (0,6%)
3 Όταν οι επιστήμονες χρησιμοποιούν σωστά την επιστημονική μέθοδο, τα αποτελέσματα τους είναι σωστά και ακριβή (-)	8 (5,1%)	44 (28,8%)	35 (22,3%)	65 (41,4%)	5 (3,2%)
4 Τα πειράματα δεν είναι τα μόνα μέσα που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (+)	3 (1,9%)	13 (8,3%)	19 (12,1%)	101 (64,3%)	21 (13,4%)
*ΔΑ: Διαφωνώ Απόλυτα, Δ: Διαφωνώ, ΔΣ: Δεν είμαι Σίγουρος/η, Σ: Συμφωνώ, ΣΑ: Συμφωνώ Απόλυτα ** (+): ενημερωμένη άποψη (informed view), (-): απλοϊκή άποψη (naïve view)					

Πίνακας 3 *Απόψεις των εκπαιδευτικών για τη μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα, όπως προκύπτουν από ερωτήσεις κλειστού τύπου 5-βαθμης κλίμακας Likert*

Μη ταξινομήσιμες απόψεις	Απλοϊκές απόψεις	Μεταβατικές απόψεις	Ενημερωμένες απόψεις
4 από 36 (11,1%)	16 από 36 (44,4%)	14 από 36 (38,9%)	3 από 36 (5,6%)

Πίνακας 4 *Απόψεις εκπαιδευτικών για τη μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα όπως προκύπτουν από την ερώτηση ανοικτού τύπου*

Στην ανοικτή ερώτηση ανταποκρίθηκαν 36 από τους 157 συμμετέχοντες στην έρευνα η πλειονότητα των οποίων, συγκεκριμένα το 44,4%, είχε απλοϊκές απόψεις για τη μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα, το 38,9% είχε μεταβατικές απόψεις, το 11,1% είχε μη ταξινομήσιμες απαντήσεις και μόνο το 5,6% είχε ενημερωμένες απόψεις (Πίνακας 4).

## Συμπεράσματα

Οι πτυχές της ΦτΕ περιέχουν αλληλένδετες μεταξύ τους έννοιες, που αφορούν εναλλακτικές απόψεις μαθητών αλλά και εκπαιδευτικών και παρέχουν κατάλληλο πλαίσιο για την κατανόηση της επιστήμης και των ενεργειών των επιστημόνων (Bell et al., 2016). Στην παρούσα εργασία διερευνήσαμε τις απόψεις εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σχετικά με δύο από τις πτυχές της ΦτΕ, για τις οποίες εμφανίζονται συνήθως οι περισσότερες παρανοήσεις και συγκεκριμένα σχετικά με τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών και τη μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα.

Η έρευνα έδειξε πως οι απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών είναι απλοϊκές. Πιο συγκεκριμένα, επικρατεί η απλοϊκή άποψη ότι οι επιστημονικές θεωρίες υπάρχουν στον φυσικό κόσμο και ανακαλύπτονται μέσω επιστημονικών διερευνήσεων και ότι οι επιστημονικοί νόμοι είναι θεωρίες που έχουν επαληθευτεί. Επομένως, οι εκπαιδευτικοί δεν αναγνωρίζουν τους νόμους και τις θεωρίες ως δύο διακριτά είδη γνώσης, αλλά θεωρούν ότι αποτελούν δύο διαφορετικές μορφές της ίδιας γνώσης. Δηλαδή υποστηρίζουν την απλοϊκή άποψη που αναφέρει ο McComas (1998), πως όταν υπάρχουν αρκετά στοιχεία, δημιουργείται μία αναπτυξιακή διαδικασία, όπου οι θεωρίες οδηγούνται στην πλήρη αποδοχή τους ως νόμοι. Έτσι δημιουργείται η πεποίθηση, ότι οι νόμοι είναι περισσότερο ασφαλείς από τις θεωρίες. Επιπλέον, σημαντικό μέρος των συμμετεχόντων θεωρεί ότι, σε αντίθεση με τις θεωρίες, οι επιστημονικοί νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές. Η συγκεκριμένη άποψη υποδηλώνει ότι οι εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να αποδεχτούν την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης. Παρόλα αυτά, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων συμφώνησε με την ενημερωμένη άποψη ότι οι θεωρίες επεξηγούν τους επιστημονικούς νόμους πέφτοντας σε αντιφάσεις και ενισχύοντας τη θέση πως οι απόψεις τους για τους νόμους και τις θεωρίες είναι απλοϊκές.

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν πολλοί ερευνητές, όπως οι Lederman et al. (2014), Mesci & Schwartz (2017) και Stefanidou & Skordoulis (2017). Μάλιστα οι Mesci & Schwartz (2017) αναφέρουν ότι μετά από εξάμηνη παρέμβαση οι εκπαιδευτικοί συνέχιζαν να έχουν την απλοϊκή άποψη ότι οι θεωρίες όταν ωριμάζουν γίνονται νόμοι και ότι οι νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές.

Επιπρόσθετα, από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν πως οι επιστήμονες χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους μεθόδων στην επιστημονική έρευνα. Όμως στις απαντήσεις τους τόνισαν ιδιαίτερα τον ρόλο που παίζουν τα πειράματα στην επιστημονική γνώση, συνδέοντας την πρόοδο της επιστήμης με τα πειράματα χωρίς να αναλύσουν άλλες επιστημονικές μεθόδους. Έτσι δημιούργησαν την εντύπωση πως, όταν αναφέρονταν σε διαφορετικές επιστημονικές μεθόδους, ίσως να εννοούσαν διαφορετικά πειράματα ή διαφορετικά βήματα κατά τη διάρκεια της επιστημονικής μεθόδου.

Επιπλέον, επικράτησε η απλοϊκή άποψη πως όταν οι επιστήμονες χρησιμοποιούν σωστά την επιστημονική μέθοδο, τα αποτελέσματά τους είναι σωστά και ακριβή. Η συγκεκριμένη απλοϊκή άποψη αναφέρεται από πολλούς ερευνητές, όπως τον McComas (1998) και τους Lederman et al. (2002).

Για να μπορέσουν οι εκπαιδευτικοί να βελτιώσουν τις απόψεις των μαθητών τους για τη ΦτΕ, το πρώτο βήμα είναι να έχουν οι ίδιοι ενημερωμένες απόψεις σχετικά με αυτή. Ο Abd-El-Khalick (2013) αναφέρει πως εκπαιδευτικοί με ενημερωμένες απόψεις για πτυχές της ΦτΕ, έχουν περισσότερες πιθανότητες να δημιουργήσουν περιβάλλον διερευνητικής μάθησης, όπου θα παρουσιάζονται ρητά πτυχές της ΦτΕ. Ωστόσο, όπως επισημάνθηκε παραπάνω, για να συμβεί αυτό, είναι απαραίτητο να δοθεί έμφαση στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη ΦτΕ. Ακόμη κι αν τα επόμενα χρόνια ενσωματωθούν ρητά πτυχές της ΦτΕ στα Προγράμματα Σπουδών της εκπαίδευσης στις ΦΕ, αυτό που σκέφτονται, πιστεύουν και πράττουν οι εκπαιδευτικοί στην τάξη θα διαμορφώσει τελικά το είδος της μάθησης που βιώνουν οι μαθητές (Hargreaves, 1995). Επομένως, πρωτίστως κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση μελλοντικών και η επιμόρφωση εν ενεργεία εκπαιδευτικών σε θέματα της ΦτΕ. Κατάλληλα προγράμματα επιμόρφωσης, όπου θα αναφέρονται ρητά πτυχές της ΦτΕ, μπορεί να βελτιώσουν τις απόψεις των εκπαιδευτικών και να τους βοηθήσουν να αντιληφθούν την παιδαγωγική αξία της εκμάθησής της, ώστε στη συνέχεια να τολμήσουν να ενσωματώσουν στη διδασκαλία τους, στις αξιολογήσεις και στο γενικότερο σχολικό τους έργο βασικές πτυχές της ΦτΕ.

## Βιβλιογραφία

- Παπαδούρης, Ν. (2010). Συνδυασμένη ανάπτυξη κατανόησης ενεργειακών μηχανισμών και δεξιοτήτων λήψης απόφασης και η σύνδεση τους με τη φύση της επιστήμης. ISBN 9789963689262
- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>
- Bell, R. L., Maeng, J. L., Peters, E. E., & Sterling, D. R. (2013). Teaching about scientific inquiry and the nature of science: Toward a more complete view of science. *Journal of Mathematics and Science*, 13, 3-25.
- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2016). Outcomes of nature of science instruction along a context continuum: Preservice secondary science teachers' conceptions and instructional intentions. *International Journal of Science Education*, 38(3), 493-520. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1151960>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9314-z>
- Hargreaves, D. H. (1995). School culture, school effectiveness and school improvement. *School effectiveness and school improvement*, 6(1), 23-46
- Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641-666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Keeslar, O. (1945). A survey of research studies dealing with the elements of scientific method as objectives of instruction in science. *Science Education*, 29(4), 212-216. <https://doi.org/10.1002/sce.3730290414>

- 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., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285-302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2008). Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: A dual-response instrument. *Asia-Pacific Forum on science learning and teaching*, 9(1), 1-20.
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2009). PRESERVICE TEACHERS' VIEWS ABOUT NATURE OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE DEVELOPMENT: AN INTERNATIONAL COLLABORATIVE STUDY. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 987-1012.
- McComas, W. F. (Ed.) (2020). *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies*. Springer Nature. ISBN 978-3-030-80201-1
- McComas, W. F. (Ed.). (2006). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (Vol. 5). Springer Science & Business Media. ISBN 0-306-47215-5174
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In *The nature of science in science education* (pp. 53-70). Springer, Dordrecht. ISBN 0-792-35080-4
- Mesci, G., & Schwartz, R. S. (2017). Changing preservice science teachers' views of nature of science: Why some conceptions may be more easily altered than others. *Research in Science Education*, 47(2), 329-351. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9503-9>
- Stefanidou, C., & Skordoulis, C. (2017), Primary Student Teachers' Understanding of Basic Ideas of Nature of Science: Laws, Theories and Models. *Journal of Studies in Education*, 7(1), 127-153. <https://doi.org/10.5296/jse.v7i1.10599>
- Woitkowski, D., Rochell, L., & Bauer, A. B. (2021). German university students' views of nature of science in the introductory phase. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 010118. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010118>

## Από το ηλεκτρικό χαλάζι του Volta στην οπτική ίνα του Tyndall: Αναπαράγοντας ιστορικά πειράματα στην τάξη με απλά υλικά

**Παναγιώτης Λάζος<sup>1</sup>, Κωνσταντίνα Στεφανίδου<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ΕΚΦΕ Ηλιούπολης & ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ, <sup>2</sup>ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

### Περίληψη

Κατά τη διάρκεια του 18ου και του 19ου αιώνα αναπτύχθηκε μεγάλος αριθμός από πειράματα επίδειξης. Η σημασία που είχε αυτή η δραστηριότητα για την επιστημονική κοινότητα της εποχής, τονίζεται τόσο από την συμπερίληψη των πειραμάτων σε εγχειρίδια πειραματικής φυσικής, όσο και από την κατασκευή και πώληση αντίστοιχων διατάξεων από τους κατασκευαστές επιστημονικών οργάνων. Πολλά από τα πειράματα επίδειξης που εκτελούνται σήμερα σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης αποτελούν εκδοχές αντίστοιχων τέτοιων πειραμάτων, ενώ κάποια άλλα παραμένουν σχετικά άγνωστα. Σκοπός του εργαστηρίου είναι οι συμμετέχοντες να εξοικειωθούν με την ιστορία της πειραματικής εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες και να μπορούν να εφαρμόσουν στις τάξεις τους αντίστοιχα ιστορικά πειράματα με απλά υλικά.

**Λέξεις κλειδιά:** Ιστορικά πειράματα, απλά υλικά, εκπαιδευτική αξιοποίηση

## From Volta's Electric Hail to Tyndall Fiber Optic: Reproducing historical experiments in the classroom with simple materials

**Panagiotis Lazos<sup>1</sup>, Constantina Stefanidou<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>4<sup>th</sup> Laboratory Center of Natural Sciences of Athens & Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>2</sup>Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens

### Abstract

During the 18th and 19th centuries a large number of demonstration experiments were developed. The importance of this activity for the scientific community of the time is emphasized both by the inclusion of experiments in textbooks of experimental physics and by the construction and sale of relevant devices by the manufacturers of scientific instruments. Many of the demonstration experiments currently performed at all levels of education have their origins in this era, while others remain relatively unknown. The purpose of the workshop is for the participating teachers and students to become familiar with the history of experimental education in the natural sciences and to be able to apply in their classes versions of historical experiments with everyday materials.

**Keywords:** Historic experiments, everyday materials, educational utilization

## Εισαγωγή

Οι ανάγκες για τη διάδοση και τη διδασκαλία της ανερχόμενης επιστήμης της φυσικής κατά τον 18<sup>ο</sup> και τον 19<sup>ο</sup> αιώνα οδήγησαν στην επινόηση σημαντικού αριθμού πειραμάτων επίδειξης. Οι πιο επιτυχημένες από αυτές τις διατάξεις κατασκευάστηκαν και πουλήθηκαν σε μεγάλες ποσότητες από κατασκευαστές επιστημονικών οργάνων, αναδείχθηκαν μέσα από τις εικονογραφήσεις στα διδακτικά εγχειρίδια της εποχής, ενώ πολλές μοντέρνες εκδοχές τους συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη διδακτική πρακτική.

## Σκοπός του εργαστηρίου - Εκπαιδευτική προστιθέμενη αξία

Σκοπός του εργαστηρίου ήταν η εξοικείωση των συμμετεχόντων με την ιστορία της πειραματικής εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες και η πρακτική τους εξάσκηση στην εφαρμογή αντίστοιχων ιστορικών πειραμάτων με απλά υλικά στις τάξεις τους. Ως εκ τούτου, οι δύο άξονες του εργαστηρίου ήταν από τη μια η εκπαιδευτική αξιοποίηση ιστορικών πειραμάτων κι από την άλλη η αξιοποίηση υλικών καθημερινής χρήσης.

Σε ό,τι αφορά την αξιοποίηση των ιστορικών πειραμάτων, τα οφέλη ποικίλουν (Galili, 2014). Μέσω των ιστορικών πειραμάτων οι μαθητές εξοικειώνονται με πτυχές της φύσης της επιστήμης είτε μέσω του εμπειρικού και εξελικτικού χαρακτήρα της είτε μέσω των ξεπερασμένων θεωριών που συχνά σχετίζονται με τις εννοιολογικές δυσκολίες των μαθητών (Stefanidou et al., 2020).

Η χρήση καθημερινών υλικών στο εργαστήριο φυσικών επιστημών παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχάς, οι μαθητές, ιδιαίτερα εκείνοι των μικρότερων ηλικιών, τείνουν να αποδίδουν διάφορα ασυνήθιστα φαινόμενα που επιδεικνύονται με εξειδικευμένες διατάξεις στις ίδιες τις διατάξεις με αποτέλεσμα να μην αντιλαμβάνονται τα φαινόμενα στην ολότητά τους. Η χρήση καθημερινών υλικών αντιμετωπίζει αυτή την αντίληψη και κάνει τα πειράματα πιο «διάφανα» στους μαθητές. Επιπλέον, τα απλά υλικά είναι ιδιαίτερα οικεία στους μαθητές και εύχρηστα για κατασκευές και πειραματισμό από τους ίδιους. Επίσης, τα καθημερινά υλικά έχουν χαμηλό ή και μηδενικό κόστος και είναι εύκολα προσβάσιμα. Τέλος, η χρήση υλικών τα οποία αλλιώς θα κατέληγαν στα απορρίμματα, προσφέρει μία επιπλέον περιβαλλοντική διάσταση στην κατασκευή των διατάξεων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, στο εργαστήριο παρουσιάστηκαν έξι ιστορικά πειράματα που μπορούν να πραγματοποιηθούν με απλά υλικά: Το ηλεκτρικό χαλάζι του Volta, το πείραμα ολικής ανάκλασης του Tyndall, η κούπα του Πυθαγόρα, η βόμβα διαστολής, η φιάλη του Mariotte και το πείραμα της διάθλασης του Πτολεμαίου.

## Οργάνωση εργαστηρίου

Ο αρχικός σχεδιασμός του εργαστηρίου προέβλεπε οι συμμετέχοντες να εργάζονται σε διμελείς ομάδες και να εκτελούν κυκλικά τις δραστηριότητες με τα απαραίτητα

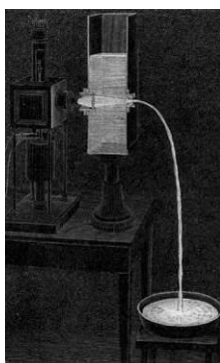


υλικά τοποθετημένα στους αντίστοιχους πάγκους. Ωστόσο, το πρωτόκολλο για τον COVID-19 προκάλεσε κάποιες αλλαγές στην οργάνωση του εργαστηρίου. Οι συμμετέχοντες αρχικά ενημερώθηκαν συνοπτικά για την ιστορία των υπό εξέταση πειραμάτων επίδειξης. Στη συνέχεια, κάποιες από τις δραστηριότητες και τις κατασκευές πραγματοποιήθηκαν με επίδειξη από τους οργανωτές του εργαστηρίου και παράλληλη προβολή των αντίστοιχων τεχνικών δεδομένων και οδηγιών μέσω βιντεοπροτζέκτορα. Όπου δεν ήταν απαραίτητη η χρήση κοινών υλικών ανάμεσα στις ομάδες, οι κατασκευές πραγματοποιήθηκαν από τους συμμετέχοντες.

## Σύνοψη δραστηριοτήτων

Ηλεκτρικό χαλάζι του Volta. Οι συμμετέχοντες κατασκεύασαν τη διάταξη του ηλεκτρικού χαλαζιού του Volta χρησιμοποιώντας ένα μικρό διάφανο πλαστικό μπουκάλι, δύο αλουμινένια φορμάκια και μικρά σφαιρίδια από αλουμινόχαρτο. Η διάταξη χρειάζεται μία ηλεκτρική μηχανή (π.χ. τύπου Wimshurst) για να λειτουργήσει, η οποία ήταν διαθέσιμη από τους οργανωτές του εργαστηρίου για να γίνει η επίδειξη με τις τελικές κατασκευές.

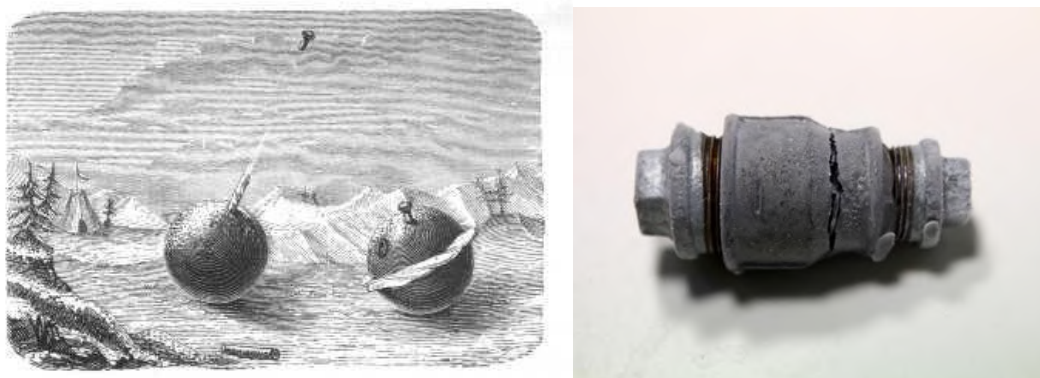
Ολική ανάκλαση μέσα σε μία φλέβα νερού (Tyndall). Πραγματοποιήθηκε επίδειξη της ολικής ανάκλασης του φωτός μέσα σε μία φλέβα νερού χρησιμοποιώντας ως μοναδικά όργανα - υλικά ένα μεγάλο διάφανο πλαστικό μπουκάλι, νερό και ένα λείζερ. Η σημασία αυτού του πειράματος είναι μεγάλη, μιας και ο Tyndall με το πείραμα αυτό «έδειξε» τον δρόμο για την εφεύρεση της οπτικής ίνας (Εικόνα 1) (Colladon, 1884).



Εικόνα 1 Η συσκευή καθοδήγησης του φωτός του Tyndall όπως δόθηκε από τον Daniel Colladon (1884)

Κούπα του Τάνταλου ή του Πυθαγόρα. Οι συμμετέχοντες κατασκεύασαν μία κούπα του Τάνταλου (Bell, 1771) χρησιμοποιώντας ένα πλαστικό μπουκάλι και τμήμα ελαστικού σωλήνα.

Βόμβα διαστολής. Οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν την κατασκευή μίας «βόμβας διαστολής». Πρόκειται για ένα κλειστό μεταλλικό δοχείο γεμάτο με νερό (Εικόνα 2). Αν η «βόμβα» τοποθετηθεί στην κατάψυξη και παγώσει το νερό εντός της, τότε θα διαρραγεί εξαιτίας της διαστολής του νερού. Η κατασκευή πραγματοποιείται με υλικά υδραυλικού χαμηλού κόστους και συγκεκριμένα μία θηλυκή «συστολή» σωλήνα από  $\frac{1}{2}$ " σε  $\frac{3}{4}$ ", μία τάπα  $\frac{1}{2}$ " και μία τάπα  $\frac{3}{4}$ ".



Εικόνα 2 Αναπαράσταση θόμβας διαστολής σε βιβλίο του 19ου αιώνα (αριστερά) και η προτεινόμενη διάταξη, με ορατή τη ρωγμή που ακολούθησε την πήξη του νερού

Φιάλη του Mariotte. Οι συμμετέχοντες κατασκεύασαν μία φιάλη του Mariotte (Deschanel, 1884), ώστε να εξασφαλίσουν εκροή νερού σταθερής παροχής και να διερευνήσουν ορισμένες ιδιότητες της κατασκευής. Τα υλικά που χρησιμοποίησαν ήταν ένα πλαστικό δοχείο με σκληρά τοιχώματα, ένα τμήμα σωλήνα για αυτόματο πότισμα και θερμόκολλα.

Πείραμα διάθλασης Πτολεμαίου. Ο Πτολεμαίος μελέτησε τη διάθλαση του φωτός και προσπάθησε να εξάγει έναν νόμο για να συνδέσει την προσπίπτουσα με την διαθλώμενη ακτίνα. Ο νόμος που διατύπωσε, αν και είχε μεγάλη αξία για την εποχή του, δεν συμβαδίζει με το ισχύον επιστημονικό πρότυπο δηλαδή με τον νόμο του Snell. Οι συμμετέχοντες, μέσω μιας διάταξης αντίστοιχης με του Πτολεμαίου, χρησιμοποίησαν ένα κοινό ημικυκλικό γυαλί, πινέζες και γωνιομετρικό δίσκο, και ακολουθώντας τα βήματα του Πτολεμαίου κατέληξαν στο ότι στην επιστήμη συνήθως «τα πράγματα δεν είναι όπως φαίνονται».

## Ολοκλήρωση - Συζήτηση

Μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων ακολούθησε συζήτηση σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι συμμετέχοντες στην κατασκευή των απλών διατάξεων ή τη χρήση τους και στις δυνατότητες που αυτές και τα αντίστοιχα ιστορικά πειράματα προσφέρουν στη διδακτική πράξη.

## Βιβλιογραφία

- Bell, A. (1771). Encyclopedia Britannica.
- Colladon, D. (1884). La Fontaine Colladon. La Nature, 2nd half year, p. 325.
- Deschanel, A. P. (1884). Elementary Treatise on Natural Philosophy Part I. Mechanics, Hydrostatics, and Pneumatics. New York: D. Appleton and Company.
- Galili, I. (2014). Teaching optics: a historico-philosophical perspective. In M. Matthews (Eds.) International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching (pp. 97-128). Dordrecht: Springer
- Stefanidou, C., Psoma, V., & Skordoulis, C. (2020). Ptolemy's experiments on refraction in science class. *Physics Education*, 55(3), 1-17.

Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021

15:00 – 16:00

Στρογγυλό Τραπέζι

## Διεπιστημονικότητα, συστημική προσέγγιση και κριτική σκέψη μέσω του εκπαιδευτικού υλικού «Αειφορία και COVID-19»

**Αχιλλέας Μανδρίκας<sup>1</sup>, Κατερίνα Μπαζίγου<sup>2</sup>, Σταυρούλα Τριανταφύλλου<sup>3</sup>, Θεολογία Αβδελλή<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>6ο ΠΕΚΕΣ Αττικής, <sup>2</sup>1ο ΠΕΚΕΣ Αττικής, <sup>3</sup>ΚΠΕ Δραπετσώνας

### Περίληψη

Σε αυτή τη συνεδρία στρογγυλής τραπέζης παρουσιάζονται οι βασικές επιδιώξεις του εκπαιδευτικού υλικού με τίτλο «Αειφορία και COVID-19: εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την κατανόηση της πανδημίας από τη σκοπιά της Εκπαίδευσης για την Αειφορία». Το υλικό απευθύνεται σε μαθητές/τριες της ΣΤ΄ Δημοτικού, Γυμνασίου & Λυκείου και διασυνδέεται με τους διδακτικούς στόχους πολλών μαθημάτων του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών. Το υλικό αποτελείται από πέντε θεματικές ενότητες που μελετούν την πανδημία COVID-19 σε σχέση α) με το φυσικό περιβάλλον β) με τον τομέα της εργασίας, της οικονομίας και των εργασιακών δικαιωμάτων γ) με το ζήτημα της παραπληροφόρησης και των συνωμοσιολογικών αντιλήψεων δ) με την ανάγκη για διεθνή συνεργασία και για διαχείριση της πανδημίας με όρους Παγκόσμιων Δημόσιων Αγαθών και ε) με τους 17 Στόχους της Αειφόρου Ανάπτυξης (SDGs). Η ανάπτυξη του υλικού γίνεται σε 17 υποενότητες και 52 φύλλα εργασίας.

Η επιλογή να μελετηθεί το ζήτημα της πανδημίας COVID-19 μέσα από το πρίσμα της Εκπαίδευσης για την Αειφορία εξυπηρετεί διττό σκοπό. Αφενός επιτυγχάνεται η συστημική κατανόηση της πανδημίας και αφετέρου παρέχεται ένα απτό και βιωμένο παράδειγμα μελέτης, μέσα από το οποίο προσεγγίζονται οι περισσότεροι από τους 17 Στόχους Αειφόρου Ανάπτυξης του ΟΗΕ. Με άλλα λόγια, η Εκπαίδευση για την Αειφορία προσφέρει όχι μόνο το θεωρητικό ερμηνευτικό πλαίσιο για την προσέγγιση των σύνθετων πτυχών της πανδημίας, αλλά συνεισφέρει και στην παιδαγωγική προσέγγιση της πανδημίας με διδακτικά εργαλεία που βασίζονται σε συμμετοχικές διδακτικές τεχνικές διδασκαλίας και μάθησης. Αποτελεί άσκηση κοινωνικής εκπαίδευσης, με στόχο τη διαμόρφωση κριτικά σκεπτόμενων δημοκρατικών πολιτών, οι οποίοι θα κάνουν δυνατή τη σημαντική αλλαγή που απαιτείται για τον μετασχηματισμό των κοινωνιών προς την αειφορία.

Κατά τη διάρκεια της συζήτησης στρογγυλής τραπέζης τα τέσσερα μέλη της συγγραφικής ομάδας αναπτύσσουν με παραδείγματα μέσα από το εκπαιδευτικό υλικό τρία βασικά χαρακτηριστικά του. Πρώτον, τη διεπιστημονικότητα που το χαρακτηρίζει, στοιχείο απαραίτητο για ένα θέμα που μελετάται από πολλές και διαφορετικές επιστήμες. Δεύτερον, τη συστημική προσέγγιση του ζητήματος της πανδημίας, μέσω της ανάδειξης των αλληλεξαρτήσεων, των αιτιωδών σχέσεων και των πολλαπλών συσχετίσεων που τη διέπουν. Τρίτον, την κριτική σκέψη, που αποτελεί τη βασική εκπαιδευτική επιδίωξη του υλικού, καθώς η πανδημία προσφέρεται για να καλλιεργηθεί και να αναπτυχθεί η κριτική ικανότητα των μαθητών/τριών κάθε ηλικίας.

**Λέξεις κλειδιά:** διεπιστημονικότητα, συστημική προσέγγιση, κριτική σκέψη, αειφορία

## Interdisciplinarity, systemic approach and critical thinking through educational material “Sustainability and COVID-19”

**Achilleas Mandrikas<sup>1</sup>, Katerina Bazigou<sup>2</sup>, Stavroula Triantafyllou<sup>3</sup>,  
Theologia Avdelli<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>6th Regional Center of Educational Planning of Attica*

*<sup>2</sup>1<sup>st</sup> Regional Center of Educational Planning of Attica*

*<sup>3</sup>Drapetsona Environmental Education Center*

### **Abstract**

The topic of this round table discussion is the educational material titled "Sustainability and COVID-19: educational activities for understanding the pandemic from the point of view of Education for Sustainability". The material is addressed to students of Upper classes of Elementary School, High School & Lyceum and it is interconnected to the learning objectives of many curriculum subjects. The material consists of five thematic units, studying the pandemic due to COVID-19 in relation to a) the natural environment b) the field of work, economy and workers' rights c) the issue of disinformation and conspiracy theories d) the international cooperation and pandemic management in terms of global public goods e) the 17 UN Sustainable Development Goals (SDGs). The educational material is developed in 17 subsections and 52 worksheets.

The choice to study the COVID-19 pandemic through the spectrum of Education for Sustainability serves a dual purpose. On the one hand, a systemic understanding of the pandemic is achieved and on the other hand, the pandemic provides a tangible and experienced example in order to approach most of the 17 UN SDGs. In other words, Education for Sustainability not only provides the theoretical interpretive framework for understanding the complex aspects of the pandemic, but also contributes to the pedagogical approach of the pandemic through teaching tools based on participatory teaching and learning techniques. It is an exercise in social education, aimed at shaping critically-minded democratic citizens, who will enable the significant change required to transform societies towards sustainability.

During the round table discussion the four members of the writing team will develop three key features with examples from the educational material. First, the interdisciplinarity that characterizes the material, which is necessary for a subject studied by different sciences. Second, the systemic approach of the pandemic, through the emergence of interdependencies, causal relationships and the multiple correlations that govern it. Third, critical thinking, which is the main educational aim of the material, as the pandemic is offered to cultivate and develop the critical ability of students at any age.

**Keywords:** interdisciplinarity, systemic approach, critical thinking, sustainability

## Εισαγωγή

Ο αναπτυγμένος κόσμος θεωρούσε ότι οι τελευταίες μεγάλες πανδημίες που άλλαξαν τη ζωή των ανθρώπων ανήκαν για πάντα στο μακρινό παρελθόν, κάτι που είχε ενισχύσει ένα είδος ψευδαίσθησης ότι είμαστε άτρωτοι και παντοδύναμοι. Οι αλυσιδωτές συνέπειες της πανδημίας στην κοινωνική, οικονομική και προσωπική ζωή, όχι μόνο διέψευσαν τον παραπάνω ισχυρισμό, αλλά απέδειξαν με επώδυνους τρόπους την αλληλεξάρτηση όχι μόνο των πολιτών αλλά και όλων των τομέων της δημόσιας και ιδιωτικής ζωής.

Στο υλικό «Αειφορία και COVID-19», η Εκπαίδευση για την Αειφορία προσφέρει το θεωρητικό ερμηνευτικό πλαίσιο για την προσέγγιση των σύνθετων πτυχών της πανδημίας και συνεισφέρει στην παιδαγωγική προσέγγισή της με διδακτικά εργαλεία που βασίζονται σε συμμετοχικές διδακτικές τεχνικές διδασκαλίας και μάθησης. Πρόκειται για τεχνικές που καλλιεργούν στους/στις μαθητές/τριες σημαντικές δεξιότητες, όπως η κριτική και συστημική σκέψη, η επικοινωνία, η ενσυναίσθηση, η συνεργασία, και που θέτουν τα θεμέλια για την ανάπτυξη υπεύθυνων και ενεργών πολιτών. Επομένως, το υλικό αποτελεί άσκηση κοινωνικής εκπαίδευσης με στόχο τη διαμόρφωση κριτικά σκεπτόμενων δημοκρατικών πολιτών, οι οποίοι θα κάνουν δυνατή τη σημαντική αλλαγή που απαιτείται για τον μετασχηματισμό των κοινωνιών προς την αειφορία.

## Φυσικό περιβάλλον

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 το παγκόσμιο ενδιαφέρον κινήθηκε γύρω από τα μέτρα που πήραν όλες οι χώρες για τον περιορισμό της διασποράς της νόσου, γύρω από τον αγώνα της ιατρικής κοινότητας για την εξεύρεση φαρμάκων και εμβολίων και γύρω από τις συνέπειες της πανδημίας σε όλες τις εκφάνσεις της κοινωνικής, οικονομικής και προσωπικής ζωής των πολιτών. Ωστόσο, η αναζήτηση των αιτίων έμεινε κυρίως μεταξύ των μελών μιας στενής επιστημονικής κοινότητας και δεν απασχόλησε ουσιαστικά τις κοινωνίες.

Σε αυτή τη θεματική ενότητα του εκπαιδευτικού υλικού «Αειφορία και COVID-19» γίνεται μια προσπάθεια να αναζητηθούν, να διερευνηθούν και να εκτιμηθούν τόσο οι συνέπειες όσο και οι αιτίες της πανδημίας. Για τον σκοπό αυτό αναδεικνύονται και συζητούνται θέματα, όπως η πολύμορφη καταστροφή των φυσικών οικοσυστημάτων, η αστόχαστη μείωση της βιοποικιλότητας, η μαζική παραγωγή, ο άκρατος καταναλωτισμός και η ανεξέλεγκτη ρύπανση του περιβάλλοντος που οδηγεί ακόμα και σε κλιματικές αλλαγές (Gruber, 2017· Vidal, 2020). Αυτά τα φαινομενικά ασύνδετα ζητήματα επιδιώκεται να συσχετιστούν, ώστε να διαφανούν οι πολύπλοκες σχέσεις των έμβιων οργανισμών με την αβιοτική φύση και να συνειδητοποιηθεί η υπερβολική πίεση που ασκεί ο άνθρωπος στα φυσικά οικοσυστήματα.

## Εργασία και οικονομία

Κατά την περίοδο της πανδημίας COVID-19 ο τομέας που επηρεάστηκε άμεσα και πολλαπλώς ήταν η εργασία, καθώς η κυκλοφορία των καταναλωτών απαγορεύτηκε, τα καταστήματα έκλεισαν, οι βιομηχανίες υπολειτουργούσαν, το εμπόριο περιορίστηκε και η οικονομία παγκοσμίως επηρεάστηκε (Adecco 2020· Eurofound 2020). Ο πολίτης βρέθηκε κλεισμένος στο σπίτι, αλλά ταυτόχρονα είτε υποχρεώθηκε σε τηλεργασία είτε βρέθηκε σε αναστολή εργασίας ή βγήκε στην ανεργία. Οι σύγχρονες κοινωνίες βρέθηκαν πολλές φορές μπροστά στο δίλημμα «Οικονομία ή Υγεία; Ποιος τομέας πρέπει να έχει προτεραιότητα;» με ισχυρά επιχειρήματα και από τις δύο πλευρές.

Με εφιαλτήριο το δίλημμα αυτό, η θεματική αυτή ενότητα του εκπαιδευτικού υλικού προσφέρει ερεθίσματα στους/στις μαθητές/τριες, ώστε ενισχύοντας τις δεξιότητες της κριτικής σκέψης, της επικοινωνίας, της συνεργασίας και της δημιουργικότητας να εξετάσουν και να διαμορφώσουν την προσωπική τους γνώμη για το ζήτημα. Με αφορμή το κλείσιμο των καταστημάτων εστίασης οι μαθητές εξηγούν τις αλυσιδωτές επιπτώσεις της πανδημίας στο κράτος, στις επιχειρήσεις και στους εργαζόμενους, καθώς και τις αλληλεπιδράσεις που υπάρχουν μεταξύ τους. Επίσης, μελετούν και καταγράφουν τα θετικά και τα αρνητικά της τηλεργασίας και της τηλεκπαίδευσης ενισχύοντας ακόμα περαιτέρω την κριτική τους ικανότητα.

## Παραπληροφόρηση και θεωρίες συνωμοσίας

Μια μάλλον απρόσμενη όψη της πανδημίας αποδείχθηκε η καχυποψία απέναντι στις ανακοινώσεις των επιστημόνων και η εύκολη ροπή στην παραπληροφόρηση και στη συνωμοσιολογική σκέψη (Uscinski et al., 2020). Οι ψευδείς ειδήσεις και η παραπληροφόρηση είναι πληροφορίες χαλκευμένες εσκεμμένα με σκοπό την παραπλάνηση ανθρώπων (Gemenis, 2020). Η συνωμοσιολογική σκέψη ως ένα ιδιαίτερο μέσο παραπληροφόρησης ακολουθεί ένα σχήμα γραμμικής αιτιότητας, προσπαθώντας να εξηγήσει πραγματικά γεγονότα ως αποτέλεσμα της κακόβουλης πρόθεσης ενός ατόμου ή μιας ομάδας συμφερόντων. Κατά συνέπεια, δε διακρίνει σύνθετα δίκτυα σχέσεων τόσο σε επίπεδο αιτιών και αποτελεσμάτων όσο και σε επίπεδο στρατηγικών διαχείρισης σε σχέση με την πανδημία (Badiou, 2020).

Ο γενικός προσανατολισμός της θεματικής αυτής ενότητας του εκπαιδευτικού υλικού «Αειφορία και COVID-19» είναι να ενισχύσει την κριτική σκέψη των μαθητών/τριών και να αναδείξει τις ολέθριες συνέπειες που μπορεί να έχει η παραπληροφόρηση και ο συνωμοσιολογικός λόγος ως προς την τήρηση των μέτρων ατομικής υγιεινής, την αποτελεσματικότητα των πολιτικών διαχείρισης της πανδημίας καθώς και την ίδια τη διασφάλιση θεμελιωδών δικαιωμάτων, όπως το δικαίωμα στην υγεία, στην ελευθερία έκφρασης και στην ενημέρωση.

## Διεθνής συνεργασία

Μια πιο μακροσκοπική θεώρηση της πανδημίας προβάλλει την ανάγκη για διεθνή συνεργασία σε επίπεδο διεθνών οργανισμών, τη διαχείριση της πανδημίας με όρους Παγκόσμιων Δημόσιων Αγαθών και το αίτημα για ισότιμη πρόσβαση όλων των χωρών σε αυτά (Brown & Susskind, 2020). Η εστίαση στην ανάδειξη της παγκόσμιας διάστασης της πανδημίας παρωθεί τους μαθητές να κατανοήσουν τις πολλαπλές σχέσεις αλληλεξάρτησης ανάμεσα στους ανθρώπους, οι οποίες διαταράσσονται στον καιρό της πανδημίας προκαλώντας πολλές επιπτώσεις μεταξύ άλλων στις μετακινήσεις και στον τουρισμό παγκοσμίως. Οι προϋπάρχουσες ανισότητες διευρύνονται, οι προτεραιότητες κάθε χώρας ενδέχεται να διαφέρουν, οι πλούσιες χώρες κατέχουν περισσότερα μέσα και δυνατότητες, αλλά τελικά το ζήτημα παραμένει παγκόσμιο και χωρίς πλήρη και ισότιμη αντιμετώπιση οι πανδημίες επανέρχονται.

Τι ορίζεται ως πανδημία, από πότε υπάρχουν ιστορικά στοιχεία για την εμφάνιση πανδημιών, ποια είναι τα χαρακτηριστικά που δίνουν παγκόσμιο χαρακτήρα στο φαινόμενο, ποια είναι τα Παγκόσμια Δημόσια Αγαθά, ποιος είναι ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, ποιος είναι ο ΟΗΕ και ποιος ο ρόλος αυτών των οργανισμών είναι μερικά από τα ερωτήματα στα οποία εμπλέκονται οι μαθητές σε αυτή τη θεματική ενότητα του υλικού «Αειφορία και COVID-19». Η ανάδειξη της ανάγκης για παγκόσμια συνεργασία με όρους κοινωνικής αλληλεγγύης και υπέρβασης των οικονομικών ανισοτήτων ανάμεσα στις χώρες αποτελεί σαφή διδακτικό στόχο της ενότητας.

## Οι 17 SDGs της Agenda 2030

Στην τελευταία ενότητα ολοκληρώνεται η θεώρηση της πανδημίας ως ζήτημα της διεθνούς κοινότητας και διασυνδέεται με τους 17 SDGs, όπως αυτοί ορίστηκαν από τον ΟΗΕ το 2015 στο πλαίσιο της Agenda 2030. Αυτή η προσέγγιση σήμερα αποτελεί κύριο ρεύμα σκέψης παγκοσμίως και ουσιαστικά θέτει την Εκπαίδευση για την Αειφορία ως παγκόσμια προτεραιότητα (Bowen et al., 2017). Οι 17 SDGs αποτελούν παγκόσμιο στόχο και όραμα τόσο για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος όσο και για τη μείωση των κοινωνικών ανισοτήτων στον πλανήτη. Ως εκπαιδευτικοί τους αξιοποιούμε ως εκπαιδευτικό εργαλείο για να αναδείξουμε την αλληλεξάρτηση των περιβαλλοντικών, οικονομικών, κοινωνικών και τελικά πολιτικών διαστάσεων κάθε παγκόσμιου προβλήματος.

Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν τους 17 SDGs, διαβλέπουν τις μεταξύ τους συσχετίσεις, αιτιολογούν την αλληλεξάρτησή τους, τους συσχετίζουν με τις αιτίες και τις συνέπειες της πανδημίας, αναδεικνύουν ότι οι συνέπειες δεν είναι μονοσήμαντες και διακρίνουν αίτια, συνέπειες και μέτρα για την αντιμετώπισή της. Τελικά, περιγράφουν την πανδημία με όρους συστημικής προσέγγισης, η οποία αποδεικνύεται έτσι ένα ιδανικό εργαλείο για τη συσχέτιση φυσικών, κοινωνικών, τεχνολογικών, ηθικών και άλλων παραμέτρων στη μελέτη των παγκόσμιων προβλημάτων.



## Συμπεράσματα

Στο στρογγυλό τραπέζι επιδιώκουμε την ανάδειξη της συνέργειας όλων των επιστημών, φυσικών και κοινωνικών, στη μελέτη σημαντικών παγκόσμιων προβλημάτων, όπως για παράδειγμα η κλιματική αλλαγή ή η αντιμετώπιση μιας πανδημίας. Με αφορμή την πανδημία COVID-19 αναζητούνται και αναδύονται οι πολύπλοκες σχέσεις των περιβαλλοντικών, κοινωνικών, οικονομικών και άλλων παραγόντων, που εμπλέκονται στην ορθή περιγραφή κάθε ζητήματος στον πλανήτη.

Η διεπιστημονικότητα θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για μια τέτοια προσέγγιση, καθώς διαλύει τα στεγανά μεταξύ των επιστημών και συνενώνει δυνάμεις για το κοινό καλό συχνά απέναντι στην παραπληροφόρηση και τις θεωρίες συνωμοσίας. Η διεπιστημονικότητα δεν μειώνει καθόλου την αξία των επιστημονικών δεδομένων, αντίθετα εφοδιάζει με μετρήσιμα στοιχεία την επιστημονική κοινότητα, συμβάλλει στην αξιόπιστη ενημέρωση του κοινού και βοηθά να ληφθούν οι ορθές πολιτικές αποφάσεις. Τέλος, η πανδημία COVID-19 αξιοποιείται ως παράδειγμα για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών/τριών, αφού τους ωθεί να μελετήσουν, να περιγράψουν, να συνδυάσουν και να συσχετίσουν φαινομενικά ασύνδετα στοιχεία υπό το πρίσμα της Εκπαίδευσης για την Αειφορία.

Το υλικό «Αειφορία και COVID-19: εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την κατανόηση της πανδημίας από τη σκοπιά της Εκπαίδευσης για την Αειφορία» είναι αναρτημένο και διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons CC BY-NC-ND (Αναφορά Δημιουργού – Μη Εμπορική Χρήση – Όχι Παράγωγα Έργα 4.0) στον σύνδεσμο: <http://attik-old.pde.sch.gr/6pekes/index.php/psifiako-apothetirio/ekpaidefsi-gia-tin-aeiforia> και στον σύνδεσμο [https://drive.google.com/file/d/1OABKJXlzZ3sTGqXNYir-G65Z0c-TvcP\\_/view](https://drive.google.com/file/d/1OABKJXlzZ3sTGqXNYir-G65Z0c-TvcP_/view).

## Βιβλιογραφία

- Adecco, (2020). Ο «Κόσμος της Εργασίας» στην Ελλάδα μετά την πανδημία. Αθήνα: Adecco. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: [https://www.adecco.gr/wp-content/uploads/2020/12/GR\\_Whitepaper\\_Employability\\_survey\\_2020.pdf](https://www.adecco.gr/wp-content/uploads/2020/12/GR_Whitepaper_Employability_survey_2020.pdf).
- Badiou, A. (2020). Σχετικά με την επιδημική κατάσταση, Μτφ. Δ. Γ. Δρόσος, Ινστιτούτο Νίκος Πουλαντζάς. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://poulantzas.gr/yliko/alain-badiou-schetika-me-tin-epidimiki-katastasi/>.
- Gemenis, K. (2020). Ποιοι πιστεύουν στις θεωρίες συνωμοσίας για τον νέο κορωνοϊό; *Επιθεώρηση Κοινωνικών Ερευνών*, 154, 97-108. <https://doi.org/10.12681/grsr.23523>
- Bowen, K. J., Cradock-Henry, N. A., Koch, F., Patterson, J., Hayha, T., Vogt, J., & Barbi, F. (2017). Implementing the “Sustainable Development Goals”: towards addressing three key governance challenges-collective action, trade-offs, and accountability. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26-27, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.05.002>.
- Brown, G., & Susskind, D. (2020). International Cooperation during the COVID-19 pandemic. *Oxford Review of Economic Policy*, 36(1), 64-76. <https://doi.org/10.1093/oxrep/graa025>.
- Eurofound, (2020). Living, working and COVID-19: COVID-19 series, Publications Office of the European Union, Luxembourg. Accessible at <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2020/living-working-and-covid-19>.

- Gruber, K. (2017). As emerging diseases spread from wildlife to humans, can we predict the next big pandemic? Accessible at <https://ensia.com/features/pandemic/> ,
- Uscinski, J. E., Enders, A.M., Klofstad, C., Seelig, M., Funchion, J., Everett, C., Wuchty, S., Premaratne, K., & Murthi, M. (2020). Why do people believe COVID-19 conspiracy theories? Harvard Kennedy School Misinformation Review, <https://doi.org/10.37016/mr-2020-015>.
- Vidal, J. (2020). Destruction of habitat and loss of biodiversity are creating the perfect conditions for diseases like COVID-19 to emerge. Accessible at <https://ensia.com/features/covid-19-coronavirus-biodiversity-planetary-health-zoonoses/> .

Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021

9:30 – 11:00

Προφορικές Ανακοινώσεις

**ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ - ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ**

ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

ΑΤΥΠΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ &  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ

ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

## Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία σε χώρους μη τυπικής μάθησης

**Μαρία Κενδριστάκη, Δημήτρης Σταύρου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Παρόλη την αναγνωρισμένη εκπαιδευτική αξία των δια ζώσης επισκέψεων σε χώρους μη τυπικής μάθησης (π.χ. Κέντρα Επιστήμης) υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που απαιτούν την ψηφιοποίηση τέτοιων χώρων. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται η ψηφιοποίηση του Κέντρου Επιστήμης και Τεχνολογίας "Science in the City" που βρίσκεται στην Παλιά Πόλη του Ρεθύμνου καθώς και οι απόψεις εννέα μελλοντικών εκπαιδευτικών, που καταγράφηκαν μέσω συνεντεύξεων, για την εν δυνάμει χρήση αυτού του υλικού σε μαθητές. Πρώτα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν στο ψηφιακό υλικό βασικές αρχές μιας επίσκεψης σε ένα Κέντρο Επιστήμης, ικανές για να εξοικειωθούν οι μαθητές σε ζητήματα επιστήμης και τεχνολογίας σε μια εικονική περιήγηση.

**Λέξεις κλειδιά:** μη τυπική μάθηση, Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας (ΚΕΤ), ψηφιοποίηση, εκθέματα, αλληλεπίδραση

## Development of digital learning environments for the education of students in Science and Technology in non-formal learning environments

**Maria Kendristaki, Dimitris Stavrou**

*Department of Primary Education, University of Crete*

### Abstract

Despite the recognized educational value of face-to-face visits to non-formal learning sites (e.g. Science Centers) there are several factors that require the digitalization of such sites. This paper presents the digitalization of the Science and Technology Center "Science in the City" located in the Old Town of Rethymnon as well as the views of nine future teachers, recorded through interviews, for the potential use of this material to students. Preliminary results show that future educators recognize in digital material the basic characteristics of a visit to a Science Center, capable of familiarizing students with science and technology issues in a virtual tour.

**Keywords:** non-formal learning, Science and Technology Center, digitalization, exhibits, interaction

## Εισαγωγή

Οι σύγχρονες εξελίξεις στην επιστήμη και την τεχνολογία καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για συνεργασία τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης, καθώς σημαντικό μέρος των νέων επιτευγμάτων παρουσιάζεται σε χώρους μη τυπικής μάθησης, όπως Μουσεία και Κέντρα Επιστημών (Anraamidou, 2015· Eshach, 2007). Οι επισκέψεις μαθητών σε χώρους μη τυπικής μάθησης μπορούν επομένως, εκτός του «διασκεδαστικού» χαρακτήρα της επίσκεψης, να συμβάλλουν και στην παροχή γνώσεων που αφορούν θέματα της σύγχρονης έρευνας (Eshach, 2007· Orion & Hofstein, 1994) και να συμβάλλουν στην ανάπτυξη μιας θετικής στάσης απέναντι στην επιστήμη δίνοντας κίνητρα στους μαθητές για περαιτέρω ενασχόληση με τις Φυσικές Επιστήμες (DeWitt & Storksdiack, 2008· Stocklmayer & Gilbert 2002).

Όπως είναι γνωστό μέσα από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, οι χώροι μη τυπικής μάθησης, όπως τα κέντρα επιστήμης και τεχνολογίας, έχουν θετικό αντίκτυπο τόσο σε συναισθηματικό όσο και σε ένα εν δυνάμει γνωστικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τα συναισθηματικά οφέλη οι χώροι μη τυπικής μάθησης προσφέρουν αυξημένο κίνητρο, ενδιαφέρον και προκαλούν την περιέργεια του ατόμου με αποτέλεσμα εκείνο να αποκτά μια βελτιωμένη στάση απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες. Όσον αφορά τα γνωστικά οφέλη, λόγω της βραχυπρόθεσμης φύσης που έχουν αυτού του είδους οι επισκέψεις, δεν είναι πολύ μεγάλα. Φυσικά, τα γνωστικά οφέλη μπορούν να μεγιστοποιηθούν όταν η επίσκεψη δεν αποτελεί απλώς μια εκδρομή, αλλά ο εκπαιδευτικός έχει φροντίσει να εντάξει αυτή τη σχολική εκδρομή - επίσκεψη σε ένα πλαίσιο (DeWitt & Storksdiack, 2008· Stocklmayer & Gilbert, 2002).

Όμως, κάποιες φορές η επίσκεψη σε αυτούς τους χώρους δεν αποτελεί μια εύκολη διαδικασία. Τα εμπόδια μπορεί να είναι αρκετά και η πρόσβαση στις εγκαταστάσεις ενός κέντρου επιστήμης και τεχνολογίας να είναι δύσκολη. Για παράδειγμα, λόγω της πανδημίας COVID-19 οι δια ζώσης παροχές των χώρων αυτών διακόπηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Όμως, με την ευρεία διάδοση των νέων τεχνολογιών και των διαδραστικών πολυμέσων, του διαδικτύου και της εικονικής πραγματικότητας, τα μουσεία κατά την τελευταία δεκαετία έχουν αναπτύξει περιβάλλοντα για να παρουσιάσουν τις συλλογές τους, αλλά και συλλογές που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να παρουσιαστούν. Έτσι, διευκολύνεται η πρόσβαση των επισκεπτών σε εικονικές και επαυξημένες περιηγήσεις.

Μέσα λοιπόν από περιβάλλοντα που δημιουργούνται στον υπολογιστή και συνδυάζουν διάφορες μορφές μέσων, τα μουσεία βελτιώνουν την επικοινωνία τους με το κοινό και να προσελκύουν νέους επισκέπτες, προσφέροντάς τους εμπειρίες παρόμοιες με μια πραγματική επίσκεψη σε μουσείο. Στην πραγματικότητα, οι χρήστες που επισκέπτονται έναν ιστότοπο μουσείου είναι πιο πιθανό να επισκεφθούν στη συνέχεια το «πραγματικό» μουσείο (Sylaiou et al., 2009).

Οι μη τυπικές μορφές μάθησης, λοιπόν, αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι της εκπαίδευσης και λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που αφορούν την πανδημία COVID-19 προκύπτει η αναγκαιότητα ψηφιοποίησής τους. Φυσικά, η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών έχει συμβάλει στη διεύρυνση των δυνατοτήτων και των

υπηρεσιών που παρέχουν τα μουσεία και τα κέντρα επιστημών. Πολλά από αυτά αναπτύσσουν δραστηριότητες με τη χρήση νέων ψηφιακών τεχνολογιών και με αυξημένη την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε επισκέπτες και εκθέματα (Katz & Halpern, 2015). Οι αλληλεπιδραστικές δραστηριότητες είναι δυνατές χάρη στο διαδίκτυο και στα πολυμεσικά εργαλεία, όπως είναι οι φορητές συσκευές, ο διαδραστικός πίνακας, τα αλληλεπιδραστικά βίντεο και εικόνες, καθώς επίσης και στις εφαρμογές εικονικής (VR) και επαυξημένης πραγματικότητας (AR).

Η παρούσα εργασία, λοιπόν, χωρίζεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση αφορά την ανάπτυξη ψηφιακού υλικού που βασίζεται σε σύγχρονα μοντέλα διδακτικής Φυσικών Επιστημών με έμφαση στην αλληλεπίδραση μεταξύ εκθεμάτων και επισκεπτών. Στη δεύτερη φάση διερευνώνται οι απόψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών, όσον αφορά το κατά πόσο το ψηφιοποιημένο υλικό ανταποκρίνεται στους βασικούς άξονες που προσδιορίζουν ένα χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης καθιστώντας αυτόν αποτελεσματικότερο για μια εικονική επίσκεψη μαθητών.

## Μεθοδολογία

Ως χώρος μη τυπικής μάθησης αξιοποιείται στην παρούσα έρευνα το Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας "Science in the City", που λειτουργεί με τη σύμπραξη του Πανεπιστημίου Κρήτης και του Δήμου Ρεθύμνης. Μέσω της πλατφόρμας ARTSETEPS δημιουργήθηκε ο ψηφιακός χώρος που προσομοιάζει στον φυσικό χώρο (Εικόνα 1) και ψηφιοποιήθηκαν τα εκθέματα που φιλοξενεί στον χώρο του, αφού λόγω της πανδημίας COVID-19 δεν υπήρχε πρόσβαση στις εγκαταστάσεις του.

Ψηφιακό ΚΕΤ:

<https://www.artsteps.com/view/5ff621f95879a625fddda008?currentUser>

Σύντομος οδηγός ψηφιακού ΚΕΤ:

<https://drive.google.com/file/d/1-SDuPhzNQtn94pGjCqTVGoBaS8tciQvi/view?usp=sharing>



Εικόνα 1 Ψηφιακό Κέντρο Επιστήμης & Τεχνολογίας

Ο ψηφιακός χώρος προσφέρει δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τα εκθέματα. Για παράδειγμα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να περιηγηθεί στον τρισδιάστατο χώρο και να αλληλεπιδράσει με τα εκθέματα πατώντας πάνω τους. Το ψηφιοποιημένο ΚΕΤ πέρα από τον τρισδιάστατο χώρο που δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα ARTSTEPS συνοδεύεται κι από μια ιστοσελίδα. Η ιστοσελίδα αυτή δημιουργήθηκε καθώς η αλληλεπίδραση που προσέφερε από μόνη της η πλατφόρμα ARTSTEPS δεν μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες όλων των εκθεμάτων. Για παράδειγμα, ενώ υπήρχε η δυνατότητα εισαγωγής βίντεο, δεν υπήρχε η δυνατότητα εισαγωγής διαδραστικού βίντεο. Για την ψηφιοποίηση των εκθεμάτων χρησιμοποιήθηκαν διαδραστικά βίντεο, διαδραστικές εικόνες και βίντεο VR. Το κάθε έκθεμα ψηφιοποιήθηκε ανάλογα με το περιεχόμενό του, τον σχεδιασμό του στον φυσικό χώρο και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του.

Πιο αναλυτικά, με βάση τον τύπο ψηφιοποίησης «Διαδραστικά βίντεο» ψηφιοποιήθηκαν δύο εκθέματα του Κέντρου Επιστήμης και Τεχνολογίας “Science in the City”: το έκθεμα «Εποχές» και το έκθεμα «Άνεμος». Σε αυτές τις περιπτώσεις επιλέχθηκε ο συγκεκριμένος τύπος ψηφιοποίησης, αφού τα συγκεκριμένα εκθέματα αποτελούσαν πειραματικές διαδικασίες, οι οποίες όπως και στον φυσικό χώρο του ΚΕΤ στηρίζονται στις αρχές της διερευνητικής μάθησης. Το διαδραστικό βίντεο, λοιπόν, μπόρεσε να βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση, αφού έδινε τη δυνατότητα παύσεων στο βίντεο και ταυτόχρονα την εισαγωγή κειμένου από τον επισκέπτη, ο οποίος αλληλεπιδρούσε χρησιμοποιώντας τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις του, κάνοντας προβλέψεις του αποτελέσματος πριν την πειραματική διαδικασία, καταγράφοντας μετρήσεις και εξάγοντας συμπεράσματα ακολουθώντας τα σύγχρονα μοντέλα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Μπορούσαν δηλαδή να τηρηθούν τα στάδια της διερευνητικής μάθησης μέσω της αλληλεπίδρασης που υπήρχε, η οποία μετατρέπει το βίντεο σε ένα εργαλείο οικοδόμησης της γνώσης.

Με βάση τον τύπο ψηφιοποίησης «Διαδραστικές εικόνες» ψηφιοποιήθηκαν τα εκθέματα που αφορούσαν τη ρομποτική, τη νανοτεχνολογία, τα επιστημονικά επιτεύγματα (π.χ. πρώτο κινητό τηλέφωνο κ.α.) και τους επιστήμονες. Για παράδειγμα, στον σταθμό της ρομποτικής, επειδή οι συνδυασμοί με διάφορες ρόδες κλπ. που μπορούν να γίνουν για να καταφέρει το ρομπότ να προσπεράσει τα εμπόδια είναι αρκετοί, προτιμήθηκε μια εικόνα κολάζ με κάποιες περιπτώσεις ρομπότ, οι οποίες μέσω hotspots οδηγούν στο αντίστοιχο βίντεο. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί ο επισκέπτης να μην μπορεί να πιάσει τα υλικά και να κατασκευάσει ο ίδιος το ρομπότ όπως επιθυμεί, όμως του δίνεται η δυνατότητα να «μαντέψει» ποιο ρομπότ από αυτά που του δίνονται θα μπορούσε να τα καταφέρει κι έπειτα να επιβεβαιώσει ή όχι την επιλογή του. Φυσικά, έχει κι ο ίδιος την επιλογή να προτείνει τη δική του ιδέα συμπληρώνοντας την ειδική φόρμα και να του σταλεί το αντίστοιχο βίντεο.

Με βάση τον τύπο ψηφιοποίησης «Βίντεο VR» ψηφιοποιήθηκε το έκθεμα που αφορούσε το ηλιακό σύστημα. Όπως γίνεται αντιληπτό από τον τίτλο, τα βίντεο που καταγράφηκαν αφορούσαν το ηλιακό σύστημα όπως αυτό αποτυπώνονταν στην εφαρμογή "Earth Chart", που υπήρχε εγκατεστημένη στη συσκευή εικονικής πραγματικότητας. Ενώ, λοιπόν, είχαν φορεθεί τα γυαλιά VR γινόταν εγγραφή βίντεο όσων βλέπαμε στα γυαλιά τη συγκεκριμένη στιγμή στρέφοντας το κεφάλι μας. Τα βίντεο αυτά επεξεργάστηκαν και χωρίστηκαν σε κατηγορίες για να είναι πιο

διαχειρίσιμα από τον επισκέπτη, που δεν θα έχει την καθοδήγηση του υπεύθυνου του ΚΕΤ.

Το υλικό είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε, όταν το απαιτούν οι συνθήκες να είναι δυνατό να πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου εξ αποστάσεως. Για τη συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 9 προπτυχιακών φοιτητών Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης. Στόχος των συνεντεύξεων αυτών ήταν να καταγραφούν οι απόψεις των φοιτητών για την εν δυνάμει χρήση αυτού του υλικού σε μαθητές. Τόσο οι ερωτήσεις των συνεντεύξεων όσο και οι άξονες ανάλυσης των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων βασίζονται στην πραξεολογία της Achiam όπως αναφέρεται στη σχετική βιβλιογραφία και παρουσιάζεται σύντομα παρακάτω στον Πίνακα 1. Τα επίπεδα αυτά αναλύθηκαν σε επιμέρους άξονες - κατηγορίες ανάλογες ως προς το περιεχόμενο του εκάστοτε επιπέδου πραξεολογίας (Πίνακας 2).

TASK (Δραστηριότητα)	Πρόκληση ή δραστηριότητα που αντιλαμβανόμαστε στο περιβάλλον μας
TECHNIQUE (Μέθοδος/ διεξαγωγή)	Τρόπος διεξαγωγής της δραστηριότητας/χειρισμού του εκθέματος
TECHNOLOGY (Τεχνολογία/ εξήγηση)	Συλλογισμός/ Εξήγηση της διεξαγωγής της δραστηριότητας και του φαινομένου

Πίνακας 1 *Επίπεδα praxeology*

Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας και του μικρού αριθμού του δείγματος για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιούνται ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2000· Mayring, 2015).

	PRAXEOLGY
TASK	Στόχος εκθεμάτων
	Ανάκτηση προηγούμενων γνώσεων
	Διατύπωση υποθέσεων
TECHNIQUE	Παρακολούθηση
	Χρήση Αντικειμένων
	➤ Αλληλεπίδραση με hotspots
	➤ Αλληλεπίδραση με άλλες σελίδες
	Κατανόηση Κειμένου (οδηγίες)
TECHNOLOGY	Εξήγηση
	Ανάλυση χειρισμών – Διαμόρφωση πλαισίου

Πίνακας 2 *Άξονες ανάλυσης ψηφιακού ΚΕΤ*



## Αποτελέσματα

Ο Πίνακας 3 αφορά στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αξιολόγησαν το ψηφιακό ΚΕΤ για την εν δυνάμει αξιοποίησή του. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται βάσει των τριών επιπέδων της πραξεολογίας (task, technique, technology) και των αξόνων που αφορούν το κάθε επίπεδο σε σχέση με τον τύπο ψηφιοποίησης των εκθεμάτων (διαδραστικά βίντεο, διαδραστικές εικόνες, video VR) (Πίνακας 3).

Η ανάλυση των συνεντεύξεων δείχνει ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί μπορούν να αναγνωρίσουν σε ικανοποιητικό βαθμό στο ψηφιακό Μουσείο βασικές αρχές μιας επίσκεψης σε ένα Κέντρο Επιστήμης. Τα αποτελέσματα των δεδομένων συνολικά μας δείχνουν ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί συμφωνούν ως προς την αποτελεσματικότητα της ψηφιοποίησης των εκθεμάτων.

	PRAXEOLGY	Διαδραστικά Βίντεο	Διαδραστικές Εικόνες	Βίντεο VR
TASK	Στόχος εκθεμάτων	X	X	X
	Ανάκτηση προηγούμενων γνώσεων	X		
	Διατύπωση υποθέσεων	X	X	
TECHNIQUE	Παρακολούθηση	X	X	X
	Χρήση Αντικειμένων			
	➤ Αλληλεπίδραση με hotspots	X	X	
	➤ Αλληλεπίδραση με άλλες σελίδες	X		
	Κατανόηση Κειμένου (οδηγίες)	X	X	X
TECHNOLOGY	Εξήγηση	X		
	Ανάλυση χειρισμών – Διαμόρφωση πλαισίου	X		

Πίνακας 3 Αποτελέσματα – μελλοντικοί Εκπαιδευτικοί

Όσον αφορά, λοιπόν, την αξιολόγηση των εκθεμάτων και του τρόπου ψηφιοποίησής τους βάσει της πραξεολογίας της Achiam (2013) (task, technique, technology) οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν ότι οι τιθέμενοι άξονες του επιπέδου TASK (βλ. Πίνακα 3) τηρούνταν σε όλους τους τύπους ψηφιοποιημένων εκθεμάτων (διαδραστικά βίντεο, διαδραστικές εικόνες, βίντεο VR). Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν ερωτήσεις που αφορούν τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών, χώρο που μπορεί ο μαθητής να καταγράψει π.χ. τις υποθέσεις του πριν από μια πειραματική διαδικασία κλπ. Στις διαδραστικές εικόνες και τα βίντεο VR βρέθηκε ότι για να αναδειχθούν περισσότερο οι προϋπάρχουσες γνώσεις (αποτελεί άξονα στο επίπεδο TASK) είναι καθοριστική η συμβολή του εκπαιδευτικού.

Όσον αφορά το επίπεδο TECHNIQUE και τους άξονες που περιλαμβάνει (βλ. Πίνακα 3) οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί συμφώνησαν ότι τα εκθέματα που ψηφιοποιήθηκαν με διαδραστικά βίντεο ή/και εικόνες τηρούσαν σε ικανοποιητικό βαθμό τους άξονες αυτού του επιπέδου λόγω της αλληλεπίδρασης που υπήρχε. Για παράδειγμα, τα διαδραστικά βίντεο μπορούν να συμπεριλάβουν hotspots με οδηγίες ή επεξηγήσεις, υπερσυνδέσμους που οδηγούν σε άλλες σελίδες, χώρο που μπορεί ο μαθητής να καταγράψει π.χ. τις υποθέσεις του πριν από μια πειραματική διαδικασία, μετρήσεις, παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Όμως, τα βίντεο VR δεν έδιναν αυτή τη δυνατότητα. Ο μαθητής σε αυτά μπορούσε να παρακολουθήσει, αλλά όχι να αλληλεπιδράσει με hotspot ή άλλες ιστοσελίδες, αφού στην ουσία έβλεπε όσα θα έβλεπε μέσω των γυαλιών VR, χωρίς όμως να μπορεί ο ίδιος να αλληλεπιδράσει με τα αντικείμενα και να νιώσει την εμπύθιση που προσφέρουν τα γυαλιά εικονικής πραγματικότητας.

Τέλος, όσον αφορά το επίπεδο TECHNOLOGY, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί παρόλο που απάντησαν για μια εν δυνάμει εφαρμογή του ψηφιοποιημένου υλικού, κατέληξαν ότι τα εκθέματα που ψηφιοποιήθηκαν με διαδραστικό βίντεο βοηθούσαν περισσότερο τους μαθητές να φτάσουν στο επίπεδο TECHNOLOGY, αφού δίνουν περισσότερες ευκαιρίες διάδρασης και μέσα σ' αυτά τηρείται σε μεγαλύτερο βαθμό η διερευνητική μάθηση (το επιτρέπει το περιεχόμενο λόγω πειραματικής διαδικασίας που εκτελείται, το επιτρέπει το μέσον).

## Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα φαίνεται να αναδεικνύει κατά πόσο η ψηφιοποίηση ενός Κέντρου Επιστήμης και Τεχνολογίας είναι αξιοποιήσιμη από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, για να εξοικειωθούν οι εν δυνάμει μαθητές τους σε ζητήματα σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας. Με άλλα λόγια, κατά πόσο το ψηφιακό ΚΕΤ θα μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό μέσο για τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, για να αποκομίσουν οι μαθητές τα μέγιστα δυνατά οφέλη από την εικονική επίσκεψη που θα πραγματοποιούν.

Τα σύγχρονα μοντέλα διδακτικής Φυσικών Επιστημών και η αξιοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών στους χώρους μη τυπικής μάθησης κρίνονται απαραίτητα κριτήρια για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ενός εκθέματος (Achiam, 2013). Αφού, λοιπόν, το ψηφιακό ΚΕΤ αξιοποιεί αυτά τα μοντέλα, ο εκπαιδευτικός συμπερασματικά μπορεί να χρησιμοποιήσει το Ψηφιακό ΚΕΤ και να το χρησιμοποιήσει ως μέρος της διδασκαλίας του. Αυτό σημαίνει ότι το Ψηφιακό ΚΕΤ προσαρμόζεται και βρίσκεται πιο κοντά στην πραγματικότητα του εκπαιδευτικού.

Στη συνέχεια, η αξιολόγηση του ψηφιοποιημένου υλικού βάσει των απόψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών με βάση την πραξεολογία της Achiam (2013) δείχνει ότι τα επίπεδα TASK και TECHNIQUE και οι άξονες που τα προσδιορίζουν ικανοποιούνται σε σημαντικό βαθμό μέσα από τα ψηφιοποιημένα εκθέματα.

Όμως, το επίπεδο TECHNOLOGY φαίνεται ότι μόνο τα εκθέματα που ψηφιοποιήθηκαν με διαδραστικό βίντεο μπορούν να ικανοποιήσουν. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι κάποιοι τύποι ψηφιοποίησης, όπως είναι τα

διαδραστικά βίντεο, δίνουν στον χρήστη περισσότερες ευκαιρίες διάδρασης και σε αυτά η διερευνητική μάθηση τηρείται σε μεγαλύτερο βαθμό λόγω των πειραματικών διαδικασιών που εκτελούνται και λόγω του μέσου που δίνει επιπλέον δυνατότητες (εισαγωγή κειμένου κλπ.). Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων βοηθά το άτομο να φτάσει ευκολότερα στο επίπεδο TECHNOLOGY (εξηγήσεις).

Μάλιστα, τα εκθέματα που επιλέχθηκαν να ψηφιοποιηθούν με διαδραστικό βίντεο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερο από τα άλλα ως αυτόνομο υλικό για τους παραπάνω λόγους, ενώ άλλα εκθέματα χρειάζονται περισσότερο την υποστήριξη του εκπαιδευτικού, για να καταφέρουν οι μαθητές να φτάσουν στο επίπεδο TECHNOLOGY.

Το συμπέρασμα αυτό συμφωνεί με τη βιβλιογραφία που αναφέρει ότι όσες περισσότερες ευκαιρίες διάδρασης υπάρχουν, τόσο καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα επιτυγχάνονται (Schwan & Riemp, 2004). Η αυξημένη διάδραση, λοιπόν, σε συνδυασμό με μια προσέγγιση που στηρίζεται σε σύγχρονα μοντέλα διδακτικής των Φυσικών Επιστημών μπορεί να επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα (Achiam, 2013).

Φυσικά, τα διαδραστικά βίντεο δεν αποτελούν πανάκεια στην ψηφιοποίηση εκθεμάτων, καθώς δεν μπορούν όλα τα εκθέματα να ψηφιοποιούνται με τον ίδιο τρόπο. Ανάλογα τα χαρακτηριστικά του κάθε εκθέματος, τους στόχους και το περιεχόμενό του, επιλέγεται και ο τρόπος ψηφιοποίησής του. Για παράδειγμα, ένα απλό βίντεο που απεικονίζει απλώς όσα το άτομο θα μπορούσε να δει μέσα από τα γυαλιά εικονικής πραγματικότητας, υστερεί στο κομμάτι της εμπύθισης που είναι πολύ σημαντικό, αν και το περιεχόμενό του παραμένει το ίδιο. Αυτό μας δείχνει ότι η ψηφιοποίηση προσφέρει αρκετές δυνατότητες όσον αφορά τις παροχές που μπορούν να προσφέρουν στο ευρύ κοινό οι χώροι μη τυπικής μάθησης, αλλά ταυτόχρονα αντιλαμβανόμαστε και τους περιορισμούς αυτού του εγχειρήματος.

Τέλος, ένα ψηφιοποιημένο ΚΕΤ δεν έρχεται να υποκαταστήσει τον φυσικό χώρο των Μουσείων και Κέντρων Επιστημών ούτε την αξία των δια ζώσης επισκέψεων σε τέτοιους χώρους. Η ψηφιοποίηση αποτελεί απλώς μια λύση στις εκάστοτε ανάγκες που προκύπτουν, όπως η πανδημία COVID-9 και μπορεί να λειτουργήσει και συμπληρωματικά σε μια διά ζώσης επίσκεψη.

## 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. <https://doi.org/10.1080/21548455.2012.698445>
- Avraamidou, L. (2015). Reconceptualizing Elementary Teacher Preparation: A case for informal science education. *International Journal of Science Education*, 37(1), 108–135. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.969358>
- 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. <https://doi.org/10.1080/10645570802355562>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1>

- Katz, J.E., & Halpern, D. (2015). Can Virtual Museums Motivate Students? Toward a Constructivist Learning Approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 776–788. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9563-7>
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbals, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Dordrecht: Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6\\_13](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13)
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- Orion, N., & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097–1119. <https://doi.org/10.1002/tea.3660311005>
- Schwan, S., & Riempp, R. (2004). The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots. *Learning and Instruction*, 14(3), 293–305. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.005>
- Stocklmayer, S., & Gilbert, J. K. (2002). New experiences and old knowledge: Towards a model for the personal awareness of science and technology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 835–858. <https://doi.org/10.1080/09500690210126775>
- Sylaïou, S., Liarokapis, F., Kotsakis, K., & Patias, P. (2009). Virtual museums, a survey and some issues for consideration. *Journal of Cultural Heritage*, 10(4), 520–528. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2009.03.003>

## Ανάπτυξη και Αξιολόγηση ψηφιακού διδακτικού υλικού για την Κλιματική Αλλαγή με βάση αρχές Μικτής Μάθησης

**Ελένη Μποτζάκη, Δημήτρης Σταύρου**

*Παιδαγωγικό Τμήματα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Οι πρόσφατες εξελίξεις ανέδειξαν την αναγκαιότητα διεξαγωγής εξ αποστάσεως μαθημάτων. Ιδιαίτερη πρόκληση αποτελεί η ψηφιοποίηση διεπιστημονικών STEM αντικειμένων, όπως η Κλιματική Αλλαγή. Μια προσέγγιση που μελετάται ερευνητικά για τον σκοπό αυτό, είναι η Μικτή Μάθηση (Blended Learning), που συνδυάζει σύγχρονα και ασύγχρονα στοιχεία σε μια διδασκαλία. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται η ανάπτυξη ενοτήτων Κλιματικής Αλλαγής με βάση αρχές Μικτής Μάθησης και οι απόψεις φοιτητών του Π.Τ.Δ.Ε. για τη δυνατότητα αξιοποίησής τους σε σχολική τάξη. Οι φοιτητές αναγνωρίζουν μια σειρά από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στη δόμηση των ενοτήτων με βάση τις αρχές Μικτής Μάθησης.

**Λέξεις κλειδιά:** Μικτή Μάθηση, Κλιματική Αλλαγή, Εκπαίδευση STEM, Νέες Τεχνολογίες

## Development and Evaluation of digital teaching material about Climate Change based on Blended Learning principles

**Eleni Botzaki, Dimitris Stavrou**

*Department of Primary Education, University of Crete*

### Abstract

Recent developments have highlighted the need for Distance Learning. The digitalization of interdisciplinary STEM objects, like Climate Change, is a particular challenge. One approach that is being researched for this purpose is Blended Learning, which combines synchronous and asynchronous elements in a course. This paper presents the development of Climate Change modules based on Blended Learning principles and the views of pre-service primary teachers on the possibility of their use in the classroom. Students recognize a number of advantages and disadvantages in the structure of the modules based on the principles of Blended Learning.

**Keywords:** Blended Learning, Climate Change, STEM Education, New Technologies

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την διεπιστημονική εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics), καθώς συμβάλλει στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας των εκπαιδευομένων, των δεξιοτήτων που σχετίζονται με επιστημονικές διαδικασίες και των στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων (Martín-Páez et al., 2019). Οι αυξανόμενες ανάγκες για εξ αποστάσεως εκπαίδευση δημιούργησαν και ανάγκες για εξ αποστάσεως STEM εκπαίδευση. Ωστόσο, δεν υπάρχουν πολλά ερευνητικά ευρήματα που να παρέχουν αξιολόγηση και πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που πραγματοποιούνται οι μαθησιακές εμπειρίες σε ψηφιακές ενότητες STEM (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

Μια προσέγγιση σχεδιασμού μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.), αλλά και σύγχρονων STEM αντικειμένων είναι εκείνη της Μικτής Μάθησης (Blended Learning) (Alammary et al., 2014). Σύμφωνα με την Margulieux et al. (2016), η Μικτή Μάθηση (M.M.) συνδυάζει δύο κριτήρια. Το πρώτο κριτήριο είναι ο «Τρόπος Παροχής Διδασκαλίας», το οποίο ορίζει το πώς υλοποιείται η διδασκαλία, δηλαδή το αν ο μαθητής λαμβάνει πληροφορία και ανατροφοδότηση είτε «μέσω εκπαιδευτικού» είτε «μέσω τεχνολογίας» δηλαδή σύγχρονα και ασύγχρονα αντίστοιχα. Το δεύτερο κριτήριο είναι ο «Τύπος Διδασκαλίας», το οποίο ορίζει τον ρόλο που μπορεί να έχει ο μαθητής στο μάθημα, δηλαδή το να καλείται να κάνει «Διαπραγμάτευση Περιεχομένου» ή «Εφαρμογή Περιεχομένου». Συνδυάζοντας τα παραπάνω κριτήρια, η Margulieux καταλήγει σε τρεις διαφορετικούς τύπους M.M. Ο πρώτος τύπος ονομάζεται "Flipped Blend". Ουσιαστικά, ξεκινάει με μία «Διαπραγμάτευση Περιεχομένου μέσω της Τεχνολογίας», όπως θα μπορούσε να είναι η μελέτη μίας βιντεοδιάλεξης. Στη συνέχεια, γίνεται «Εφαρμογή Περιεχομένου μέσω Εκπαιδευτικού», στην οποία θα μπορούσε να συγκαταλέγεται η διεξαγωγή πειράματος στο εργαστήριο από τους μαθητές. Ο δεύτερος τύπος είναι το "Supplemental Blend", το οποίο ξεκινάει με «Διαπραγμάτευση Περιεχομένου μέσω Εκπαιδευτικού» και ακολουθεί «Εφαρμογή Περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας». Για παράδειγμα, οι μαθητές θα μπορούσαν να συμμετέχουν σε μια συζήτηση με τον εκπαιδευτικό και στην συνέχεια να επεξεργάζονται μια προσομοίωση λαμβάνοντας ανατροφοδότηση μέσω του υπολογιστή. Τέλος, ο τρίτος τύπος είναι το "Replacement Blend", ο οποίος δεν έχει μονοσήμαντη κατεύθυνση, όπως οι δύο προηγούμενοι, καθώς δίνει την δυνατότητα να συνδυαστούν με διαφορετικούς τρόπους τα παρακάτω στοιχεία:

- «Διαπραγμάτευση Περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας»,
- «Διαπραγμάτευση Περιεχομένου μέσω Εκπαιδευτικού»,
- «Εφαρμογή Περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας» και
- «Εφαρμογή Περιεχομένου μέσω Εκπαιδευτικού» (Margulieux et al., 2016).

Η δομή αυτών των μαθημάτων μπορεί να υποστηρίξει τόσο τον συνδυασμό διαφόρων παιδαγωγικών προσεγγίσεων σε ένα μάθημα, όπως τη μάθηση βασισμένη στη διερεύνηση και την επίλυση προβλημάτων (Baerler et al., 2014), όσο και τη διεπιστημονικότητα στην τάξη αλλά και την αξιοποίηση νέων τεχνολογικών μέσων. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας φαίνεται να έχει σχετικά θετική επίδραση

στην απόδοση των μαθητών, κυρίως όταν εστιάζει στη γνωστική υποστήριξη (προσομοιώσεις, οπτικοποιήσεις κ.ά.) ή στη διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης των μαθητών με το περιεχόμενο, τους συμμαθητές τους και τον εκπαιδευτικό (Nortvig et al., 2018). Από την άλλη μεριά, η μείωση της διά ζώσης διδασκαλίας αποτελεί μια πρόκληση για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς, διότι καλούνται να ενισχύσουν τη μάθηση των μαθητών, χωρίς να είναι διαρκώς παρόντες (Jokinen & Mikkonen, 2013). Γενικότερα, οι απόψεις τους για τις διαδικτυακές εμπειρίες μάθησης σχετίζονται με την ευελιξία των χωροχρονικών ορίων της μάθησης, τη δυνατότητα συνδυασμού διδακτικών μεθόδων και τη χρήση της τεχνολογίας (Flores et al., 2018).

Βάσει όλων των παραπάνω, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για ένα διεπιστημονικό STEM αντικείμενο, όπως η Κλιματική Αλλαγή, που ακολουθεί βασικούς τύπους της Μικτής Μάθησης, καθώς και η καταγραφή απόψεων φοιτητών για τη δυνατότητα αξιοποίησής του στη σχολική τάξη. Η έρευνα καθοδηγείται από το εξής ερευνητικό ερώτημα: «Σε ποιο βαθμό θεωρούν οι φοιτητές ότι είναι αξιοποιήσιμοι διαφορετικοί τύποι Μικτής Μάθησης σε σχολική τάξη;».

## Μεθοδολογία

### *Ανάπτυξη Διδακτικού Υλικού*

Στο πλαίσιο λοιπόν αυτής της εργασίας έγινε σχεδιασμός και ανάπτυξη υλικού τριών διδακτικών ενοτήτων με θέμα την Κλιματική Αλλαγή (<http://h5p.edthe.edc.uoc.gr/>). Ουσιαστικά, η κάθε διδακτική ενότητα δομήθηκε με βάση έναν από τους τύπους Μ.Μ., που περιγράφηκαν παραπάνω. Για την ανάπτυξη του υλικού χρησιμοποιήθηκαν διάφορα ψηφιακά μέσα, όπως α) διαδραστικές εικόνες, β) βίντεο (όπως βιντεοδιαλέξεις, βιντεοπείραμα, γ) προσομοιώσεις, δ) διαγράμματα, ε) ψηφιακά εργαλεία επικοινωνίας και συνεργασίας (π.χ. Padlet) και στ) παρουσιάσεις PowerPoint.

Η ενότητα με τίτλο «Κύκλος Άνθρακα» δομήθηκε βάσει του “Flipped Blend” και έχει χωριστεί σε δύο μέρη. Στο «1ο Μέρος» γίνεται «Διαπραγμάτευση Περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας», όπου οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν ασύγχρονα το υλικό που έχει αναρτηθεί στην σελίδα από τον εκπαιδευτικό. Το υλικό αυτό αποτελείται από διαδραστική εικόνα, βιντεοδιαλέξεις και βιντεοπείραμα, που σχετίζονται με τον «Κύκλο του Άνθρακα». Ουσιαστικά, οι μαθητές ξεκινάνε να επεξεργάζονται την εικόνα που απεικονίζει τον «Κύκλο του Άνθρακα» κι ανάλογα το σημείο που θα επιλέξουν να μελετήσουν, θα οδηγηθούν σε κάποια βιντεοδιάλεξη ή βιντεοπείραμα. Ωστόσο, οι βιντεοδιαλέξεις έχουν διαμορφωθεί έτσι ώστε να καλύπτουν κάποιες από τις ανάγκες των μαθητών, λόγω της απουσίας του εκπαιδευτικού κατά τη διάρκεια μελέτης του υλικού. Στις παρούσες βιντεοδιαλέξεις υπάρχουν διαδραστικά σημεία, όπου μπορούν να πατήσουν οι μαθητές για να τους εμφανιστούν περισσότερες πληροφορίες, εικόνες και απαντήσεις σε ερωτήματα που τους έχουν τεθεί, ώστε να ελέγξουν μόνοι τους τις απαντήσεις τους.

Στο βιντεοπείραμα, παρουσιάζεται ένα πείραμα δέσμευσης του άνθρακα, το οποίο πραγματοποιήθηκε σε εργαστήριο και βιντεοσκοπήθηκε. Στο βίντεο υπάρχουν πληροφορίες για τα όργανα και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, με

αποτέλεσμα να εξοικειώνεται ο μαθητής με τα πραγματικά αντικείμενα ενός εργαστηρίου. Οι μαθητές μπορούν να δουν ποια βήματα ακολουθούνται για τη διεξαγωγή ενός πειράματος, με αποτέλεσμα να έρχονται σε επαφή με επιστημονικές διαδικασίες. Επίσης, το βίντεο έχει ρυθμιστεί να σταματάει σε κομβικά σημεία και οι μαθητές καλούνται να παρατηρήσουν, να ερμηνεύσουν δεδομένα κ.λπ. Ουσιαστικά, μέσα από την μελέτη αυτού του υλικού, οι μαθητές προετοιμάζονται για το «2ο Μέρος» της ενότητας, όπου πραγματοποιείται η «Εφαρμογή Περιεχομένου μέσω Εκπαιδευτικού».

Το «2ο Μέρος» αποτελείται από δύο ομαδικές δραστηριότητες. Η «Δραστηριότητα 1» σχετίζεται με την μελέτη στατικών και διαδραστικών διαγραμμάτων. Πιο συγκεκριμένα, έχει τη μορφή φύλλου εργασίας, υπάρχουν ερωτήσεις και χώρος για απάντηση, καθώς και αναλυτικές οδηγίες με τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουν οι μαθητές. Καλούνται να μελετήσουν διαγράμματα με προεπιλεγμένες μεταβλητές, αλλά και διαγράμματα που μπορούν να επιλέξουν οι ίδιοι τις μεταβλητές που επιθυμούν να εξετάσουν. Στη «Δραστηριότητα 2» τους ζητείται να συζητήσουν ως ομάδα και να απαντήσουν στο Padlet στην ακόλουθη ερώτηση: «Θα μπορούσε “η μόδα” της χορτοφαγίας να επηρεάσει τον κύκλο του άνθρακα; Αν ναι, πώς; Απαντήστε με βάση όσα έχετε δει σε αυτή την ενότητα». Το 2ο μέρος λαμβάνει χώρα σύγχρονα, με αποτέλεσμα ο εκπαιδευτικός να μπορεί να είναι παρών κατά την εφαρμογή της γνώσης και οι μαθητές μπορούν να απευθύνονται σε αυτόν για τυχόν απορίες.

Η ενότητα με θέμα «Κλιματική Αλλαγή και Βιοποικιλότητα» δομήθηκε σύμφωνα με το “Supplemental Blend” κι αποτελείται από δύο μέρη. Κατά τη διάρκεια του πρώτου μέρους, το οποίο διαδραματίζεται σύγχρονα, ο εκπαιδευτικός συζητάει κάποιες επιστημονικές έννοιες με τους μαθητές του. Στο τέλος της συζήτησης ο εκπαιδευτικός τους ζητάει να κάνουν μια πρόβλεψη, κάνοντας έτσι τη σύνδεση με το δεύτερο μέρος. Το δεύτερο μέρος λαμβάνει χώρα ασύγχρονα και γίνεται «Εφαρμογή Περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας». Κατά την πρώτη δραστηριότητα, οι μαθητές καλούνται να επεξεργαστούν μία προσομοίωση, που αφορά τη βιοποικιλότητα και το πώς επηρεάζεται από την Κλιματική Αλλαγή. Η δραστηριότητα αυτή έχει διαμορφωθεί όπως θα διαμορφωνόταν ένα φύλλο εργασιών με τα στάδια διερεύνησης που θα πρέπει να ακολουθήσουν οι μαθητές. Μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης, υπάρχει διαθέσιμο βίντεο ανατροφοδότησης, όπου ο εκπαιδευτικός κάνει ο ίδιος τη δραστηριότητα και απαντάει στις ερωτήσεις. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να δουν τα λάθη τους και να λύσουν τις όποιες απορίες έχουν, ακόμη κι όταν ο εκπαιδευτικός δεν είναι παρών. Στη δεύτερη δραστηριότητα, καλούνται να κάνουν μία πρόβλεψη για το μέλλον, βάσει των όσων έχουν μάθει. Συνεπώς, πρέπει να απαντήσουν σε μια ερώτηση στο Padlet, ώστε να ξεκινήσει μία συζήτηση με λογικά επιχειρήματα, στην οποία μπορεί να συμμετέχει κι ο εκπαιδευτικός ασύγχρονα. Σε αυτό το σημείο, ο ρόλος του είναι κυρίως διευκολυντικός και καθοδηγητικός.

Τέλος, η ενότητα με τίτλο «Φαινόμενο θερμοκηπίου και Αλληλεπίδραση αερίων θερμοκηπίου με φως», στηρίχθηκε στην δομή του “Replacement Blend” κι αποτελείται από τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται ασύγχρονα η «Διαπραγμάτευση περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας» κι αποτελείται από μία βιντεοδιάλεξη στην οποία έχουν ενσωματωθεί ερωτήσεις, που αν απαντηθούν λάθος, μεταφέρουν τους μαθητές στο σημείο που αναφέρεται η συγκεκριμένη



θεωρία, ώστε να το επεξεργαστούν ξανά. Πέρα από την βιντεοδιάλεξη, υπάρχει κι ένα βίντεο προσομοίωσης, το οποίο είναι μαγνητοσκοπημένη επεξήγηση μιας προσομοίωσης με ενσωματωμένες ερωτήσεις κατανόησης. Το δεύτερο μέρος πραγματοποιείται σύγχρονα. Λαμβάνει χώρα η «Εφαρμογή περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας», όπου οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν την αλληλεπίδραση των αερίων του θερμοκηπίου με τρεις τύπους της ακτινοβολίας μέσω μιας προσομοίωσης. Η δραστηριότητα αυτή έχει τη μορφή φύλλου εργασιών και αποτελείται από ερωτήσεις που καθοδηγούν τη διαδικασία του πειραματισμού και της δόμησης της νέας γνώσης. Έπειτα, πραγματοποιείται «Διαπραγμάτευση περιεχομένου μέσω Εκπαιδευτικού», όπου οι μαθητές διαπραγματεύονται τις νέες έννοιες με τον εκπαιδευτικό. Το τρίτο μέρος βασίζεται στην ασύγχρονη «Εφαρμογή Περιεχομένου μέσω Τεχνολογίας», όπου αποτελείται από μία δραστηριότητα, που οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε μια ερώτηση στο Padlet, για να ξεκινήσει συζήτηση γύρω από ένα θέμα. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να συμμετέχει ασύγχρονα στη συζήτηση και να έχει υποστηρικτικό ρόλο.

### **Εμπειρική Έρευνα**

Μια πρώτη διερεύνηση των απόψεων φοιτητών για τη δυνατότητα αξιοποίησης του ψηφιακού διδακτικού υλικού σε σχολική τάξη, διεξήχθη με 8 φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. και χωρίστηκε σε τρεις φάσεις. Στην Φάση 1, οι φοιτητές προσανατολίστηκαν αναφορικά με τα βασικά στοιχεία της Μ.Μ. Στην Φάση 2, έγινε μια επισκόπηση του υλικού από τους φοιτητές, όπου τους ζητήθηκε να μελετήσουν τις ενότητες εστιάζοντας κυρίως στη δομή τους. Στην Φάση 3, διεξήχθησαν συνεντεύξεις (περίπου 60 λεπτών) με τον κάθε φοιτητή ξεχωριστά. Στόχος ήταν η ανάδειξη των δυνατοτήτων και των περιορισμών ανά τύπο Μ.Μ. για μια διδασκαλία Φ.Ε. Έγιναν ερωτήσεις σχετικά με το ποια θεωρούν σημαντικά χαρακτηριστικά κάθε τύπου για την υποστήριξη μιας διδασκαλίας Φ.Ε., για την αποτελεσματικότητα συνδυασμού επιμέρους στοιχείων, τους ζητήθηκε να κάνουν σύγκριση με μία συμβατική διδασκαλία Φ.Ε. και να προτείνουν αλλαγές στη δομή του υλικού. Οι συνεντεύξεις ηχογραφήθηκαν και απομαγνητοφωνήθηκαν.

<b>ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αυτορρύθμιση</li> <li>• Στάση -Ενδιαφέρον</li> <li>• Ενεργός Εμπλοκή / Συμμετοχή στη δόμηση της γνώσης</li> </ul>	Μαθητές
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Φάσεις Διερεύνησης</li> <li>• Ανατροφοδότηση</li> <li>• Εξοικονόμηση Χρόνου</li> <li>• Δομή</li> <li>• Συνεργασία</li> </ul>	Σχεδιασμός Διδασκαλίας
<b>ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οργάνωση Πληροφορίας</li> <li>• Αλληλεπίδραση</li> <li>• Πειραματική Αντιμετώπιση</li> </ul>	Τεχνολογικά Μέσα

Πίνακας 1 *Κατηγοριοποίηση απόψεων φοιτητών*

Λόγω του διερευνητικού χαρακτήρα της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικοί μέθοδοι ανάλυσης των δεδομένων (Mayring, 2015). Οι απόψεις των φοιτητών κατατάχθηκαν ως προς διαφορετικές διαστάσεις της διδασκαλίας και της μάθησης, οι οποίες οργανώθηκαν σε τρεις ευρύτερες θεματικές (βλ. Πίνακας 1), οι οποίες είναι «Μαθητές», «Σχεδιασμός Διδασκαλίας» και «Τεχνολογικά Μέσα». Για κάθε μία από αυτές τις διαστάσεις καταμετρήθηκε η απόλυτη συχνότητα αναφορών σχετικά με δυνατότητες και περιορισμούς, ανάλογα με το αν αναφέρονται σε διαπραγμάτευση ή/και εφαρμογή περιεχομένου μέσω εκπαιδευτικού ή μέσω τεχνολογίας δηλαδή σύγχρονα – ασύγχρονα. Για παράδειγμα, αναφορικά με τη διάσταση της «Ανατροφοδότησης» στο σύγχρονο κομμάτι, ένας φοιτητής αναγνώρισε τη δυνατότητα που μπορεί να έχει στον «Σχεδιασμό διδασκαλίας», λέγοντας ότι «Στη σύγχρονη διαπραγμάτευση, θα υπάρχει ανατροφοδότηση όπου υπάρχει απορία, μπορεί ο εκπαιδευτικός να την απαντήσει, γιατί είναι εκεί.». Αντίστοιχα μια φοιτήτρια αναγνώρισε έναν περιορισμό που αφορούσε την «Ανατροφοδότηση» στο ασύγχρονο κομμάτι του μαθήματος, λέγοντας ότι «Ίσως το μειονέκτημα εκεί είναι η απουσία του εκπαιδευτικού, διότι αν έχουν κάποια απορία ή δυσκολία εκεί δεν μπορούν να την λύσουν.».

### Αποτελέσματα

Οι παρακάτω πίνακες αφορούν τις απόψεις των φοιτητών σχετικά με τους τρεις διαφορετικούς τύπους Μικτής Μάθησης βάσει των οποίων είχαν δομηθεί οι διδακτικές ενότητες που κλήθηκαν να μελετήσουν. Αυτά τα αποτελέσματα προέρχονται από την ανάλυση των δεδομένων των συνεντεύξεων. Οι αριθμοί που παρουσιάζονται, αναφέρονται στο πλήθος των αναφορών από τους φοιτητές σχετικά με τις υποκατηγορίες που υπάρχουν στους πίνακες.

	Κατηγορίες	Υποκατηγορίες	Απόλυτη Συχνότητα Αναφορών		
			Δυνατό-τητες	Περιο-ρισμοί	Συνολικά
Flipped Blend	Διαπραγμάτευση περιεχομένου	Μαθητές	19	8	89 (78%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	17	17	
		Τεχνολογικά Μέσα	17	11	
	Ασύγχρονα				
	Εφαρμογή περιεχομένου	Μαθητές	3	1	25 (22%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	18	1	
Τεχνολογικά Μέσα		2	0		
Σύγχρονα					

Πίνακας 2 *Απόψεις Φοιτητών για το «Flipped Blend»*

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τις απόψεις των φοιτητών σχετικά με το «Flipped Blend». Παρατηρώντας λοιπόν τον πίνακα διαπιστώνουμε ότι οι φοιτητές αναφέρονται τριπλάσιες φορές στην «Ασύγχρονη Διαπραγμάτευση Περιεχομένου»

από ό,τι στη «Σύγχρονη Εφαρμογή Περιεχομένου». Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το σύγχρονο σκέλος τους είναι πιο οικείο, διότι είναι πιο κοντά στη συνηθισμένη διδακτική πρακτική κι ως εκ τούτου δεν έχουν τόσα θέματα να σχολιάσουν.

Πιο αναλυτικά, οι φοιτητές θεωρούν ότι η «Ασύγχρονη Διαπραγμάτευση Περιεχομένου» μπορεί να προσφέρει τη δυνατότητα στους μαθητές να μάθουν να διαχειρίζονται μόνοι τους την πορεία της μάθησής τους. Επιπλέον, θεωρούν ότι βοηθάει στην καλύτερη διαχείριση του χρόνου στο σύγχρονο κομμάτι της διδασκαλίας που ακολουθεί και στο οποίο γίνεται η «Εφαρμογή Περιεχομένου». Όσον αφορά τη χρήση των τεχνολογικών μέσων σε αυτό το κομμάτι, πιστεύουν ότι συμβάλλουν στην ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών κατά τη δόμηση της γνώσης τους. Σχετικά με το σύγχρονο κομμάτι, οι φοιτητές θεωρούν ως δυνατότητα την παροχή άμεσης και εξατομικευμένης βοήθειας στους μαθητευόμενους, τονίζοντας την σημασία της παρουσίας του εκπαιδευτικού.

	Κατηγορίες	Υποκατηγορίες	Απόλυτη Συχνότητα Αναφορών		
			Δυνατό- τητες	Περιο- ρισμοί	Συνολικά
Supplemental Blend	Διαπραγμάτευση περιεχομένου Σύγχρονα	Μαθητές	4	5	27 (28%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	12	5	
		Τεχνολογικά Μέσα	1	0	
	Εφαρμογή περιεχομένου Ασύγχρονα	Μαθητές	13	4	69 (72%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	15	25	
		Τεχνολογικά Μέσα	12	0	

Πίνακας 3 *Απόψεις Φοιτητών για το «Supplemental Blend»*

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι απόψεις των φοιτητών που αφορούν το «Supplemental Blend». Αυτό που παρατηρείται και σε αυτόν τον πίνακα είναι η επικέντρωση τους στο ασύγχρονο κομμάτι, στο οποίο αναφέρονται διπλάσιες φορές από ό,τι στο σύγχρονο. Η διαφορά με τον προηγούμενο τύπο είναι ότι η «Εφαρμογή Περιεχομένου» σε αυτόν έχει οριστεί να πραγματοποιείται ασύγχρονα.

Πιο συγκεκριμένα, οι φοιτητές αντιλαμβάνονται ως δυνατότητα της «Σύγχρονης Διαπραγμάτευσης Περιεχομένου» το ότι μπορεί να υπάρξει άμεση ανατροφοδότηση και βοήθεια στους μαθητές λόγω της παρουσίας εκπαιδευτικού, σε αντίθεση με την «Ασύγχρονη Εφαρμογή Περιεχομένου» που ακολουθεί. Για αυτόν τον λόγο θεωρούν ότι η φάση της «Αναδόμησης» από το μοντέλο της διερεύνησης, θα πρέπει να γίνεται παρουσία εκπαιδευτικού, διότι είναι αρκετά απαιτητική από τους μαθητές. Συνεπώς, είναι δύσκολο να τη διαχειριστούν χωρίς την παρουσία του εκπαιδευτικού κατά την «Ασύγχρονη Εφαρμογή Περιεχομένου».

Στον Πίνακα 4 παρατηρείται ότι οι απόψεις των φοιτητών για το «Replacement Blend» αφορούν κυρίως τα ασύγχρονα κομμάτια, στα οποία πραγματοποιούνται η διαπραγμάτευση και η εφαρμογή του περιεχομένου. Κατά τη

γνώμη τους, μπορεί να γίνει καλύτερη διαχείριση χρόνου σε αυτά, διότι τα ασύγχρονα κομμάτια εξοικονομούν χρόνο στα σύγχρονα. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να εντάξουν περισσότερες βιωματικές δραστηριότητες στα σύγχρονα κομμάτια και να υποστηρίξουν αποτελεσματικότερα ένα μάθημα βασισμένο στη διερεύνηση εξαιτίας της ύπαρξης των σύγχρονων. Οι απόψεις τους για τα τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν στο κομμάτι της ασύγχρονης εφαρμογής του περιεχομένου είναι ότι τα εργαλεία που υποστηρίζουν την ασύγχρονη επικοινωνία και συνεργασία, όπως το Padlet, θεωρούνται πολύ χρήσιμα. Μέσα από αυτά δίνεται η δυνατότητα σε όλους τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους και να συμμετέχουν στη συζήτηση. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να συμμετέχει ασύγχρονα στη συζήτηση, ώστε να βοηθήσει και ενδεχομένως να την κατευθύνει.

	Κατηγορίες	Υποκατηγορίες	Απόλυτη Συχνότητα Αναφορών		
			Δυνατό-τητες	Περιο-ρισμοί	Συνολικά
Replacement Blend	Διαπραγμάτευση περιεχομένου <i>Ασύγχρονα</i>	Μαθητές	3	6	38 (31%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	12	4	
		Τεχνολογικά Μέσα	12	1	
	Διαπραγμάτευση περιεχομένου <i>Σύγχρονα</i>	Μαθητές	3	1	15 (12%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	6	0	
		Τεχνολογικά Μέσα	5	0	
	Εφαρμογή περιεχομένου <i>Σύγχρονα</i>	Μαθητές	5	0	25 (21%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	14	0	
		Τεχνολογικά Μέσα	5	1	
	Εφαρμογή περιεχομένου <i>Ασύγχρονα</i>	Μαθητές	5	2	43 (36%)
		Σχεδιασμός Διδασκαλίας	17	4	
		Τεχνολογικά Μέσα	13	2	

Πίνακας 4 *Απόψεις Φοιτητών για το «Replacement Blend»*

Όσον αφορά τα σύγχρονα κομμάτια, φαίνεται να εστιάζουν κυρίως στην σύγχρονη εφαρμογή περιεχομένου. Όπως φάνηκε να υποστηρίζουν και στον τύπο «Flipped Blend», θεωρούν ότι μπορεί να υποστηριχτούν κάποιες από τις φάσεις διερεύνησης, καθώς και να δοθεί επαρκής βοήθεια και ανατροφοδότηση, λόγω της παρουσίας του εκπαιδευτικού.

### Συμπεράσματα

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι οι φοιτητές αντιμετωπίζουν ως πρόκληση την διαμόρφωση μιας διδασκαλίας M.M., η οποία αποτελείται από αυτόνομα κι

αποτελεσματικά ασύγχρονα μέρη. Θεωρούν ότι διαμορφώνοντας ένα αποτελεσματικό ασύγχρονο κομμάτι για μια διδασκαλία Φ.Ε. που στηρίζεται σε αρχές Μ.Μ., μπορεί να ενισχυθεί η εμπλοκή των μαθητών, καθώς και να διατηρηθεί η προσοχή και το ενδιαφέρον τους καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας. Επίσης, πιστεύουν ότι μπορεί να καλλιεργηθεί η αυτορρυθμιστική τους ικανότητα στη μάθηση, δηλαδή η ικανότητα να ελέγχουν μόνοι τους την πορεία της μάθησής τους.

Επιπροσθέτως, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αρχές Μ.Μ., ώστε να υποστηριχθεί μία διδασκαλία Φ.Ε. βάσει διερεύνησης. Σύμφωνα με τις απόψεις των φοιτητών, μια διδασκαλία τέτοιου τύπου θα μπορούσε να δομηθεί με βάση τη μορφή του «Replacement Blend». Φαίνεται να θεωρούν ότι αυτός ο τύπος Μ.Μ. είναι πιο κατάλληλος για μια διδασκαλία δομημένη με τις αρχές της μάθησης μέσω διερεύνησης, καθώς πιστεύουν ότι η δομή του μπορεί να καλύπτει τις ανάγκες ενός τέτοιου πλαισίου. Αυτό οφείλεται στο ότι η ύπαρξη των ασύγχρονων κομματιών συμβάλλει στην απελευθέρωση χρόνου στα σύγχρονα κομμάτια, με αποτέλεσμα να εντάσσονται περισσότερες μαθητοκεντρικές δραστηριότητες διερεύνησης. Επίσης, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι σημαντικό στοιχείο αυτών των μαθημάτων είναι η παρουσία ή απουσία του εκπαιδευτικού από το κάθε κομμάτι, διότι καθορίζει τον τρόπο παροχής βοήθειας κι ανατροφοδότησης. Οι φοιτητές θεωρούν ότι οι λιγότερο απαιτητικές διαδικασίες της μάθησης μέσω διερεύνησης μπορούν να ενταχθούν στα ασύγχρονα κομμάτια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξοικονομείται χρόνος κατά τα σύγχρονα κομμάτια, ο οποίος να μπορεί να αφιερωθεί στις πιο απαιτητικές φάσεις της διερεύνησης, όπου είναι σημαντική η παρουσία του εκπαιδευτικού.

Τέλος, οι φοιτητές θεωρούν ότι τα τεχνολογικά μέσα έχουν συμπληρωματικό και υποστηρικτικό ρόλο σε όλο το πλαίσιο, καθώς χρησιμοποιούνται για να καλύψουν τις αδυναμίες του εκάστοτε τύπου, αλλά και για να ενισχύσουν τις δυνατότητές του.

## Βιβλιογραφία

- Alammary, A., Sheard, J., & Carbone, A. (2014). Blended learning in higher education: Three different design approaches. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(4). <https://doi.org/10.14742/ajet.693>
- Baepler, P., Walker, J. D., & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education*, 78, 227-236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.006>
- Flores, S., Walters, N. M., & Kiekel, J. (2018). Academic Instruction at a distance: An examination of holistic teacher perceptions in a virtual high school. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 21(1).
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Jokinen, P., & Mikkonen, I. (2013). Teachers' experiences of teaching in a blended learning environment. *Nurse education in practice*, 13(6), 524-528. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2013.03.014>
- Margulieux, L. E., McCracken, W. M., & Catrambone, R. (2016). A taxonomy to define courses that mix face-to-face and online learning. *Educational Research Review*, 19, 104-118. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.07.001>

- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Nortvig, A. M., Petersen, A. K., & Balle, S. H. (2018). A Literature Review of the Factors Influencing E-Learning and Blended Learning in Relation to Learning Outcome, Student Satisfaction and Engagement. *Electronic Journal of E-learning*, 16 (1), 46-55.

## Οι απόψεις μαθητών Β/θμιας Εκπαίδευσης για την εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη διάρκεια της πανδημίας COVID-19

**Ιωάννα Σταύρου, Αχιλλέας Μανδρίκας, Κυριάκος Κυριακού,  
Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Κωνσταντίνος Σκορδούλης**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό & Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Στην εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έρευνας που έγινε σε μαθητές/τριες Α΄ Λυκείου, με σκοπό να αποτυπωθούν οι απόψεις τους για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, που έγινε αναγκαστικά εξ αποστάσεως λόγω της πανδημίας COVID-19 κατά το σχολικό έτος 2020-21. Από δείγμα 197 ατόμων διαφάνηκε ότι η εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν ικανοποίησε τους μαθητές/τριες με εξαίρεση την αυξημένη χρήση οπτικοακουστικού υλικού. Ως αιτίες αναφέρθηκαν οι συνθήκες στον χώρο που βρίσκονταν οι μαθητές, τα τεχνικά προβλήματα σύνδεσης, η έλλειψη επικοινωνίας με τους συμμαθητές και τον/την εκπαιδευτικό, η έλλειψη επαρκούς πειραματισμού και η περιορισμένη κατανόηση εννοιών.

**Λέξεις κλειδιά:** Εξ αποστάσεως διδασκαλία, Φυσικές Επιστήμες, πανδημία COVID-19, απόψεις μαθητών

## Secondary school students' views on Physics teaching at a distance in the context of COVID-19 pandemic

**Ioanna Stavrou, Achilleas Mandrikas, Kyriakos Kyriakou, Constantina Stefanidou, Constantine Skordoulis**

*National & Kapodistrian University of Athens, Department of Primary Education*

### Abstract

In this article the findings from a survey conducted on high school students (K-10) are presented, in order to emerge students' views concerning the distance science education, which was necessarily implemented by distance due to the COVID-19 pandemic during the school year 2020-21. The sample of 197 students was not satisfied by the distance science education except the increased use of supporting audiovisual material. As causes of this result the conditions in students' environment, technical connection problems, lack of communication with classmates and teacher, lack of sufficient experimentation and limited understanding of concepts were recorded.

**Keywords:** Science Education, distance teaching, COVID-19 pandemic, students' views

## Εισαγωγή

Η πανδημική κρίση της COVID-19 από την πρώτη στιγμή της εμφάνισής της επηρέασε την εκπαίδευση σε όλες τις βαθμίδες παγκοσμίως (Di Pietro et al., 2020· UNESCO, 2021). Η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις χώρες με την πιο μακρά και αδιάλειπτη περίοδο αναστολής λειτουργίας των σχολείων όλων των βαθμίδων (ΚΕΜΕΤΕ, 2021). Ειδικά, όσον αφορά στα Λύκεια κάποιων περιοχών, ανάμεσα στα οποία και της Αττικής, βρίσκονταν σε καθεστώς αναστολής αδιάλειπτα από τις 7 Νοεμβρίου 2020 έως τις 12 Απριλίου 2021.

Η σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία αναφέρεται στον τύπο εκπαίδευσης, όπου τα άτομα που συμμετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία αλληλεπιδρούν στον ίδιο χρόνο με τη βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας, ανεξάρτητα αν βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες. Η σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία θεωρείται ένα είδος «ζωντανής διδασκαλίας», όπου η συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία στον ίδιο χρόνο στοχεύει στο να δημιουργηθεί μια πιο συγκροτημένη και ξεκάθαρη δομή του μαθήματος, ενώ ταυτόχρονα εμπλουτίζεται η αλληλεπίδραση ανάμεσα στα μέλη της τάξης (Watts, 2016).

Σημαντική συνιστώσα της σύγχρονης εξ αποστάσεως διδασκαλίας, σύμφωνα με πολλούς μελετητές, θεωρείται η εμπλοκή των μαθητών (Muzammil et al., 2020) και η αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων (Gray & Diloreto, 2016· Martin & Bolliger, 2018). Επίσης, σημαντικός παράγοντας της ποιότητας της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές, της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών καθώς και της αλληλεπίδρασης των μαθητών με το γνωστικό αντικείμενο αποτελεί η ικανοποίηση των μαθητών σχετικά με την εξ αποστάσεως διδασκαλία (Angelova, 2021· Katsidis et al., 2008).

Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι απόψεις των μαθητών Α΄ Λυκείου από την εξ αποστάσεως διδασκαλία (εξΑΔ) των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), που περιλαμβάνει τα μαθήματα Φυσική, Χημεία, Βιολογία. Επιλέξαμε να απευθυνθούμε στους μαθητές της Α΄ Λυκείου, επειδή σε αυτό το επίπεδο οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν μέρος του γενικού κορμού μαθημάτων και δεν αντιμετωπίζονται από τους μαθητές ανάλογα με το ενδιαφέρον τους για τις πανελλήνιες εξετάσεις.

## Μεθοδολογία

### *Ερευνητικό ερώτημα*

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα, της παρούσας έρευνας ήταν: Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/τριών Β/θμιας Εκπ/σης για την εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κατά τη διάρκεια της τηλεεκπαίδευσης λόγω της πανδημίας της COVID-19 κατά το σχολικό έτος 2020-21;

### *Δείγμα της έρευνας*

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 197 μαθητές και μαθήτριες Α΄ Λυκείου, που προέρχονταν από Λύκεια του Νομού Αττικής και του Νομού Μεσσηνίας, στα οποία η ερευνητική ομάδα είχε πρόσβαση.



**Συλλογή και ανάλυση δεδομένων**

Ως ερευνητικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που περιείχε είκοσι τρεις (23) κλειστού τύπου ερωτήσεις με δυνατότητα απάντησης στην κλίμακα Likert 1-5 ή 1-3 και από δύο (2) ερωτήσεις ανοιχτού τύπου για την ανάδειξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών της έρευνας. Σε κάθε ερώτηση υπήρχε ιδιαίτερη αναφορά στο μάθημα της Φυσικής, της Χημείας και της Βιολογίας και η τελική απάντηση, που αναφέρεται στις Φυσικές Επιστήμες εν γένει, προέκυψε ως μέσος όρος των απαντήσεων στα επιμέρους μαθήματα. Στην παρούσα εργασία, κατόπιν επιλογής, παρουσιάζεται μέρος των ερωτήσεων και των αντίστοιχων ευρημάτων. Οι ερωτήσεις δομήθηκαν και διαρθρώθηκαν με βάση τέσσερις άξονες: α) τις συνθήκες που επικρατούσαν στο περιβάλλον των μαθητών, β) το ενδιαφέρον των μαθητών για τα αντικείμενα των Φ.Ε., γ) το περιεχόμενο και στον τρόπο προσέγγισης του περιεχομένου των αντικειμένων των Φ.Ε. και δ) την προσωπική προσέγγιση και εμπλοκή των μαθητών στη διάρκεια της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των Φ.Ε. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε ψηφιακά σε μορφή Google Forms και διακινήθηκε ηλεκτρονικά με τη συνοδεία επιστολής προς μαθητές και γονείς.

Οι απαντήσεις στις κλειστές ερωτήσεις ταξινομήθηκαν με βάση τις προαποφασισμένες διαβαθμίσεις απαντήσεων σε κάθε ερώτηση σύμφωνα με τις προαναφερθείσες κατηγορίες και αποτυπώθηκαν σε πίνακες με ποσοστιαία κατανομή. Οι απαντήσεις στις ανοικτές ερωτήσεις αποδελτιώθηκαν και ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες μετά από ανάλυση περιεχομένου.

Παράμετρος	πολύ λίγο	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
Οι συνθήκες στον χώρο μου	12,4%	17,8%	30,8%	30,3%	9%
Η ποιότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο	16,8%	20%	29,6%	22,8%	10,7%
Το είδος της συσκευής εισόδου	31,5%	21,3%	20%	17,8%	9,4%

Πίνακας 1 Πόσο επηρέασαν την ικανοποίησή μου από την εξΑΔ των ΦΕ

**Αποτελέσματα****Οι επικρατούσες συνθήκες στο περιβάλλον των μαθητών στην εξ αποστάσεως διδασκαλία**

Στην πρώτη κατηγορία ερωτήσεων οι μαθητές ρωτήθηκαν για τις συνθήκες υπό τις οποίες γινόταν η εξΑΔ των ΦΕ. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, από τους παράγοντες που επηρέασαν την ικανοποίηση των μαθητών/τριών, τη μεγαλύτερη επίδραση (σε ποσοστό 39,3% αθροίζοντας τις απαντήσεις πολύ και πάρα πολύ) είχαν οι συνθήκες του χώρου, εντός του οποίου ο μαθητής προσπαθούσε να συνδεθεί στο διαδικτυακό μάθημα, ακολουθούν τα προβλήματα διασύνδεσης (33,5%) και τέλος το είδος της συσκευής (27,2%).

*Ενδιαφέρον των μαθητών για τα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών*

Στη δεύτερη κατηγορία καταγράφηκε το αυθεντικό ενδιαφέρον των μαθητών για τα αντικείμενα των ΦΕ. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, το δείγμα έδειξε γενικά αυξημένο ενδιαφέρον για τα θέματα των Φυσικών Επιστημών.

	πολύ μικρό	μικρό	μέτριο	μεγάλο	πολύ μεγάλο
Φυσικές Επιστήμες	5,1%	11,7%	33%	29,3%	20,9%

*Πίνακας 2 Το ενδιαφέρον μου για τα θέματα των Φυσικών Επιστημών*

**Παράμετροι της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών**

Στην τρίτη κατηγορία ερωτήσεων οι μαθητές ρωτήθηκαν για διάφορες παραμέτρους του μαθήματος κατά την εξΑΔ των ΦΕ. Στον Πίνακα 3 φαίνεται πώς αποτίμησαν οι μαθητές τον βαθμό επικοινωνίας με τον/την εκπαιδευτικό του μαθήματος σε σύγκριση με τη διά ζώσης διδασκαλία. Ως γενική εκτίμηση φαίνεται ότι αυτή η επικοινωνία επιδεινώθηκε.

	Χειροτέρεψε	Παρέμεινε η ίδια	Βελτιώθηκε
Φυσικές Επιστήμες	37,9%	48,4%	13,8%

*Πίνακας 3 Πώς ήταν η επικοινωνία με τον/την εκπαιδευτικό κατά την εξΑΔ των ΦΕ*

Το ίδιο διαφαίνεται και από τον Πίνακα 4, όπου καταγράφεται η εκτίμηση των μαθητών για την επικοινωνία με τους συμμαθητές/τριές τους για θέματα που αφορούν το μάθημα σε σύγκριση με τη διά ζώσης διδασκαλία.

	Χειροτέρεψε	Παρέμεινε η ίδια	Βελτιώθηκε
Φυσικές Επιστήμες	33,3%	53,3%	13,4%

*Πίνακας 4 Πώς ήταν η επικοινωνία με τους συμμαθητές σας κατά την εξΑΔ των ΦΕ*

Στον Πίνακα 5 φαίνεται η άποψη των μαθητών σχετικά με το πόσο διαφοροποιήθηκε κατά τη διάρκεια της εξΑΔ ο τρόπος διδασκαλίας του καθηγητή/τριας σε σύγκριση με τη διά ζώσης διδασκαλία. Διαπιστώνεται το αναμενόμενο ότι δηλαδή το 85% περίπου των εκπαιδευτικών διαφοροποίησε τις πρακτικές του κατά την εξΑΔ των ΦΕ έστω και λίγο.

	καθόλου	πολύ λίγο	αρκετά	πολύ	πάρα πολύ
Φυσικές Επιστήμες	14,7%	33,5%	29,6%	11,7%	10,5%

*Πίνακας 5 Πόσο διαφοροποιήθηκε ο τρόπος διδασκαλίας κατά την εξΑΔ των ΦΕ*

Ο πίνακας 6 αποτυπώνει τη γνώμη των μαθητών για τη διαφοροποίηση του αριθμού των πειραματικών διαδικασιών κατά τη διάρκεια της εξΑΔ σε σύγκριση με εκείνα που εκτελούσαν στο σχολείο. Το 32,8% των μαθητών δήλωσε ότι ο αριθμός των πειραμάτων δεν άλλαξε καθόλου, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ενδεχόμενη απουσία πειραματικών διαδικασιών στη διά ζώσης διδασκαλία συνεχίστηκε και

στην εξΑΔ. Γενικά, φαίνεται ότι ο τρόπος διδασκαλίας των εκπαιδευτικών ισομοιράστηκε δηλαδή περίπου το 1/3 παρέμεινε στην απομνημόνευση εννοιών και στους μαθηματικούς υπολογισμούς, περίπου το 1/3 προχώρησε σε κάποιες αλλαγές με τη χρήση προσομοιώσεων πειραμάτων και περίπου το 1/3 άλλαξε τελείως τον τρόπο διδασκαλίας των ΦΕ.

	καθόλου	πολύ λίγο	αρκετά	πολύ	πάρα πολύ
Φυσικές Επιστήμες	32,8%	16,4%	20,7%	14,9%	15,2%

Πίνακας 6 Πόσο διαφοροποιήθηκε ο αριθμός των πειραματικών διαδικασιών κατά την εξΑΔ των ΦΕ

Στον πίνακα 7 έχει αποτυπωθεί μια τάση για ελαφρώς μειωμένες απαιτήσεις από τους μαθητές τουλάχιστον με τη μορφή εργασιών για το σπίτι.

	μειώθηκε πολύ	μειώθηκε λίγο	παρέμεινε ο ίδιος	αυξήθηκε λίγο	αυξήθηκε πολύ
Φυσικές Επιστήμες	10,5%	21,8%	45,2%	15,1%	7,4%

Πίνακας 7 Πόσο διαφοροποιήθηκε ο αριθμός των εργασιών για το σπίτι κατά την εξΑΔ των ΦΕ

Στον πίνακα 8 έχουν αποτυπωθεί οι διαφορές στον τρόπο διόρθωσης των εργασιών που ανέθετε ο/η εκπαιδευτικός στους μαθητές σε σύγκριση με τη διά ζώσης διδασκαλία. Το 32,2% του δείγματος δήλωσε ότι οι πρακτικές διόρθωσης δεν διαφοροποιήθηκαν καθόλου και σταδιακά οι απαντήσεις μειώνονταν για να φτάσουν στο ελάχιστο 10% που διαπίστωσε μεγάλες αλλαγές.

	καθόλου	πολύ λίγο	αρκετά	πολύ	πάρα πολύ
Φυσικές Επιστήμες	32,2%	24,4%	20%	13,4%	10%

Πίνακας 8 Πόσο διαφοροποιήθηκε ο τρόπος διόρθωσης των εργασιών κατά την εξΑΔ των ΦΕ

### Προσωπική προσέγγιση και εμπλοκή των μαθητών στην εξ αποστάσεως διδασκαλία

Στην τέταρτη κατηγορία ερωτήσεων οι μαθητές ρωτήθηκαν για την προσωπική προσέγγιση και εμπλοκή τους στην εξΑΔ των ΦΕ. Στον πίνακα 9 φαίνεται πώς χαρακτήρισαν οι μαθητές τη συγκέντρωση της προσοχής τους σε σύγκριση με τη διά ζώσης διδασκαλία. Οι περισσότεροι μαθητές έδειξαν πολύ μικρότερη συγκέντρωση στην εξΑΔ και μάλιστα ήταν πολύ λίγοι αυτοί που πέτυχαν μεγαλύτερους βαθμούς συγκέντρωσης.

	πολύ μικρότερη	μικρότερη	ίδια	μεγαλύτερη	πολύ μεγαλύτερη
Φυσικές Επιστήμες	31%	27,4%	28,9%	9,6%	3,1%

Πίνακας 9 Πώς ήταν η συγκέντρωσή μου κατά την εξΑΔ των ΦΕ σε σχέση με τη διά ζώσης

Οι μαθητές κλήθηκαν να προσδιορίσουν κατά πόσο συμφωνούν με την πρόταση: «Η εξ αποστάσεως διδασκαλία με ικανοποίησε, γιατί με βοήθησε περισσότερο από ό,τι η διδασκαλία στο σχολείο στο να κάνω στο μάθημα δικές μου υποθέσεις και να επιζητώ να τις ελέγξω είτε πειραματικά είτε με άλλους τρόπους». Από τα στοιχεία του Πίνακα 10, είναι ξεκάθαρο ότι η εξΑΔ δεν βοήθησε τους μαθητές να αναπτύξουν περαιτέρω τις ικανότητες διατύπωσης υποθέσεων και ελέγχου παραμέτρων, οι οποίες είναι σημαντικές σε όλα τα μαθήματα των ΦΕ.

	καθόλου	πολύ λίγο	αρκετά	πολύ	πάρα πολύ
Φυσικές Επιστήμες	56,3%	26,1%	9,6%	5,5%	2,5%

Πίνακας 10 Πόσο με βοήθησε η εξΑΔ να κάνω υποθέσεις και πειραματικούς ελέγχους

Οι μαθητές κλήθηκαν να δηλώσουν το πόσο κατανόησαν έννοιες και διαδικασίες στα μαθήματα των ΦΕ κατά την εξΑΔ. Από τα στοιχεία του Πίνακα 11 είναι ξεκάθαρο ότι οι μαθητές θεωρούν ότι ο στόχος της κατανόησης δεν επιτεύχθηκε με την εξΑΔ. Σε αυτή την ερώτηση εμφανίστηκαν και μικρές διαφορές μεταξύ των μαθημάτων με τη Βιολογία να υπερτερεί σε σχέση με τη Χημεία και τη Φυσική.

	πολύ χειρότερα	χειρότερα	το ίδιο	καλύτερα	πολύ καλύτερα
Φυσική	25,9%	39,1%	28,9%	5,6%	0,5%
Χημεία	22,3%	36%	28,4%	10,2%	3%
Βιολογία	16,2%	32%	35,5%	11,7%	4,5%
ΦΕ	21,5%	35,7%	30,9%	9,2%	2,7%

Πίνακας 11 Πόσο κατανόησα τα μαθήματα των ΦΕ κατά την εξΑΔ

	λιγότερο ελκυστική	ούτε περισσότερο ούτε λιγότερο ελκυστική	περισσότερο ελκυστική
Φυσική	52,8%	37,1%	10,2%
Χημεία	48,2%	41,6%	10,2%
Βιολογία	41,6%	41,6%	16,8%
ΦΕ	47,5%	40,1%	12,4%

Πίνακας 12 Πώς βρήκατε την εξΑΔ των μαθημάτων ΦΕ

### **Αποτίμηση των μαθητών για την εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

Μετά από όλες τις ανωτέρω παραμέτρους ζητήθηκε από τους μαθητές μια τελική αποτίμηση για την εξΑΔ των ΦΕ. Στον πίνακα 12 αποτυπώνεται αυτή η συνολική εικόνα, που δείχνει ότι στην πλειοψηφία των μαθητών δεν άρεσε η εξΑΔ. Πάντως, κι εδώ παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές μεταξύ των μαθημάτων, καθώς μόνο η Φυσική βρέθηκε «λιγότερο ελκυστική» από την απόλυτη πλειοψηφία των μαθητών, ενώ η Βιολογία είχε λίγο περισσότερες προτιμήσεις ως «περισσότερο ελκυστική».

Σε μια τελική ερώτηση οι μαθητές καλούνταν να δηλώσουν πόσο ικανοποιημένοι είναι από την εξΑΔ κάθε μαθήματος ΦΕ. Στον πίνακα 13 καταγράφονται αυτές οι τελικές αποτιμήσεις. Γενικότερα, διαφαίνεται μια δυσαρέσκεια των μαθητών, αφού περίπου οι μισοί (50,3%) δεν έμειναν ικανοποιημένοι από την εξΑΔ των μαθημάτων ΦΕ. Ωστόσο, κι εδώ παρατηρείται μια διαφορά μεταξύ των μαθημάτων με τη Φυσική να συγκεντρώνει τα μεγαλύτερα ποσοστά μη ικανοποιημένων μαθητών, τη Χημεία να ακολουθεί, ενώ η Βιολογία φάνηκε σε καλύτερη θέση.

	καθόλου	πολύ λίγο	αρκετά	πολύ	πάρα πολύ
Φυσική	28,4%	28,4%	28,9%	9,1%	5,1%
Χημεία	28,4%	24,4%	28,4%	12,2%	6,6%
Βιολογία	20,8%	20,3%	31%	16,8%	11,2%
ΦΕ	25,9%	24,4%	29,4%	12,7%	7,6%

*Πίνακας 13 Πόσο ικανοποιημένος/η είμαι από την εξΑΔ κάθε μαθήματος ΦΕ*

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι στο ερωτηματολόγιο των μαθητών/τριών υπήρχαν και δυο ανοικτές ερωτήσεις, ώστε οι μαθητές να περιγράψουν πιο αναλυτικά τις απόψεις που εξέφρασαν στις κλειστές ερωτήσεις. Λόγω περιορισμών στην έκταση της παρούσας εργασίας, οι απαντήσεις αυτές δεν μπορούν να περιγραφούν αναλυτικά, ωστόσο σε γενικές γραμμές επιβεβαιώνουν, επεξηγούν, διευκρινίζουν και διασταυρώνουν τις απαντήσεις των κλειστών ερωτήσεων. Για παράδειγμα, στο ερώτημα «Τι σου άρεσε στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση», από τη μια μεριά το 36,2% των μαθητών απάντησαν ότι δεν τους άρεσε τίποτα στην εξΑΔ των ΦΕ και από την άλλη μεριά το 38,2% ανέφεραν ότι αυτό που τους άρεσε ήταν η χρήση επιπλέον εποπτικού υλικού, όπως βιντεοσκοπημένα πειράματα, ψηφιακές εφαρμογές, βίντεο, παρουσιάσεις, εικόνες κλπ

### **Συζήτηση**

Ο μακροχρόνιος εγκλεισμός στο σπίτι και η περιορισμένη κοινωνικότητα είναι αναμενόμενο να δημιουργήσαν στους μαθητές δυσάρεστα συναισθήματα, καθώς επιπλέον οι συνθήκες στο σπίτι δεν ήταν ιδανικές και δυσκόλευαν τους μαθητές να

συγκεντρωθούν στο μάθημα μέσω μιας οθόνης. Αυτό επιδεινώθηκε στις περιπτώσεις τεχνικών προβλημάτων και στις περιπτώσεις ελλείψεων εξοπλισμού ή προβλημάτων συσκευών. Το τελευταίο στοιχείο αναφέρθηκε ρητά και στις ανοικτές ερωτήσεις, όταν το 23,1% ανέφερε ότι αντιμετώπισε τεχνικά προβλήματα στη σύνδεση διαδικτύου.

Όλα τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν την αποτελεσματική εκπαιδευτική διαδικασία, φαίνεται ότι υποβαθμίστηκαν κατά τη διάρκεια της εξΑΔ των ΦΕ. Το 1/3 περίπου των μαθητών δήλωσαν ότι η επικοινωνία με τον εκπαιδευτικό του μαθήματος χειροτέρευσε σε σύγκριση με τη διά ζώσης διδασκαλία, όπως και η αντίστοιχη επικοινωνία με τους συμμαθητές τους. Με αυτόν τον τρόπο η εξΑΔ στερεί την ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μαθητών, την υποβολή ερωτήσεων και την παροχή διευκρινίσεων δηλαδή όλα τα στοιχεία που δίνουν αμεσότητα στο μάθημα. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού των πειραματικών διαδικασιών παρά μόνο από το 1/3 περίπου των μαθητών του δείγματος. Αυτά επιβεβαιώθηκαν και από τις ανοικτές ερωτήσεις, όπου επισημάνθηκαν ως αρνητικά σημεία η έλλειψη επικοινωνίας με συμμαθητές και εκπαιδευτικό (18,2%), η αναποτελεσματική διδασκαλία (12,6%) και η έλλειψη πειραμάτων και λοιπών ερεθισμάτων (8,5%).

Ός προς την προσωπική προσέγγιση και εμπλοκή οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι επέδειξαν πολύ μικρότερη συγκέντρωση στην εξΑΔ των ΦΕ και αυτό αποδόθηκε είτε σε προσωπική αδυναμία είτε στο ανιαρό μάθημα. Αυτό συμπαρέσυρε την καλλιέργεια ικανοτήτων που επιδιώκουν οι ΦΕ, όπως η διατύπωση υποθέσεων και ο έλεγχος παραμέτρων. Κυρίως, όμως, συνέβαλε στην αποτυχία των γνωστικών στόχων των μαθημάτων ΦΕ, όπως συμπεραίνεται από τις απαντήσεις που αναφέρονταν στην κατανόηση εννοιών.

Οι μαθητές αποτίμησαν γενικότερα αρνητικά την εξΑΔ των ΦΕ, αφού το 47,53% των μαθητών τη βρήκε λιγότερο ελκυστική, το 40,1% ίδια και το 12,4% περισσότερο ελκυστική από τη διά ζώσης. Συμβατός με την παραπάνω γενική εκτίμηση των μαθητών για την εξΑΔ των ΦΕ ήταν και ο βαθμός ικανοποίησής τους. Οι μαθητές σε ποσοστά 40-56% δήλωσαν ότι δεν έμειναν ικανοποιημένοι, σε ποσοστό περίπου 30% δήλωσαν αρκετά ικανοποιημένοι και μόνο το 14-28% δήλωσε κάποιο βαθμό ικανοποίησης. Τέλος, παρατηρήθηκαν μικρές διαφορές στην ικανοποίηση των μαθητών μεταξύ των μαθημάτων με τη Φυσική να συγκεντρώνει τα μεγαλύτερα ποσοστά μη ικανοποιημένων μαθητών, τη Χημεία να ακολουθεί, ενώ η Βιολογία φαίνεται να έδωσε ευκαιρίες ικανοποίησης σε περισσότερους μαθητές εξαιτίας της αξιοποίησης οπτικοακουστικού υλικού, που βοήθησε στην κατανόηση των εννοιών και των διαδικασιών της.

Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαιώνουν εκείνα άλλων ερευνών, που έγιναν με αφορμή την ανάγκη εξ αποστάσεως διδασκαλίας στη διάρκεια της πανδημίας COVID-19. Επιβεβαιώθηκαν προβλήματα που σχετίζονται με τον διαθέσιμο από μέρους των μαθητών τεχνολογικό εξοπλισμό (Di Pietro et al., 2020· UNESCO, 2021), με τις συνθήκες που υφίστανται στο οικογενειακό τους περιβάλλον και με τις εγγενείς δυσκολίες που παρουσιάζουν τα εργαστηριακά μαθήματα όπως αυτά των Φυσικών Επιστημών (KEMETE, 2021), αλλά και με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όσον αφορά την αυτοπειθαρχία, τα κίνητρα και τις προτιμήσεις μαθημάτων (Ferraro et al., 2020· Radha et al., 2020).

Τέλος, θεωρούμε ως σημαντικό εύρημα το ενδιαφέρον που δήλωσαν ότι έχουν οι μαθητές του δείγματος για τις ΦΕ, καθώς το 50,2% των μαθητών δήλωσε ότι έχει «μεγάλο» και «πολύ μεγάλο» ενδιαφέρον για τα μαθήματα αυτά. Ειδικά, όταν μόνο το 5,1% των μαθητών δηλώνει «πολύ μικρό» και το 11,7% δηλώνει «μικρό» ενδιαφέρον, μάλλον ανατρέπεται η διάχυτη γενικευμένη άποψη ότι οι έφηβοι μαθητές δεν ενδιαφέρονται για τις ΦΕ.

## Συμπεράσματα

Είναι ξεκάθαρο ότι το δείγμα των μαθητών Α΄ Λυκείου της παρούσας έρευνας δεν ικανοποιήθηκε από την εξΑΔ των ΦΕ, παρότι είχε θετική στάση απέναντι στα μαθήματα αυτά. Οι μαθητές δεν έμειναν ικανοποιημένοι ούτε από το επίπεδο επικοινωνίας με συμμαθητές και εκπαιδευτικό ούτε από την κατανόηση εννοιών ούτε από την πειραματική διαδικασία, που αποτελεί βασικό συστατικό της διδασκαλίας των ΦΕ. Αυτό που επισήμαναν ως θετικότερο στοιχείο της εξΑΔ ήταν η χρήση επιπλέον εποπτικού υλικού, όπως βιντεοσκοπημένα πειράματα και ψηφιακές εφαρμογές.

Το αριθμητικά και γεωγραφικά περιορισμένο δείγμα δεν επιτρέπει γενίκευση των συμπερασμάτων της έρευνας. Ωστόσο, μας επιτρέπει να καταγράψουμε ευκρινώς την προτίμηση των μαθητών τουλάχιστον της Α΄ Λυκείου στη διά ζώσης διδασκαλία των ΦΕ και με επαρκή αιτιολόγηση. Για ασφαλέστερα συμπεράσματα απαιτείται αντίστοιχη έρευνα με πανελλαδικό και αντιπροσωπευτικό δείγμα, η οποία ενδεχομένως να επεκτείνεται και σε άλλα μαθήματα. Επίσης, θα είχε ενδιαφέρον μια έρευνα που θα διερευνούσε τις αντίστοιχες απόψεις των εκπαιδευτικών που διδάσκουν μαθήματα ΦΕ στην Α΄ Λυκείου.

Επομένως, σύμφωνα με τις απαντήσεις των μαθητών/τριών στην παρούσα έρευνα, η εξΑΔ των ΦΕ δεν μπορεί να υποκαταστήσει τη διά ζώσης διδασκαλία, η οποία προσφέρει αμεσότερη επικοινωνία, συντελεί στη συγκέντρωση προσοχής, αυξάνει την κοινωνικότητα και την ενεργό συμμετοχή, υποστηρίζει καλύτερα τον πειραματισμό για τον έλεγχο παραμέτρων και αυξάνει την κατανόηση εννοιών στις ΦΕ με αποτελεσματικότερο τρόπο.

## Βιβλιογραφία

- Κέντρο Μελετών και Τεκμηρίωσης της Ο.Λ.Μ.Ε. ( ΚΕ.ΜΕ.ΤΕ) (2021). Όψεις της τηλεεκπαίδευσης κατά την περίοδο της πανδημίας: Μορφωτικές ανισότητες και Συνέπειες στα εργασιακά δικαιώματα. <http://kemetete.sch.gr/wp-content/uploads/2021/04/%CE%95%CE%A1%CE%95%CE%A5%CE%9D%CE%91-%CE%9A%CE%95%CE%9C%CE%95%CE%A4%CE%95-%CE%93%CE%99%CE%91-%CE%A4%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A0%CE%91%CE%99%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97.pdf>
- Angelova, S. (2021). Development of Student Teacher's Satisfaction with e-Learning Science Course. AIP Conference Proceedings 2333, 050011; Published Online: 08 March 2021. <https://doi.org/10.1063/5.0042071>

- Di Petro, G., Biagi, F. Costa, P., Karpinski, Z., & Mazza, J. (2020). The likely impact of COVID-19 in Education: Reflections based on the existing literature and recent international datasets. JRC Technical Report, EUR 30275, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-likely-impact-of-COVID-19-on-education%3A-based-Giorgio-Federico/1e9465fa7e43c669f013e892c6f56e3980c5b16c>.
- Ferraro, V. F., Ambra, I.F., Aruta, L., & Iavarone, L.M. (2020). Distance Learning in the COVID - 19 Era: Perceptions in Southern Italy. *Education Sciences*, 10(12), 355.
- Gray, J. A., & Diloreto, M. (2016). The effects of student engagement, student satisfaction, and perceived learning in online learning. *International Journal of Educational Leadership Preparation*, 11(1), 98-119.
- Katsidis, C., Anastasiades, P., & Zacharopoulos, V. (2008). Assessing student satisfaction in an asynchronous e-learning environment. 5<sup>th</sup> Ws-EAS /IASME International Conference on ENGINEERING EDUCATION (EE), pp. 292-298, ISBN978-960-6766-86-2.
- Martin, E., & Bolliger, D. U. (2018). Engagement matters: students' perceptions on the importance of engagement strategies in the online environment. *Online Learning*, 22(1), 205-222.
- Muzammil, M., Sutawijaya, A., & Harsasi, M. (2020). Investigating Student Satisfaction in Online Learning: The role of student interaction and engagement in Distance Learning. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21 (special): 88-96.
- Radha, R., Mahalakshmi, K., Kumar, S., & Saravanakumar, A. (2020). E-Learning during Lockdown of Covid-19 Pandemic: A Global Perspective. *International Journal of Control and Automation*, 13(4), 1088-1099.
- UNESCO, (2021). Supporting learning recovery one year into COVID-19. The Global Educator Coalition in action. UNESCO, March 2021. <https://apa.sdg4education2030.org/covid19/supporting-learning-recovery-one-year-covid-19-global-education-coalition-action>.
- Watts, L. (2016). Synchronous and asynchronous communication in Distance Learning: a review of the literature. *Quarterly Distance Education*, 17(1), 23-32.



## Επίλυση ασκήσεων με διερεύνηση μέσω μιας εφαρμογής κινητού τηλεφώνου

**Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης<sup>1</sup>, Στυλιανή Κλαυδιανού<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ΕΚΦΕ Ρεθύμνου, <sup>2</sup>Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

### Περίληψη

Η επίλυση ασκήσεων θεωρείται σημαντική για τη διδασκαλία της Φυσικής στο Λύκειο. Παρόλα αυτά, τα ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η επίλυση ασκήσεων δεν οδηγεί αυτόματα στην εννοιολογική κατανόηση, καθώς πολλές φορές οι μαθητές εφαρμόζουν τις μαθηματικές εξισώσεις μηχανικά. Η πρόταση που παρουσιάζεται αφορά την επίλυση άσκησης χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή κινητού τηλεφώνου. Η εφαρμογή που δημιουργήθηκε προσομοιώνει την προσεδάφιση ενός διαστημοπλοίου σε έναν άγνωστο πλανήτη και τη χρησιμοποιούν οι μαθητές για να αντλήσουν μόνοι τους τα δεδομένα που απαιτούνται για την επίλυση της άσκησης.

**Λέξεις κλειδιά:** Φυσική Λυκείου, Διερεύνηση, Επίλυση ασκήσεων, εφαρμογή κινητού

## Inquiry-based exercise solving using a mobile phone app

**Konstantinos Chalkiadakis<sup>1</sup>, Styliani Klavdianou<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratory Center of Science of Rethymnon, <sup>2</sup>Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

### Abstract

Solving exercises is considered important for teaching Physics in the upper secondary education. Research data show that solving exercises does not automatically lead to conceptual understanding as students often apply mathematical equations mechanically. This proposal concerns an application for a mobile smart phone based on solving an exercise. The application is a simulation of the vertical motion in a gravitational field of an unknown planet and it is used by the students to extract the required data themselves. In this paper we present the results from a pilot application to students of the Model Senior High School of Patras.

**Keywords:** Physics Lyceum, Inquiry learning, Exercise solving, Mobile app

## Εισαγωγή

Υποστηρίζεται ότι η επίλυση ασκήσεων εφαρμογής και προβλημάτων, όπως αυτά που περιλαμβάνονται στα σχολικά βιβλία, οδηγεί τους μαθητές σε βαθύτερη κατανόηση των φυσικών εννοιών. Όμως, πολλές εμπειρικές έρευνες δείχνουν, ότι ακόμα και η επίλυση μεγάλου πλήθους ασκήσεων οδηγεί περισσότερο στην ικανότητα αναγνώρισης προτύπων και στην συνέχεια στην αναπαραγωγή παρόμοιων λύσεων (Larkin et al., 1980) και λιγότερο στην εννοιολογική κατανόηση των φαινομένων που υπεισέρχονται (Kim & Pak, 2002).

Η διερευνητική μάθηση είναι μια διδακτική στρατηγική, όπου οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και πρακτικές παρόμοιες με τις αντίστοιχες επιστημονικές. Ο σκοπός είναι οι μαθητές να είναι σε θέση να αναλύσουν ένα πρόβλημα και να μπορούν να αναπτύξουν ένα σχέδιο δραστηριοτήτων εξερεύνησης, να δημιουργήσουν εικασίες, να παρατηρούν, να κάνουν διάκριση μεταξύ πιθανών και απίθανων απαντήσεων. Στην εξεύρεση λύσεων, δημιουργούν μοντέλα, για να τα συζητήσουν και να τα συγκρίνουν (National Research Council, 2000). Πέρα όμως από το επιστημονικό αντικείμενο οι μαθητές αντιλαμβάνονται τον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται η επιστημονική γνώση και γνωρίζουν πτυχές από τη φύση της επιστημονικής αναζήτησης. Ο εκπαιδευτικός έχει σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία, όχι μόνο διευκολύνει την γνώση αλλά και σχεδιάζει και συντονίζει τη διδακτική παρέμβαση.

Η προσέγγιση που βασίζεται στη διερεύνηση, επιτρέπει στον μαθητή να συσχετίσει τις υπάρχουσες γνώσεις με τις νέες εμπειρίες, να διαμορφώσει υποθέσεις, να σχεδιάσει πειραματικές παρεμβάσεις, να συζητήσει και να επικοινωνήσει τα πορίσματά του, αναπτύσσοντας δεξιότητες αναστοχασμού και κριτικής σκέψης (Pedaste et al., 2012). Η διερευνητική μάθηση είναι ένα από τα πιο σύγχρονα και αποτελεσματικά μοντέλα της διδακτικής, που ταξινομείται σε τέσσερα επίπεδα, στα οποία αυξάνεται ο βαθμός ελευθερίας του μαθητή και αντίστοιχα μειώνεται η καθοδήγηση του εκπαιδευτικού (Banchi & Bell, 2008). Στο πρώτο επίπεδο, δίνεται από τον εκπαιδευτικό το ερώτημα, η υπόθεση, η μέθοδος (ή τα δεδομένα) και ζητείται η επιβεβαίωση του ερωτήματος. Στο τελευταίο επίπεδο, της ανοιχτής διερεύνησης, οι ίδιοι οι μαθητές θέτουν το ερώτημα, κατασκευάζουν υποθέσεις και αποφασίζουν τον τρόπο που θα καταλήξουν στο συμπέρασμα. Σύμφωνα με το μοντέλο Hegarty-Hazel (1986) υπάρχουν πέντε επίπεδα διερεύνησης (Πίνακας 1).

Επίπεδο	Πρόβλημα	Υλικά	Διαδικασία	Συμπεράσματα	Ονομασία Επιπέδου
1	Δίνεται	Δίνεται	Δίνεται	Δίνεται	Επιβεβαιωτικό
2	Δίνεται	Δίνεται	Δίνεται	Ανοιχτό	Δομημένη διερεύνηση
3α	Δίνεται	Δίνεται	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Καθοδηγούμενη διερεύνηση
3β	Δίνεται	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Καθοδηγούμενη διερεύνηση
4	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτό	Ανοιχτή διερεύνηση

Πίνακας 1 Περιγραφή των επιπέδων διερεύνησης κατά Hegarty-Hazel

Η επίλυση των ασκήσεων των σχολικών εγχειριδίων υπό το παραπάνω πρίσμα, είναι φανερό ότι αποτελεί μια διαδικασία χαμηλού επιπέδου διερεύνησης, αφού όλα τα ζητούμενα είναι με σαφήνεια διατυπωμένα, ο μαθητής έχει στη διάθεσή του όλα τα δεδομένα που απαιτούνται (και μόνο αυτά) και τέλος, πολύ συχνά, η μέθοδος που πρέπει να ακολουθήσει είναι γνωστή εκ των προτέρων (Maloney, 2011).

## Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο των παραπάνω προβληματισμών δημιουργήθηκε η εφαρμογή «Προσεδάφιση» στο λειτουργικό σύστημα Android και διατίθεται ελεύθερα στο αποθετήριο GooglePlay. Η εφαρμογή δόθηκε σε 60 μαθητές της Α΄ τάξης Λυκείου του Πρότυπου Λυκείου της Πάτρας, μετά από τη διδασκαλία της ελεύθερης πτώσης μαζί με ένα σενάριο προσεδάφησης σε έναν άγνωστο πλανήτη. Το εκπαιδευτικό σενάριο πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2021 κατά τη διάρκεια της καραντίνας. Έτσι, η εφαρμογή δόθηκε ασύγχρονα μέσα από την πλατφόρμα eclass και οι μαθητές λειτούργησαν ατομικά και όχι σε ομάδες, όπως προέβλεπε ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού σεναρίου.

Τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα ως προς τις γνώσεις ήταν, οι μαθητές να:

1. Εφαρμόσουν τις εξισώσεις της ελεύθερης πτώσης και τους νόμους του Νεύτωνα στην ευθύγραμμη κίνηση ενός σώματος.
2. Σχεδιάσουν διαγράμματα κίνησης.

Ως προς τις δεξιότητες ήταν, οι μαθητές να:

1. Εξοικειωθούν με τη διαδικασία πρόβλεψη - επιβεβαίωση - συμπέρασμα και συγκεκριμένα με τη διερευνητική μέθοδο.
2. Να συνεργάζονται και να επικοινωνούν προκειμένου να εξάγουν τα αποτελέσματα της διερεύνησής τους με γραπτό και προφορικό τρόπο.
3. Να αναπτύσσουν κριτική σκέψη σχεδιάζοντας πειραματικές δραστηριότητες, ώστε να αντλήσουν τα αριθμητικά δεδομένα που απαιτούνται.
4. Να συμμετέχουν ενεργητικά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ως προς τις στάσεις ήταν, οι μαθητές να:

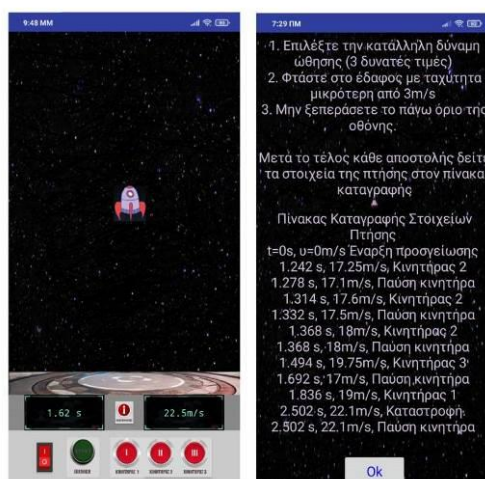
1. Αναπτύξουν θετική στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.
2. Αναγνωρίσουν τον ρόλο που παίζει η φυσική στο φάσμα των εμπειριών τους και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή.

Σημαντικός στόχος ήταν η κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, γι' αυτό και επιλέχτηκε η δημιουργία της εφαρμογής και η χρήση στοιχείων παιχνιδιού στο σενάριο.

Η εφαρμογή αποτελεί μια προσομοίωση της κατακόρυφης κίνησης ενός διαστημοπλοίου σε έναν πλανήτη. Το διαστημόπλοιο δέχεται σταθερή βαρυτική δύναμη και διαθέτει πυραύλους, οι οποίοι μπορούν να λειτουργούν σε τρία επίπεδα ασκώντας διαφορετική κάθε φορά σταθερή δύναμη. Ο χρήστης πρέπει ενεργοποιώντας τους πυραύλους να αναχαιτίσει την πτώση και να καταφέρει να προσεδαφίσει το όχημα με ασφάλεια. Μετά την προσεδάφιση ο μαθητής μπορεί να

δει έναν πίνακα με τα στοιχεία της πτήσης, στον οποίο καταγράφονται χρονικές στιγμές που ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται οι πύραυλοι και η ταχύτητα του οχήματος τις στιγμές αυτές (Εικόνα 1). Αξιοποιώντας τον πίνακα μπορεί ο μαθητής να απαντήσει στα ερωτήματα που τίθενται στο σενάριο. Ζητούνται : η επιτάχυνση της βαρύτητας του πλανήτη και η δύναμη που δέχεται από κάθε κινητήρα. Περιλαμβάνονται ερωτήματα που αφορούν την κατεύθυνση των διανυσμάτων της κίνησης καθώς και κατασκευή γραφικών παραστάσεων.

Το σημείο που διαφοροποιεί την πορεία που πρέπει να ακολουθήσουν οι μαθητές έναντι των προβλημάτων ενός εγχειριδίου, είναι ότι είναι υποχρεωμένοι να σχεδιάσουν «πειράματα». Για την απάντηση των ερωτημάτων του φύλλου εργασίας θα πρέπει να αποφασίσουν με ποιο τρόπο θα χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή, για να παράγουν τα δεδομένα που θα χρειαστούν. Για παράδειγμα, για την επιτάχυνση της βαρύτητας του πλανήτη μπορούν να αφήσουν το διαστημόπλοιο να πέσει ελεύθερα.



Εικόνα 1 Η οθόνη του παιχνιδιού και η οθόνη των δεδομένων της πτήσης

Η διερεύνηση των μαθητών στο παρόν σενάριο ακολουθεί τα βήματα:

1. αναγνώριση του προβλήματος
2. διαμόρφωση ερωτήματος
3. πειραματικός σχεδιασμός
4. υλοποίηση του πειράματος
5. διατύπωση συμπεράσματος – υπολογισμών ερωτημάτων

Για παράδειγμα, για να μπορέσει να βρεθεί η επιτάχυνση της βαρύτητας του πλανήτη, ο μαθητής θα πρέπει να καταστρώσει ένα «πείραμα» και να πάρει τα δεδομένα που χρειάζεται από την εφαρμογή.

Μπορεί για παράδειγμα να αφήσει το όχημα να πέσει ελεύθερα μέχρι να συγκρουστεί με το έδαφος και στη συνέχεια να συμβουλευτεί την οθόνη των δεδομένων της πτήσης. Από την τιμή της ταχύτητας και τη χρονική στιγμή της σύγκρουσης μπορεί να βρει την επιτάχυνση σύμφωνα με την εξίσωση 1.

$$v = g \cdot t$$

Εξίσωση 1 Σχέση ταχύτητας χρόνου στην ελεύθερη πτώση

## Αποτελέσματα

Στο τέλος της παρέμβασης δόθηκε ερωτηματολόγιο αξιολόγησης και στη συνέχεια έγινε συζήτηση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών. Η πλειοψηφία των μαθητών βρήκε το παιχνίδι ενδιαφέρον και δεν τους δυσκόλεψε ο χειρισμός του. Η συντριπτική πλειοψηφία πιστεύει ότι αν η δραστηριότητα ήταν ομαδική θα μπορούσαν να εργαστούν καλύτερα και θα ήταν περισσότερο διασκεδαστική. Συνολικά δεν θεώρησαν εύκολη την εργασία. Ένα ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι περισσότεροι από τους μισούς δεν σκέφτηκαν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή για την άντληση των δεδομένων, μην καταφέρνοντας να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα. Οι συγκεκριμένοι μαθητές χρησιμοποίησαν έναν πίνακα, παρόμοιο με εκείνον της Εικόνας 1, που περιλαμβάνονταν μέσα στο φύλλο εργασίας σαν υπόδειγμα, ο οποίο όμως δεν περιείχε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες.

## Συμπεράσματα

Στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών θα πρέπει να εξαιρεθούν πρακτικές που επικεντρώνονται σε γενικευμένες δηλωτικές γνώσεις και να προωθηθούν στρατηγικές διδασκαλίας και μάθησης με βασικό άξονα τη δράση και την αυτενέργεια. Προωθώντας στρατηγικές, στις οποίες οι μαθητές αναπτύσσουν γνωστικές και κριτικές ικανότητες, εκτός από την κατανόηση του περιεχομένου, οδηγούν στην απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων.

Οι μαθητές είναι συνηθισμένοι να διαθέτουν στα χέρια τους τα αριθμητικά δεδομένα των ασκήσεων (και μόνο αυτά) με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να αυτενεργήσουν. Επίσης, στη συζήτηση που ακολούθησε διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές έχουν συνηθίσει σαν φυσιολογικές και αναμενόμενες τις «μαγειρεμένες», στρογγυλοποιημένες τιμές μεγεθών, που διευκολύνουν τις αριθμητικές πράξεις. Έτσι, παρατηρείται να αισθάνονται άβολα με τις αριθμητικές τιμές που εμφανίζονται στην πραγματικότητα (Διγαλάκη, 2017).

Η συγκεκριμένη διδακτική πρόταση αποτελεί ένα έναυσμα για την εισαγωγή στοιχείων διερεύνησης σε «κλασικές» ασκήσεις και προβλήματα εμπέδωσης μέσα από ψηφιακές εφαρμογές προσομοιώσεων, που υποστηρίζουν μια τέτοια προσέγγιση.

## Βιβλιογραφία

- 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>
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). THE MANY LEVELS OF Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29. <http://www.jstor.org/stable/43174976>
- Hegarty - Hazel E. (1986). Lab work SET: research information for teachers, No.1. Canberra: The Australian Council for Educational Research.
- Kim, E., & Pak, S. J. (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Journal of Physics*, 70(7), 759-765. <https://doi.org/10.1119/1.1484151>

- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P., & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208(4450), 1335-1342. <https://doi.org/10.1126/science.208.4450.1335>
- Maloney, D. (2011). An Overview of Physics Education Research on Problem Solving. *In Getting Started in PER (1, 2)*. Ανασύρθηκε στις 15 Σεπτ. 2021. <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=11457&DocID=2427>
- National Research Council (NRC), (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington DC, The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9596>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä., & Sarapuu, S. (2012). Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 9, 81–95.

## Κριτήρια Επιλογών Βίντεο στο YouTube από Μαθητές και Μαθήτριες προκειμένου να εξηγήσουν την Έννοια του Ατόμου

**Ιωάννης Μπρούζος<sup>1</sup>, Κρυσταλλία Χαλκιά<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας, Ομότιμη Καθηγήτρια*

### Περίληψη

Η παρούσα έρευνα στοχεύει στη διερεύνηση των κριτηρίων με τα οποία επιλέγουν μαθητές/τριες Α΄ και Β΄ Γυμνασίου βίντεο στο YouTube, προκειμένου να εξηγήσουν σε συμμαθητές/τριές τους την έννοια του “ατόμου”. Η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των 70 μαθητών/τριών του δείγματος, για τους λόγους που επέλεξαν τα βίντεο, με βάση λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιούν και στοιχεία στα οποία δίνουν έμφαση, ανέδειξε 3 βασικούς άξονες κριτηρίων επιλογής: το επιστημονικό περιεχόμενο, την επικοινωνία του επιστημονικού περιεχομένου και τη διδακτική του επιστημονικού περιεχομένου. Βασικό συμπέρασμα της παρούσας έρευνας είναι ότι από αυτούς τους άξονες η πλειοψηφία του δείγματος δίνει μεγαλύτερο βάρος στη διδακτική προσέγγιση και στην επικοινωνία και λιγότερο στο ίδιο το επιστημονικό περιεχόμενο.

**Λέξεις κλειδιά:** YouTube, άτυπες μορφές εκπαίδευσης, κριτήρια επιλογής βίντεο, μαθητές/τριες Γυμνασίου, μελέτη περίπτωσης

## Students' Criteria for choosing YouTube videos in order to explain the concept of “atom”

**Ioannis Brouzos<sup>1</sup>, Krystallia Halkia<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Secondary Education<sup>2</sup>National and Kapodistrian University of Athens, Emeritus Professor*

### Abstract

This study aims to investigate the criteria that lower secondary school students employ in order to choose YouTube videos for explaining the concept of «atom» to their classmates. By analyzing the student answers about the reasons they chose particular videos, taking into account keywords they use and elements that they highlight, 3 basic axes of choice criteria have been revealed: the scientific content, the communication of the content and the didactic approach of the content. The basic outcome of the study is that the majority of the sample has given more emphasis on the didactic and communication elements and less on the scientific content itself.

**Keywords:** case study, Lower secondary students, informal education, video choice criteria, YouTube

## Εισαγωγή

Η «γενιά του YouTube», όπως συχνά ονομάζεται η σύγχρονη γενιά εφήβων, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το συγκεκριμένο μέσο κοινωνικής δικτύωσης διαμορφώνοντας πρότυπα, συμπεριφορές και στάσεις (Burgess & Green, 2018). Ταυτόχρονα το YouTube αποτελεί για αυτήν σημαντικό μέσο πληροφόρησης και άτυπης εκπαίδευσης (Jones & Cathrell, 2011· Tan, 2013). Ιδιαίτερα αποτελεί μέσο διάχυσης και επικοινωνίας της επιστημονικής γνώσης στο ευρύ κοινό, από περιεχόμενο που προέρχεται από διάφορες «πηγές» λιγότερο ή περισσότερο έγκυρες (Tadbier & Shoufan, 2021). Οι περισσότερες έρευνες σε σχέση με το YouTube και τις φυσικές επιστήμες εστιάζουν είτε σε αξιολόγηση του περιεχομένου είτε σε αξιοποίηση της πλατφόρμας στη διδακτική πρακτική κυρίως σε πανεπιστημιακό επίπεδο (Shoufan, 2019).

Από το πλήθος των εκπαιδευτικών καναλιών και βίντεο και ιδιαίτερα αυτών που προβάλλουν θέματα φυσικών επιστημών καθώς και τον αριθμό των προβολών και ακόλουθων που αυτά έχουν (Bärtli, 2018· Tadbier & Shoufan 2021) κατανοούμε ότι υπάρχει ιδιαίτερα μεγάλη και μη επαρκώς ερευνώμενη δραστηριότητα των μαθητών/τριών στο μέσο αυτό. Παρατηρείται ένα κενό στην βιβλιογραφία σε σχέση με την ελεύθερη αυτή περιήγηση των μαθητών/τριών στην πλατφόρμα, και κυρίως σε σχέση με τα κριτήρια τα οποία τους/τις κινητοποιούν στο να επιλέξουν να παρακολουθήσουν κάποιο βίντεο για ένα συγκεκριμένο θέμα επιστήμης και να το προτείνουν στους/στις συμμαθητές/τριές τους. Σε σχέση με το τελευταίο έχει σημασία να τονίσουμε ότι το YouTube ιδιαίτερα για τους εφήβους δεν είναι απλά μια ιστοσελίδα με οπτικό περιεχόμενο αλλά ένα μέσο κοινωνικής δικτύωσης (social media) και άρα αυτός ο χαρακτήρας θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν μέσω της πρόθεσης διαμοιρασμού (sharing) με συμμαθητές/τριες. Η παρούσα εργασία, μια μελέτη περίπτωσης σε μαθητές/τριες Γυμνασίου, αποτελεί μια πρώτη προσπάθεια ανάδειξης των κριτηρίων με τα οποία επιλέγουν βίντεο στο YouTube προκειμένου να εξηγήσουν σε συμμαθητές/τριες τους την έννοια του “ατόμου”, μια πολύ κεντρική έννοια στις φυσικές επιστήμες.

## Μεθοδολογία

Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας είναι: “Με ποια κριτήρια επιλέγουν οι μαθητές/τριες Γυμνασίου βίντεο στο YouTube προκειμένου να εξηγήσουν την έννοια του ατόμου σε συμμαθητές/τριές τους;”

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 70 μαθητές και μαθήτριες Α΄ και Β΄ Γυμνασίου Δημοσίου Σχολείου σε περιοχή της Δυτικής Αθήνας (Καματερό). Το δείγμα χαρακτηρίζεται ως “βολικό”, καθώς στο σχολείο την περίοδο της συλλογής δεδομένων (1-23/04/21) εργαζόταν ο ένας εκ των ερευνητών ως καθηγητής φυσικής. Συμμετείχαν μαθητές/τριες που είχαν πρόσβαση με λογαριασμό στο e-class (τα μαθήματα γίνονταν με τηλεεκπαίδευση λόγω COVID-19) και υλοποίησαν-παρέδωσαν την εργασία που τους ανατέθηκε ηλεκτρονικά. Στις δύο τάξεις του σχολείου είναι εγγεγραμμένοι/ες συνολικά 191 μαθητές/τριες, 97 συνολικά στα 4



τμήματα της Α΄ Γυμνασίου και 94 συνολικά στα 4 τμήματα της Β΄ γυμνασίου. Ένα ποσοστό 7% των μαθητών/τριών του σχολείου είναι Ρομά, καθώς πλησίον του σχολείου υπάρχει άτυπος καταυλισμός. Η συγκεκριμένη ομάδα μαθητών/τριών παρακολουθούν ελάχιστα τα διά ζώσης μαθήματα του σχολείου (ορισμένοι καθόλου) και κατά την περίοδο της τηλεκπαίδευσης αυτή η ελάχιστη παρακολούθηση εκμηδενίστηκε, κυρίως επειδή δεν διέθεταν τα τεχνικά μέσα. Επιπλέον, στην πλατφόρμα eclass που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων πρόσβαση με λογαριασμό είχαν μόνο 172 μαθήτριες των δύο τάξεων, 86 στην Α΄ Γυμνασίου και 86 στην Β΄ Γυμνασίου. Από τους 172 μαθητές/τριες παρέδωσαν προαιρετικές εργασίες οι 78 (ποσοστό 45%) και συγκεκριμένα 46 της Α΄ Γυμνασίου (24 κορίτσια και 22 αγόρια) 32 της Β΄ Γυμνασίου (17 αγόρια και 15 κορίτσια). Η συμμετοχή αυτή ξεπερνά κατά πολύ τον μέσο όρο συμμετοχής των μαθητών/τριών (περίπου 15-20%) σε άλλες προαιρετικές εργασίες που ανατέθηκαν κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς. Από αυτές τις 78 εργασίες μόνο οι 70 είναι χρήσιμες, καθώς απαντούν επαρκώς στα βασικά ερωτήματα του ερευνητικού εργαλείου (βλ. παρακάτω) δηλαδή κάνουν 3 επιλογές βίντεο και παρέχουν και τις αντίστοιχες αιτιολογήσεις.

Φύλο + Τάξη	Κορίτσια Α΄ Γυμνασίου		Αγόρια Α΄ Γυμνασίου		Κορίτσια Β΄ Γυμνασίου		Αγόρια Β΄ Γυμνασίου	
	Αρθ	% συνλ	Αρθ	% συνλ	Αρθ	% συνλ	Αρθ	% συνλ
Εγγεγραμ- μένοι/ες σχολείου συνλ= 191	54	28,3%	43	22,5%	40	20,9%	54	28,3%
Εγγεγραμ- μένοι/ες E-class συνλ=172	48	27,9%	38	22,1%	37	21,5%	49	28,4%
Δείγμα συνλ=78	24	30,7%	22	28,2%	15	19,2%	17	21,7%
Τελικό Δείγμα συνλ=70	21	30%	21	30%	13	18,5%	15	20%

Πίνακας 1 Στατιστικά στοιχεία δείγματος

Από τον Πίνακα 1 συνάγουμε το συμπέρασμα ότι σε γενικές γραμμές οι μαθητές/τριες συμμετείχαν στην έρευνα κατά την αναλογία του πληθυσμού τους στο σχολείο. Όμως θα πρέπει να σημειώσουμε την ιδιαίτερα αυξημένη συμμετοχή στο τελικό δείγμα αγοριών της Α΄ γυμνασίου (30%) σε σχέση με τον εγγεγραμμένο πληθυσμό της ομάδας αυτής στο σχολείο (22,5%), ενώ την ακριβώς αντίστροφη σχέση παρατηρούμε στα αγόρια της Β΄ γυμνασίου με 20% συμμετοχή στο τελικό δείγμα σε σχέση με 28,3% αναλογία επί του πληθυσμού εγγεγραμμένων μαθητών/τριών στο σχολείο. Παρόλα αυτά, σε σχέση με το σύνολο των

μαθητών/τριών το κριτήριο  $\times 2$  για την συσχέτιση ομάδας μαθητών/τριών του τελικού δείγματος και εγγεγραμμένων στο σχολείο ( $\times 2=3.16$ ) ή στο e-class ( $\times 2=3.59$ ) δεν μας δίνει σημαντική συσχέτιση ( $p$  value $<0.05$ ), άρα δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση ότι δηλαδή δεν υπάρχει συσχέτιση φύλου-τάξης των μαθητών/τριών που απάντησαν στο δείγμα.

Το ερευνητικό εργαλείο ήταν εργασία η οποία περιλάμβανε 3 ερωτήσεις ανοιχτού τύπου με την εξής διατύπωση:

"Εργασία-Το άτομο στο YouTube

Τι είναι «άτομο»; Πώς μπορώ να εξηγήσω σε άλλους/ες την έννοια του ατόμου στη χημεία και στη φυσική;

Για να απαντήσετε σε αυτά ερωτήματα να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα:

α) Αναζητώ στο διαδίκτυο (στα ελληνικά ή/και στα αγγλικά) 10 βίντεο για το "άτομο/atom".

β) Παρακολουθώ κάθε βίντεο προσεκτικά και παραθέτω τα σχετικά links-υπερσυνδέσμους (σύνολο 10 links).

γ) Επιλέγω 3 από αυτά τα βίντεο, που κατά τη γνώμη μου προσφέρονται καλύτερα αν θέλω να εξηγήσω την έννοια του ατόμου σε συμμαθητές/τριές ή φίλους/ες.

δ) Αιτιολογώ με παραδείγματα από τα 3 βίντεο για ποιο λόγο επιλέγω το καθένα από αυτά."

Η συλλογή δεδομένων έγινε στο διάστημα 1-23 Απριλίου του 2021, περίοδο κατά την οποία το σχολείο ήταν κλειστό λόγω πανδημίας COVID-19 και τα μαθήματα γίνονταν διαδικτυακά μέσω της πλατφόρμας webex. Οι μαθητές/τριες της Α' και Β' Γυμνασίου ενημερώθηκαν από τον ερευνητή και διδάσκοντα του μαθήματος φυσικής στο σχολείο, ότι έχει ανατεθεί προαιρετική εργασία στην πλατφόρμα e-class. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο ερευνητής δεν επηρέασε περαιτέρω ως προς την εκτέλεσή της τους/τις μαθητές/τριες, δεν έκανε καμία παρέμβαση σε σχέση με τη διαδικασία επιλογής βίντεο, ενώ βεβαίωσε ότι η εργασία δεν θα επηρεάσει αρνητικά τη βαθμολογία τους, παρά μόνο θα ληφθεί υπόψιν θετικά, όπως ακριβώς και οι υπόλοιπες προαιρετικές εργασίες που ανατέθηκαν κατά τη διάρκεια της χρονιάς. Σκοπός της διαδικασίας αυτής, όπως και της ίδιας της διατύπωσης των ερωτημάτων της εργασίας του εργαλείου έρευνας, ήταν να γίνει με απόλυτη ελευθερία η περιήγηση στην πλατφόρμα και η επιλογή των βίντεο από τους/τις μαθητές/τριες, ώστε να αποτυπωθεί η αυθόρμητη δική τους κρίση και τα κριτήρια επιλογής τους, χωρίς επιρροή από τους ερευνητές ή άλλους παράγοντες. Συλλέχθηκαν 70 εργασίες μαθητών/τριών της Α' και Β' Γυμνασίου τις οποίες απέστειλαν ηλεκτρονικά οι μαθητές/τριες στον διδάσκοντα-ερευνητή μέσω της πλατφόρμας e-class ή μέσω του συστήματος webmail του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου. Δεν υπήρξε καμία διά ζώσης δυνατότητα παράδοσης εργασιών. Η ηλεκτρονική μορφή με την οποία παραδόθηκαν οι εργασίες ποίκιλε ιδιαίτερα όπως και ο τρόπος σύνταξης του περιεχομένου τους. Ενδεικτικά, εργασίες παραδόθηκαν και σε αρχεία word/pdf/googledocs αλλά και απευθείας εντός του κειμένου ηλεκτρονικού μηνύματος (email) όπως επίσης και με σκαναρισμένα χειρόγραφα έγγραφα. Οι 70 αυτές εργασίες τοποθετήθηκαν αυτούσιες με κατάλληλες μετατροπές (πχ στην περίπτωση σκαναρισμένων εγγράφων με επανεγγραφή σε ηλεκτρονικό έγγραφο λέξη προς λέξη) σε ένα κοινό έγγραφο googledocs από το οποίο εξήχθησαν και αναλύθηκαν τα δεδομένα.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα ευρήματα της ανάλυσης από ένα

τμήμα των δεδομένων που εξήχθησαν από το εργαλείο έρευνας και συγκεκριμένα “Κείμενα αιτιολόγησης επιλογής” δηλαδή οι απαντήσεις στο δ ερώτημα από τις εργασίες των μαθητών/τριών του δείγματος. Αρχικά έγινε ανάλυση περιεχομένου αυτών των κειμένων αιτιολόγησης μέσα από συγκεκριμένες λέξεις κλειδιά, που εμφανίζονταν στα κείμενα των μαθητών/τριών. Καταμετρήθηκε κατόπιν η συχνότητα εμφάνισης αυτών των λέξεων, ώστε να ποσοτικοποιηθούν τα ποιοτικά δεδομένα. Τέλος, κατηγοριοποιήθηκαν τα ποσοτικά δεδομένα σε 3 βασικούς άξονες κριτηρίων που προέκυψαν από αυτήν την ανάλυση.

Λέξη/λέξεις κλειδιά	N
εξηγεί/ουν, εξήγηση/εις	56
καταλαβαίνω/εις/ει, καταλάβει/ουμε/ουν	42
κατανοητά/ός/ή/ό, κατανοώ/είς, κατανόηση	33
απλά/ός/ή/ό, απλούστερα	21
εύκολα/ος/η/ο, (όχι) δύσκολα/ος/η/ο	16
ενδιαφέρον(τα)	20
αστείο/α, χιούμορ(ιστικό), διασκεδαστικό/ά, πλάκα, γέλιο, παιχνίδι, ευχάριστο	22
σύντομα (ός,ή,ό), γρήγορα, (μικρή) διάρκεια	12
αναλυτικά (ός,ή,ό), αναλύει, λεπτομέρειες, (πολλές) πληροφορίες	39
ωραία/ος/ο	19
εικόνες, γραφικά (στικά), animation, καρτούν	30
παραδείγματα	21
δομή ατόμου	25
αποτελείται, περιεχόμενο ατόμου	30
σχήμα ατόμου	6
ιστορία ατόμου, εξέλιξη ιδεών, έρευνας επιστήμης	14
λειτουργία ατόμου	7

Πίνακας 2 Λέξεις κλειδιά στα κείμενα μαθητών/τριών του δείγματος

## Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζουμε κάποιες λέξεις κλειδιά που εμφανίζονται στα κείμενα αιτιολόγησης των επιλογών των μαθητών/τριών στο ερώτημα δ του ερευνητικού εργαλείου καθώς και τη συχνότητα εμφάνισής (N εμφάνισης) τους επί του συνόλου των κειμένων.

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι μόλις ένας (!) μαθητής αναφέρθηκε ονομαστικά στον δημιουργό περιεχομένου (Níkos Paroulas) στο κείμενο αιτιολόγησης των επιλογών του, πράγμα το οποίο αποτελεί εύρημα, καθώς θα περιμέναμε λόγω της φύσης της πλατφόρμας ως μέσου κοινωνικής δικτύωσης να ασχοληθούν πολύ περισσότερο με το πρόσωπο-δημιουργό-κανάλι που ενδεχομένως ακολουθούν. Ίσως να οφείλεται στη "σχολική" φύση της εργασίας, που ίσως έθετε κάποιους άρρητους όρους. Παρόλα αυτά, βίντεο από δύο κανάλια των γνωστών YouTuber Mikeius και Στέφανου Βαμβάκου ήταν ανάμεσα στις δημοφιλέστερες επιλογές μεταξύ των μαθητών/τριών χωρίς όμως ονομαστική αναφορά στους δημιουργούς περιεχομένου.

Σε σχέση με τα κριτήρια που χρησιμοποιούν οι μαθητές/τριες για επιλογή βίντεο στο YouTube, η ανάλυση περιεχομένου των δεδομένων για το σύνολο των εργασιών (70) ανέδειξε μερικά βασικά θέματα που επανέρχονταν στις απαντήσεις των μαθητών/τριών, τα οποία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε 3 βασικούς άξονες, όπως φαίνονται στους παρακάτω πίνακες με τα αντίστοιχα θέματα για τον κάθε άξονα.

Α. Επιστημονικό περιεχόμενο (άξονας 1)			
	Θεματικά κριτήρια επιλογής	N	%
1.	Δομή/Μορφή του ατόμου	34	48,5
2.	Τα υποατομικά σωματίδια (πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, ιόντα) και οι μεταξύ τους σχέσεις	30	42,8
3.	Ιστορική εξέλιξη της έννοιας του ατόμου	18	25,7
4.	Σχέση μεταξύ ατόμων, μορίων και υλικών σωμάτων	7	10
5.	Διαφορές μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων	7	10
6.	Ρόλος των επιστημόνων στην κατανόηση του ατόμου	3	3,3

Πίνακας 3 Άξονας 1: κριτήρια που αφορούν στο επιστημονικό περιεχόμενο

Σε σχέση με το επιστημονικό περιεχόμενο των βίντεο που επέλεξαν οι μαθητές/τριες εντοπίζουν το ενδιαφέρον τους στη δομή του ατόμου, τα υποατομικά σωματίδια και τις σχέσεις μεταξύ τους, ενώ σημαντικό είναι το ποσοστό αυτών αναφέρουν την ιστορική εξέλιξη (Πίνακας 3).

Σε σχέση με τα επικοινωνιακά χαρακτηριστικά του βίντεο, στους τρόπους δηλαδή που "επικοινωνεί" το επιστημονικό περιεχόμενο οι μαθητές/τριες δίνουν μεγάλη έμφαση στην εικόνα και στον διασκεδαστικό/ευχάριστο τρόπο παρουσίασης. Το τελευταίο υποδεικνύει ότι η ίδια η χρήση της πλατφόρμας συνεχίζει να έχει ως βασικό κίνητρο την «ψυχαγωγία», ακόμα και αν οι επισκέπτες/τριες αναζητούν επιστημονικά θέματα. Αρκετοί/ες μαθητές/τριες δίνουν επίσης σημασία στη σύντομη διάρκεια του βίντεο (Πίνακας 4).

Β. Επικοινωνία του επιστημονικού περιεχομένου (άξονας 2)			
	Θεματικά κριτήρια επιλογής	N	%
1.	Οι Εικόνες, τα γραφικά(στικά), τα animation, τα καρτούν	36	51,4
2.	Ο διασκεδαστικός/ευχάριστος τρόπος παρουσίασης	22	31,4
3.	Η σύντομη διάρκεια	12	17,1
4.	Η χρήση παρομοιώσεων	3	4,3
5.	Ο παραστατικός τρόπος παρουσίασης	3	3,3

Πίνακας 4 Άξονας 2: κριτήρια που αφορούν στην επικοινωνία του επιστημονικού περιεχομένου

Σε σχέση με την διδακτική του επιστημονικού περιεχομένου επιλέγουν περιεχόμενο κατανοητό, εύκολο/απλό, που παρέχει «εξηγήσεις». Αρκετοί/ες μαθητές/τριες επισημαίνουν την ύπαρξη παραδειγμάτων, αναλυτικών λεπτομερειών και πληροφοριών (Πίνακας 5).

Γ. Διδακτική του επιστημονικού περιεχομένου (άξονας 3)			
	Θεματικά κριτήρια επιλογής	N	%
1.	Να παρέχει εξηγήσεις	48	68,5
2.	Να είναι κατανοητό	41	58,5
3.	Να είναι εύκολο/απλό χωρίς δύσκολους όρους	25	35,7
4.	Να είναι αναλυτικό και παρέχει πολλές λεπτομέρειες	21	30
5.	Να δίνει παραδείγματα	21	30

Πίνακας 5 Άξονας 3: κριτήρια που αφορούν στη διδακτική του επιστημονικού περιεχομένου

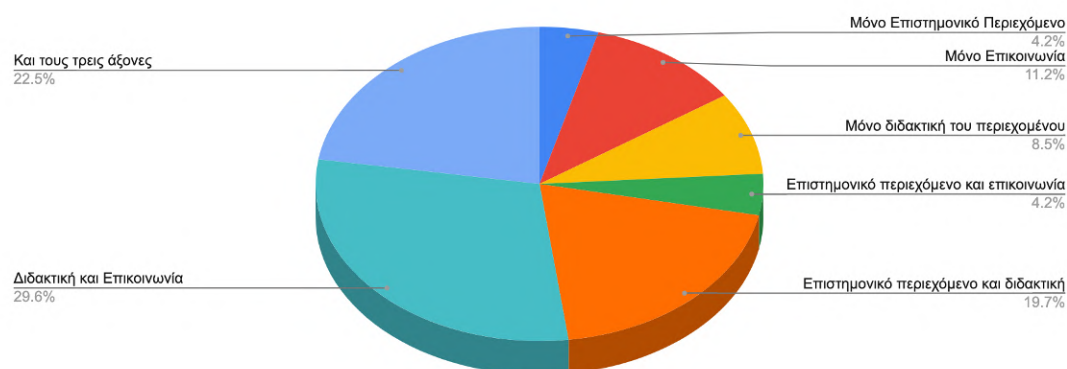
Αφού κατηγοριοποιήθηκαν τα κριτήρια με βάση τους προαναφερόμενους άξονες (επιστημονικό περιεχόμενο, επικοινωνία και διδακτική του επιστημονικού περιεχομένου), θεωρήσαμε ότι είχε σημασία να εξεταστεί σε ποια συχνότητα εμφανίζεται ο κάθε άξονας στα κείμενα αξιολόγησης των μαθητών/τριών και σε ποιους συνδυασμούς με άλλους άξονες. Δηλαδή ειδικότερα πόσοι/ες μαθητές/τριες χρησιμοποίησαν λέξεις-κλειδιά και αναφορές στον έναν άξονα, πόσοι/ες χρησιμοποίησαν δύο άξονες κριτηρίων σε συνδυασμό στις αιτιολογήσεις τους και πόσοι/ες περιέλαβαν και τους τρεις άξονες. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 6 και αποτυπώνονται στο διάγραμμα γραφικά.

Αναφορά μαθητών/τριών σε:	N	%
1. Επιστημονικό περιεχόμενο	3	4,3
2. Επικοινωνία του περιεχομένου	8	11,4
3. Διδακτική του περιεχομένου	6	8,6
4. Επιστημονικό περιεχόμενο και Επικοινωνία του περιεχομένου	3	4,3
5. Επιστημονικό περιεχόμενο και Διδακτική του περιεχομένου	13	20
6. Διδακτική και Επικοινωνία του περιεχομένου	21	30
7. Επιστημονικό περιεχόμενο, Επικοινωνία και Διδακτική του περιεχομένου	16	22,8

*Πίνακας 6 Η συχνότητα εμφάνισης του κάθε άξονα κριτηρίων επιλογής και συνδυασμοί αυτών*

Οι μισοί/ες μαθητές/τριες του δείγματος (35) περιέλαβαν στις απαντήσεις τους θέματα επιστημονικού περιεχομένου (50% από το άθροισμα των γραμμών 1+4+5+7 του Πίνακα 6). Η μεγάλη πλειοψηφία μαθητών/τριών (80% από το άθροισμα των γραμμών 3+5+6+7 του Πίνακα 6) περιλαμβάνουν θέματα διδακτικής του περιεχομένου στις απαντήσεις τους. Επίσης, ισχυρή είναι η παρουσία θεμάτων επικοινωνίας στα κριτήρια των μαθητών/τριών (68,5 % από το άθροισμα των γραμμών 2+4+6+7 του Πίνακα 6). Μάλιστα η δημοφιλέστερη προσέγγιση κριτηρίων στις απαντήσεις τους είναι μακράν με 30% ο συνδυασμός διδακτικής και επικοινωνίας του επιστημονικού περιεχομένου (βλ. Σχήμα 1).

Κατανομή των ποσοστών κατανομής αιτιολογήσεων από τα κείμενα των μαθητών/τριων σύμφωνα με τους άξονες κριτηρίων επιλογής και συνδυασμούς αυτών



Σχήμα 1 Ποσοστά κατανομής σε κάθε άξονα κριτηρίων επιλογής και συνδυασμών αυτών

## Συμπεράσματα

Κεντρικό συμπέρασμα τις παρούσας μελέτης είναι ότι τόσο θέματα διδακτικής του περιεχομένου και επικοινωνίας όσο και το ίδιο το επιστημονικό περιεχόμενο των βίντεο που επέλεξαν οι μαθητές/τριες, αποτελούν για τους ίδιους σημαντικά κριτήρια επιλογής. Δίνουν όμως περισσότερη έμφαση στη διδακτική του περιεχομένου και την επικοινωνία. Ιδιαίτερα όταν χαρακτηρίζουν το διδακτικό περιεχόμενο ως «κατανοητό», «απλό» ή «εύκολο» συνήθως ταυτόχρονα εκλαμβάνουν και τον τρόπο παρουσίασής του ως διασκεδαστικό/ευχάριστο, με απλή γλώσσα και ωραίες εικόνες. Βεβαίως, ακόμα και τα θεματικά κριτήρια επιλογής που χρησιμοποιούν σε σχέση με τη διδακτική του περιεχομένου είναι πολύ επιφανειακά. Συμπεραίνουμε ότι η ψυχαγωγία και η απλότητα είναι επιθυμητά χαρακτηριστικά για τους μαθητές/τριες όταν πλοηγούνται στο YouTube, ακόμα και όταν αναζητούν βίντεο για επιστημονικά θέματα.

Θα είχε ενδιαφέρον η μελέτη να επεκταθεί και σε δείγματα μαθητών/τριών διαφορετικού ακαδημαϊκού επιπέδου (δημοτικού/λυκείου), καθώς και να χρησιμοποιηθούν επιπλέον ερευνητικά εργαλεία, όπως προσωπικές συνεντεύξεις για να αποσαφηνιστούν περαιτέρω τα κριτήρια των μαθητών/τριών.

## Βιβλιογραφία

- Bärtl, M. (2018). Youtube channels, uploads and views: A statistical analysis of the past 10 years. *Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, 24(1), 16–32.
- Burgess, J., & Green, J. (2018). *YouTube: Online video and participatory culture*. John Wiley and Sons (2nd edition) σελ. 16.
- Jones, T., & Cuthrell, K. (2011). YouTube: Educational Potentials and Pitfalls. *Computers in the Schools*, 28 (1), 75-85.

- Shoufan, A. (2019). What motivates university students to like or dislike an educational online video? A sentimental framework. *Computers in Human Behavior*, 134, 132-144.
- Tadbier, A.W., & Shoufan, A. (2021). Ranking educational channels on YouTube: Aspects and issues. *Education and Information Technologies*, 26, 3077–3096.
- Tan, E. (2013). Informal learning on YouTube: exploring digital literacy in independent online learning. *Learning, Media and Technology*, 38 (4), 2013, 463–477.



## Planets In Your Hand: Μία διαδραστική έκθεση του Ηλιακού Συστήματος για τους πολίτες

**Μαρία Παναγοπούλου<sup>1</sup>, Κοσμάς Γαζέας<sup>2</sup>, Κωνσταντίνα Στεφανίδου<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>2</sup>Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Η διαδραστική φορητή έκθεση “Planets In Your Hand” αποτελείται από οκτώ μακέτες που αναπαριστούν τις επιφάνειες των πλανητών του Ηλιακού Συστήματος και τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτούς. Απευθύνεται σε πολίτες κάθε ηλικίας και γνωστικού υποβάθρου, ενώ σχεδιάστηκε εξ αρχής με γνώμονα την προσβασιμότητα από άτομα με περιορισμένη όραση. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει κατά πόσο η έκθεση αυτή ικανοποιεί τους επισκέπτες της. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι προσεγγίζει με επιτυχία άτομα που έχουν περιορισμένη όραση και ο βαθμός ικανοποίησης των επισκεπτών είναι πολύ μεγάλος με τον σχεδιασμό παρόμοιων δράσεων στο πλαίσιο των άτυπων μορφών εκπαίδευσης να φαίνεται υποσχόμενος.

**Λέξεις κλειδιά:** Ηλιακό Σύστημα, περιορισμένη όραση, διαδραστική έκθεση

## Planets In Your Hand: An interactive exhibition of the Solar System for the public

**Maria Panagopoulou<sup>1</sup>, Kosmas Gazeas<sup>2</sup>, Constantina Stefanidou<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>2</sup>Physics Department, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

The interactive, portable exhibition “Planets In Your Hand” consists of eight models that represent the surfaces of the planets of the Solar System and the conditions that prevail in them. It is addressed to citizens of all ages and cognitive backgrounds and was designed from the beginning having in mind the accessibility by the visually impaired people. The aim of this study is to investigate whether this exhibition satisfies its visitors. The results show that it successfully approaches people with limited vision and the degree of satisfaction is very high by all visitors. The planning of similar actions in the frame of informal education seems promising.

**Keywords:** Solar System, limited vision, interactive exhibition

## Εισαγωγή

Κύριοι στόχοι των άτυπων μορφών εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες είναι η προσέλκυση ενδιαφέροντος του κοινού για ζητήματα επιστήμης και τεχνολογίας για λόγους ψυχαγωγικούς (edutainment), η ενίσχυση της υπάρχουσας γνώσης σχετικά με ζητήματα επιστήμης, ώστε οι πολίτες να μπορούν να λαμβάνουν μέρος στο δημόσιο διάλογο και στη λήψη αποφάσεων, καθώς και η καλλιέργεια του ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες νέων ανθρώπων που θα αποτελέσουν τις νέες γενιές επιστημόνων (Land-Zandstra et al., 2020). Είναι πολύ δύσκολο μεθοδολογικά να διαπιστωθεί ο βαθμός της μετέπειτα ενασχόλησης των επισκεπτών με την επιστήμη και αν αυτός αυξήθηκε. Ωστόσο, μπορεί ο αντίκτυπος της εξωσχολικής εκπαίδευσης σε ό,τι αφορά τον γνωστικό τομέα να είναι ένα αμφιλεγόμενο θέμα, όμως ακόμα και μία βελτίωση στη συμπεριφορά των συμμετεχόντων προς την επιστήμη ή μία ενίσχυση της περιέργειάς τους να μάθουν περισσότερα για τον κόσμο γύρω τους μπορεί να θεωρηθεί επιτυχία (Eshach, 2007).

Η Αστρονομία αποτελεί ένα προνομιακό πεδίο, καθώς κεντρίζει το ενδιαφέρον μικρών και μεγάλων από τα αρχαία χρόνια, μιας και σχετίζεται με τα «μεγάλα ερωτήματα» του κόσμου, τα οποία απασχολούσαν ανέκαθεν τον άνθρωπο (Shipman et al., 2002). Η σύνδεση της Αστρονομίας με τις άτυπες μορφές μάθησης είναι ίσως από τις «παραδοσιακότερες» με την έννοια ότι τα πλανητάρια ήταν από τους πρώτους θεσμούς που επιδίωξαν την επικοινωνία της επιστήμης στους πολίτες. Ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1920 είχε κυριαρχήσει η άποψη πως τα πλανητάρια αποτελούν ένα εκπαιδευτικό εργαλείο (Smith, 1974).

Σε ό,τι αφορά τη διδασκαλία της Αστρονομίας, αυτή δεν υφίσταται ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο-μάθημα στο ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα. Αποτελούσε μάθημα επιλογής στη Β΄ τάξη του Ενιαίου Λυκείου μέχρι το 2014 που καταργήθηκε. Κάποια αστρονομικά φαινόμενα, όπως οι εποχές και οι φάσεις της σελήνης, περιλαμβάνονται στην ύλη της Γεωγραφίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Ωστόσο, το μεγάλο ενδιαφέρον και η περιέργεια των μαθητών για τον κόσμο γύρω τους μένουν ανικανοποίητα σε μεγάλο βαθμό. Αυτό το κενό καλούνται να καλύψουν οι άτυπες μορφές εκπαίδευσης.

Τα προσφερόμενα εκπαιδευτικά προγράμματα που στοχεύουν στην εξοικείωση του κοινού με ζητήματα αστρονομίας, βασίζονται, όπως άλλωστε είναι αναμενόμενο, στην αίσθηση της όρασης. Δεν υπάρχουν πολλές καταγεγραμμένες προσπάθειες εκπαιδευτικών προγραμμάτων αστρονομίας για άτομα περιορισμένης όρασης ή και μη βλέποντες (Weferling, 2006).

Η προσαρμογή στις ανάγκες των ατόμων περιορισμένης όρασης δεν καθιστά τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες ακατάλληλες για πολίτες με φυσιολογική όραση. Αντιθέτως, μπορεί να είναι και για αυτούς ιδιαίτερα ωφέλιμες (Kraus, 2016· Weferling, 2006· Winchatz & Ostro, 2003). Σε αυτό το πλαίσιο στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διαδραστική έκθεση, με την οποία ακόμα και πολίτες με περιορισμένη όραση έχουν την ευκαιρία να εξοικειωθούν με χαρακτηριστικά των επιφανειών των πλανητών του Ηλιακού Συστήματος.

## Μεθοδολογία

### *Η διαδραστική έκθεση “Planets In Your Hand”*

Η διαδραστική έκθεση “Planets In Your Hand” (PIYH) δημιουργήθηκε από την ομώνυμη ομάδα επικοινωνίας της επιστήμης, η οποία ιδρύθηκε το 2017 στο Τμήμα Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ). Η ιδέα της διαδραστικής έκθεσης, που μελετήθηκε στη παρούσα έρευνα, βραβεύτηκε και χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό δίκτυο Πλανητολογίας Europlanet στο πλαίσιο του διαγωνισμού Europlanet Funding Scheme (Kefala et al., 2018· Palafouta et al., 2019).

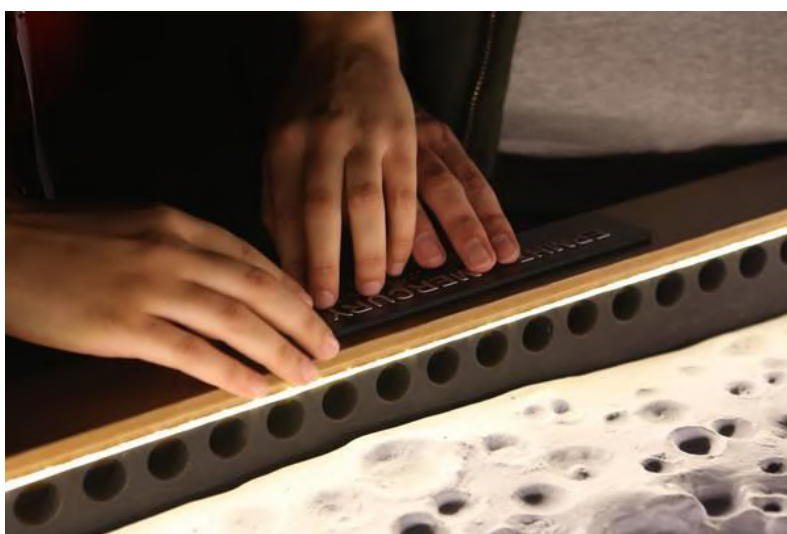
Η έκθεση αποτελείται από μακέτες διαστάσεων 83×63 cm, που αναπαριστούν τις επιφάνειες των οκτώ πλανητών του Ηλιακού Συστήματος και προσομοιώνουν τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτούς (ανάγλυφο, χρώμα, θερμοκρασία, άνεμοι) (Kefala et al., 2018· Palafouta et al., 2019). Οι επισκέπτες της έκθεσης έχουν τη δυνατότητα να αγγίζουν τις επιφάνειες (Εικόνα 1) και να νιώσουν τις διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε ουράνιο σώμα. Η λειτουργία της έκθεσης πραγματοποιείται με διαδραστικό τρόπο, καθώς τα μέλη της ομάδας (ένα για τον κάθε πλανήτη και οκτώ στο σύνολο) συνοδεύουν τα εκθέματα και παρέχουν πληροφορίες για τους πλανήτες και τις διαστημικές αποστολές που έχουν πραγματοποιηθεί για την εξερεύνησή τους. Τα μέλη σε ρόλο ξεναγού της έκθεσης αλληλεπιδρούν με τους επισκέπτες και συζητούν μαζί τους τις απορίες που προκύπτουν.



*Εικόνα 1 Επισκέπτης που αλληλεπιδρά με τη μακέτα της έκθεσης ΡΙΥΗ*

Πλεονέκτημα της έκθεσης αποτελεί η φορητότητά της, καθώς και το γεγονός ότι απευθύνεται στο ευρύ κοινό ανεξαρτήτως ηλικίας και γνωστικού υποβάθρου. Αυτό συμβαίνει χάρη στην προσαρμοστικότητα των μελών στην παροχή πληροφοριών για κάθε πλανήτη και στη δυνατότητα διαβαθμιζόμενης κλίμακας δυσκολίας και εξειδίκευσης που μπορεί να παρέχει η ξενάγηση, αναλόγως το

ακροατήριο. Βασική καινοτομία της διαδραστικής αυτής εμπειρίας είναι ότι σχεδιάστηκε με γνώμονα την προσβασιμότητα από άτομα με περιορισμένη όραση, γεγονός που εξασφαλίζεται τόσο από τη δυνατότητα αφής των εκθεμάτων, αλλά και την παροχή όλης της πληροφορίας σε σύστημα γραφής Braille (Εικόνα 2) σε δύο γλώσσες. Σκοπός της έκθεσης ΡΙΥΗ είναι να καταστήσει κατανοητές έννοιες και φαινόμενα που συνδέονται με την Πλανητολογία και τη διαστημική εξερεύνηση προσπαθώντας να εξαλείψει παρανοήσεις και εσφαλμένες αντιλήψεις, που επικρατούν στο κοινό. Πέρα από τον εμπλουτισμό των γνώσεων, όμως, επιδιώκει να εμπνεύσει τους επισκέπτες και να τους δώσει κίνητρο να διατηρήσουν επαφή ή/και να ασχοληθούν μετέπειτα με τις θετικές επιστήμες και την έρευνα. Βασικός στόχος εντός αυτού του πλαισίου παραμένει η ομαλή ένταξη των ατόμων με περιορισμένη όραση στο ευρύτερο κοινό (Kefala et al., 2018· Palafouta et al., 2019).



Εικόνα 2 Ανάγνωση συστήματος γραφής Braille από άτομα περιορισμένης όρασης σε μακέτα της έκθεσης ΡΙΥΗ

### **Σκοπός της έρευνας – Δείγμα - Συλλογή και ανάλυση δεδομένων**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει κατά πόσο η έκθεση ΡΙΥΗ ικανοποιεί τον επισκέπτη συμπεριλαμβάνοντας στο κοινό της και άτομα με περιορισμένη όραση.

Στο πλαίσιο αυτής της μεικτής έρευνας συλλέχθηκαν ποσοτικά δεδομένα μέσω ερωτηματολογίων, που δόθηκαν στους επισκέπτες αφού ολοκλήρωσαν το νοητό ταξίδι στο Ηλιακό Σύστημα, και ποιοτικά δεδομένα από τις παρατηρήσεις των μελών της ομάδας ΡΙΥΗ, που παρουσίαζαν τα εκθέματα και αλληλεπιδρούσαν με το κοινό.

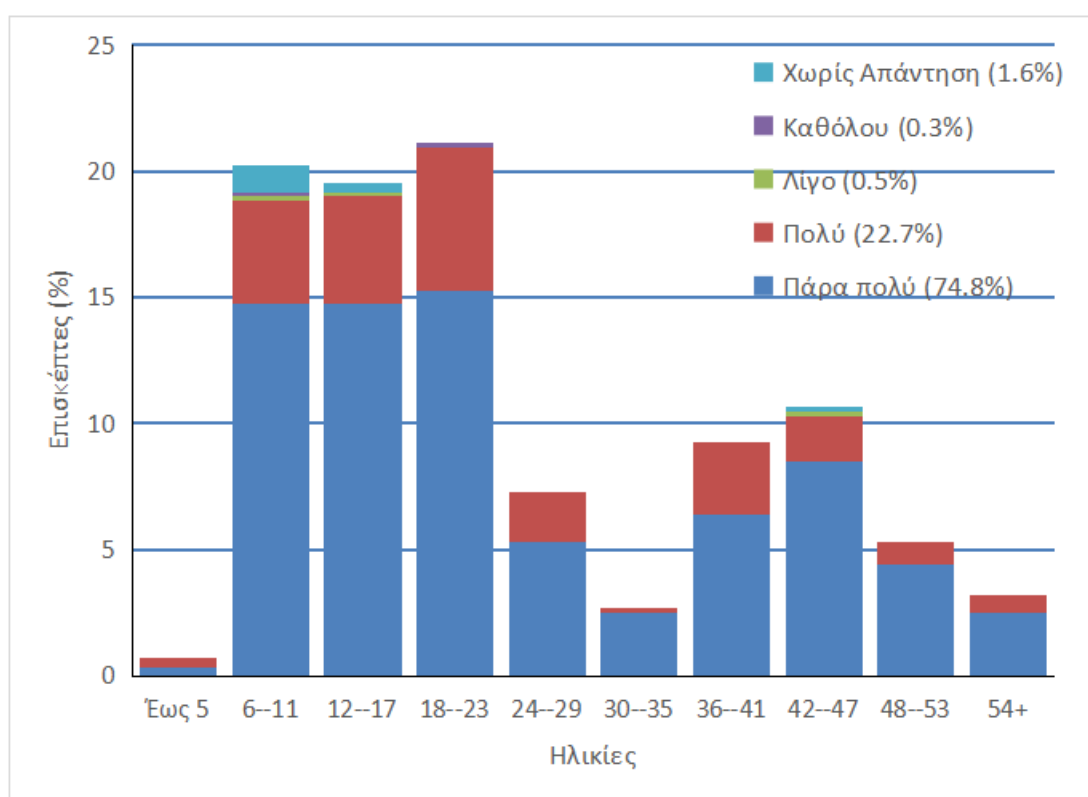
Τα ερωτηματολόγια περιείχαν κάποιες γενικές ερωτήσεις (φύλο, ηλικία και την ιδιότητα με την οποία βρίσκεται ο επισκέπτης στην έκθεση (γονέας, δάσκαλος κλπ.), καθώς και ερωτήσεις που αφορούν τον βαθμό ικανοποίησης των επισκεπτών. Στο τέλος των κλειστών ερωτήσεων υπήρχε χώρος για σχόλια προκειμένου να εκφραστούν πιο ελεύθερα οι επισκέπτες.

Το δείγμα της έρευνας αποτελούν 562 άτομα που συμμετείχαν σε δύο διαφορετικές εκδηλώσεις. Ανάμεσα στους επισκέπτες βρίσκονταν και 15 άτομα με περιορισμένη όραση που δεν συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια, αλλά συζήτησαν με τον επιστημονικό υπεύθυνο της ομάδας για να εκφράσουν τις εντυπώσεις και τα

σχόλιά τους. Για την επεξεργασία των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκε στατιστική ανάλυση και για τον τομέα των σχολίων αξιοποιήθηκε η ποιοτική ανάλυση περιεχομένου (Mayring, 2014) με τα σχόλια των επισκεπτών να κατηγοριοποιούνται με βάση το περιεχόμενό τους.

## Αποτελέσματα

Από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων προέκυψε πως το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος (61%) ανήκει σε νεαρές ηλικίες (≤23 ετών). Σε ό,τι αφορά τον βαθμό ικανοποίησής τους, η πλειονότητα των επισκεπτών (97,5%) έμειναν ικανοποιημένοι από την διαδραστική έκθεση. Σχεδόν όλοι (98,5%) θα πρότειναν την έκθεση σε κάποιον φίλο/γνωστό τους.



Εικόνα 3 Διάγραμμα για την ηλικία και τον βαθμό ικανοποίησης των επισκεπτών

Λίγο περισσότερο από το 47% των ερωτηματολογίων συμπεριλάμβαναν σχόλια από τους επισκέπτες, τα οποία ήταν επί το πλείστον θετικά και αναφέρονταν τόσο στην έκθεση καθαυτή όσο και στα μέλη της ομάδας και τον τρόπο που προσέγγιζαν το κοινό και παρουσίαζαν τα εκθέματα.

Η συντριπτική πλειοψηφία των παρευρισκομένων δήλωσε ότι εμπλούτισαν τις γνώσεις τους σε ό,τι αφορά τους πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος και τη διαστημική εξερεύνηση. Ταυτόχρονα, στο σύνολο των εκδηλώσεων που έχουν διενεργηθεί πολλοί γονείς και εκπαιδευτικοί σχολίασαν στα μέλη της ομάδας πως μία τέτοια δράση μπορεί να ωθήσει τους νέους και τα παιδιά να ασχοληθούν στο μέλλον με την επιστήμη. Μάλιστα πολλοί δάσκαλοι εκδήλωσαν την επιθυμία να φιλοξενηθεί η έκθεση στο σχολείο τους για κάποιες ώρες ή μέρες.

Σε ό,τι αφορά τα άτομα με περιορισμένη όραση, ανέφεραν πως συνήθως οι εκθέσεις δεν προσφέρουν τη δυνατότητα χρήσης της αφής και οι ίδιοι περιορίζονται σε ακουστικές ή μαγνητοφωνημένες παρουσιάσεις. Στην συγκεκριμένη έκθεση όμως είχαν για πρώτη φορά την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με «πλανητικές επιφάνειες» και να νιώσουν τα χαρακτηριστικά τους.

Οι παρατηρήσεις των μελών της ομάδας κατά τη διάρκεια των ξεναγήσεων κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το υπόβαθρο των επισκεπτών ως προς την Αστρονομία και τη Πλανητολογία. Ανεξαρτήτως ηλικίας τα άτομα που έρχονταν για πρώτη φορά σε επαφή με το αντικείμενο έδειξαν περιέργεια να αναγνωρίσουν και να νιώσουν τις διαφορές ανάμεσα στις πλανητικές επιφάνειες, ενώ έκαναν αρκετές ερωτήσεις σχετικά με την εσωτερική δομή και τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα που υπάρχουν σε κάθε πλανήτη. Οι επισκέπτες με επιστημονικό υπόβαθρο (ακόμα και εκτός του πεδίου της Φυσικής) προσπαθούσαν να συνδυάσουν τις νέες πληροφορίες που άκουγαν με τις γνώσεις που ήδη έχουν, ενώ όσοι διαθέτουν μία εξοικείωση με την Αστρονομία και το Ηλιακό Σύστημα έθεταν πιο πολύπλοκες ερωτήσεις με αρκετές από αυτές να αποτελούν ανοιχτά ερωτήματα που απασχολούν την επιστημονική κοινότητα μέχρι και σήμερα.

## Περιορισμοί

Σε ό,τι αφορά τους περιορισμούς της μελέτης, η φύση των άτυπων μορφών μάθησης καθιστά δύσκολη την αξιολόγηση των αντίστοιχων παρεμβάσεων και εκπαιδευτικών προγραμμάτων είτε μέσω ποσοτικών ή είτε μέσω ποιοτικών δεδομένων. Ως εκ τούτου, στην παρούσα εργασία δεν ακολουθήθηκε μια αυστηρή μεθοδολογία που θα επέτρεπε την γενίκευση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν ή συσχετίσεις μεταξύ των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η έρευνα σε αυτό το πεδίο να είναι περιορισμένη απέχοντας από τη πλήρη και συστηματική δημιουργία θεωρίας (Romí & Schmida, 2009).

## Συμπεράσματα

Η διαδραστική έκθεση ΡΙΥΗ φαίνεται να ικανοποιεί τη συντριπτική πλειονότητα των επισκεπτών της. Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δείχνουν πως είναι δυνατό να σχεδιαστεί μία δράση που να προσελκύει επιτυχώς άτομα όλων των ηλικιών και των γνωστικών υποβάθρων αλλά και άτομα με περιορισμένη όραση. Πιο αναλυτικά, με βάση τα έως τώρα δεδομένα, τα άτομα με περιορισμένη όραση που επισκέφτηκαν την έκθεση έμειναν πολύ ικανοποιημένα και προσδοκάται ο αριθμός αυτών των ατόμων να αυξηθεί στο μέλλον. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των ξεναγών, φαίνεται να αποτελεί εποικοδομητική εμπειρία, που διεγείρει το ενδιαφέρον των επισκεπτών και διευρύνει τις γνώσεις τους μειώνοντας τις παρανοήσεις σε ό,τι αφορά τους κλάδους της Πλανητολογίας και της διαστημικής εξερεύνησης. Οι θετικές αντιδράσεις των παρευρισκομένων προσφέρουν αισιοδοξία ως προς τη μετέπειτα ενασχόληση μικρών και μεγάλων με τις θετικές επιστήμες και την έρευνα. Αν και δεν μπορούν να γενικευτούν τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, φαίνεται να είναι υποσχόμενος ο σχεδιασμός παρόμοιων δράσεων που

απευθύνονται στο ευρύ κοινό και σε ειδικές κοινωνικές ομάδες με διαδραστικό τρόπο, αγγίζοντας θεματικές που δεν αναλύονται στο σχολείο.

## Βιβλιογραφία

- 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.
- Kefala, K., et al. (2018). *Planets In Your Hand* [Poster presentation]. European Planetary Science Congress, Berlin. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2018/EPSC2018-1251-2.pdf>
- Kraus, S. (2016). Astronomy for the blind and visually impaired. *Communicating Astronomy with the Public Journal*, 21, 36-38.
- Land-Zandstra A., de Bakker L., & Jensen E. (2020). Informal Science Education. In F. van Dam, L.de Bakker, A. Dijkstra & E.Jensen (eds). *Science Communication*, World Scientific.
- Mayring, P. (2014). *Qualitative Content Analysis. Theoretical Foundation, Basic Procedures and Software Solution*. Klagenfurt: Beltz.
- National Research Council (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12190>
- Palafouta, S., et al. (2019). *Planets In Your Hand (2017-2019)*. [Poster presentation]. European Planetary Science Congress, Geneva. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC-DPS2019/EPSC-DPS2019-1816.pdf>
- Romi, S., & Schmida, M. (2009). Non-formal education: a major educational force in the postmodern era. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 257-273.
- Shipman, H., Brickhouse, N., Dagher, Z., & Letts, W. (2002). Changes in students' views of religion and science in a college astronomy course. *Science Education*, 86, 526–547.
- Smith, T. V. (1974). *The Planetarium in Education: A Review of the Literature*. Nova University.
- Weferling, B. (2006). Astronomy for the Blind and Visually Impaired: An Introductory Lesson. *Astronomy Education Review* 5 (1) 102-109.
- Winchatz, B. B., & Ostro, S. J. (2003). Using Asteroid Scale Models in Space Science Education for Blind and Visually Impaired Students. *Astronomy Education Review*, 2(2), 118-126.

## Η Προσέγγιση των Φοιτητριών του ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ στην Ανάδειξη Ιστορικών Επιστημονικών Οργάνων της Συλλογής του Μαρασλείου ή «Όταν ο Edison συνάντησε τον Wheatstone στο Μαράσλειο»

**Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Παναγιώτης Λάζος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνάται η προσέγγιση μιας ομάδας φοιτητριών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στην ανάδειξη της ιστορίας της εργαστηριακής εκπαίδευσης των δασκάλων και διδασκαλισσών του Μαρασλείου Διδασκαλείου του 19<sup>ου</sup> και 20<sup>ου</sup> αιώνα. Οι φοιτήτριες, με την επιστημονική καθοδήγηση των συγγραφέων, αφού μελέτησαν την ιστορία του Μαρασλείου Διδασκαλείου, του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών και κάποια συγκεκριμένα όργανα από τη συλλογή των ιστορικών επιστημονικών οργάνων, σχεδίασαν και υλοποίησαν εκπαιδευτικό υλικό για την ανάδειξη της ιστορίας αυτής σε μαθητές και πολίτες. Τα πρώτα ευρήματα της έρευνας δείχνουν ότι οι φοιτήτριες θεωρούν την ιστορία του ιδρύματός τους μέρος και της δικής τους ιστορίας και επισημαίνουν ότι τόσο οι ίδιες όσο και οι φοιτητές των επόμενων ετών έχουν αυξημένο ρόλο στην ανάδειξη της ιστορίας του Μαρασλείου και συγκεκριμένα της συλλογής των ιστορικών επιστημονικών οργάνων. Το παραχθέν υλικό προβλήθηκε σε μαθητές και ενήλικο κοινό στο πλαίσιο του Athens Science Festival 2021 και κυκλοφορεί ελεύθερα στο διαδίκτυο.

**Λέξεις κλειδιά:** Άτυπες μορφές μάθησης, Ιστορικά επιστημονικά όργανα, εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες

## Student Teachers' approach to the Highlighting of Historical Scientific Instruments of the Maraslean Collection or "When Edison met Wheatstone in Maraslean Teaching Centre"

**Constantina Stefanidou, Panagiotis Lazos, Constantine Skordoulis**

*Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

This paper explores how a group of female students of the Pedagogical Department of Primary Education of the National and Kapodistrian University of Athens approached the



history of laboratory training of teachers of the Maraslean Teaching Center in the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century. The students, with the scientific guidance of the authors, after studying the history of the Maraslean Teaching Center, the Laboratory of Natural Sciences and some of the instruments from the collection of historical scientific instruments, designed and implemented educational material to highlight this story to the society. The first findings of the research show that the students consider the history of their institution as part of their own history and point out that both themselves and the students of the following years have an increased role in highlighting the history of the Maraslean Teaching Center and in particular the collection of historical scientific instruments. The material they produced was presented to students and adults during the Athens Science Festival 2021 and is freely available on the internet.

**Keywords:** Informal education, historical scientific instruments, science education

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερο κερδίζει έδαφος η άποψη ότι οι επιστήμονες θα πρέπει να μπορούν να επικοινωνούν με τους πολίτες τα αποτελέσματα των ερευνών τους (Safford & Brown, 2019). Η ενημέρωση των πολιτών για ζητήματα επιστήμης ενισχύει την υπεύθυνη στάση στις διαδικασίες λήψης απόφασης, με την έννοια ότι οι πολίτες εξοικειώνονται με την άποψη ότι οι αποφάσεις που αφορούν ζητήματα επιστήμης, τεχνολογίας και περιβάλλοντος θα πρέπει να υποστηρίζονται από δεδομένα έγκριτων επιστημονικών ερευνών. Είναι όμως γεγονός ότι στο πλαίσιο της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης των νέων επιστημόνων σπάνια παρέχεται εκπαίδευση, που αφορά την επικοινωνία της επιστήμης με τους πολίτες και τους φορείς χάραξης πολιτικής. Για τον λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση ανάπτυξης προγραμμάτων που αφορούν τη διάχυση της επιστήμης (Wilhelmson, 2002).

Η άποψη ότι η επιστημονική γνώση αποτελεί πολιτισμικό αντικείμενο και, συνεπώς, αφορά το σύνολο του πληθυσμού μιας κοινωνίας και όχι μόνο τους ειδικούς, υιοθετείται ολοένα και περισσότερο από διεθνείς οργανισμούς και εκπαιδευτικά συστήματα διαφόρων χωρών. Ωστόσο, στην Ελλάδα η θέση αυτή δεν υιοθετείται από τα θεσμοθετημένα όργανα του εκπαιδευτικού συστήματος (Κολιόπουλος, 2017). Ας μην ξεχνάμε ότι η Ελλάδα υπήρξε ιστορικά χώρος υποδοχής και όχι παραγωγής της επιστημονικής γνώσης (Μπαλτάς, 1996), κάτι που συνέβαλλε και συμβάλλει στην καθυστερημένη αναγνώριση της ανάγκης για τη διάδοση της γνώσης από πολύ μικρή ηλικία και σε όσο το δυνατό ευρύτερο κοινό.

Η διάσωση και ανάδειξη της υλικής επιστημονικής κληρονομιάς σχετίζεται και με ζητήματα ανάδειξης της ιστορικής ταυτότητας των ανθρώπων (Ρουίλοτ, 2010 στο Κολιόπουλος, 2017). Η γέννηση της σύγχρονης επιστήμης αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της συγκρότησης της εθνικής ταυτότητας αρκετών ευρωπαϊκών λαών. Η ραγδαία ανάπτυξη ήδη από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα μεγάλων ευρωπαϊκών μουσείων φυσικών επιστημών, τα οποία μέχρι και σήμερα προσελκύουν πολύ μεγάλο αριθμό επισκεπτών, υποδηλώνει αυτήν ακριβώς την επιδίωξη των κοινωνιών, να αναδείξουν δηλαδή τη σύγχρονη επιστήμη και την

ιστορία της ως στοιχεία του μοντέλου πολιτισμού τους (Κολιόπουλος, 2017). Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που εξηγεί το ότι στην Ελλάδα τα μουσεία φυσικών επιστημών είναι υποβαθμισμένα, αφού η σύγχρονη επιστήμη δεν παρήχθη αλλά εισήχθη στον ελληνικό χώρο (Μπαλτάς, 1996), με αποτέλεσμα η ελληνική κοινωνία να μην αισθάνεται ιδιαίτερη ανάγκη να διατηρήσει μια παράδοση, η οποία δεν της ανήκει.

Το Μαράσλειο Διδασκαλείο, το οποίο από το 1876 μέχρι το 1910 ονομαζόταν «Διδασκαλείο Αθηνών», ενώ από το 1933 έως το 1985 «Μαράσλειος Παιδαγωγική Ακαδημία», ανήκει στις υποδομές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και είναι στενά συνδεδεμένο με τη σύγχρονη ιστορία της εκπαίδευσης των δασκάλων και διδασκαλισσών στην Ελλάδα. Κατά την περίοδο της λειτουργίας του διέθετε ένα καλά εξοπλισμένο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, πολλά από τα όργανα του οποίου διασώζονται μέχρι και σήμερα. Πρόκειται για συλλογή ιστορικών επιστημονικών οργάνων του 19<sup>ου</sup> και 20<sup>ου</sup> αιώνα, στα οποία μέχρι στιγμής έχουν πρόσβαση μεταπτυχιακοί φοιτητές και επιλεγμένες ομάδες προπτυχιακών φοιτητών και δεν έχουν καρποφορήσει συντεταγμένες προσπάθειες για τη διάσωση, συντήρηση και ανάδειξη των οργάνων αυτών στην ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα και τους πολίτες γενικότερα.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, θεωρήθηκε από τους συγγραφείς ότι η ιστορία της επιστημονικής εκπαίδευσης του Μαράσλειου Διδασκαλείου αποτελεί τοπική ιστορία και προς τούτο έγινε η υπόθεση ότι οι φοιτητές του ΠΤΔΕ τρέφουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον να την αναδείξουν, μιας και αφορά την επιστημονική εκπαίδευση των προκατόχων δασκάλων και διδασκαλισσών. Ως εκ τούτου, προπτυχιακές φοιτήτριες του ΠΤΔΕ (ΕΚΠΑ), ενεργά μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας, ενεπλάκησαν στον σχεδιασμό και την υλοποίηση εκπαιδευτικού υλικού για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση εκπαιδευτικών, μαθητών και του κοινού για την ιστορία της επιστημονικής εκπαίδευσης στο Μαράσλειο Διδασκαλείο. Το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι το αν και κατά πόσο οι φοιτήτριες θεωρούν ότι έχουν κάποιον ιδιαίτερο ρόλο στην ανάδειξη της επιστημονικής εκπαίδευσης που λάμβανε χώρα στο Μαράσλειο Διδασκαλείο ως ενεργά μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητάς του.

Σε ό,τι αφορά το τι πρέπει να περιέχει ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα καλλιέργειας δεξιοτήτων ενημέρωσης και συζήτησης των επιστημονικών επιτευγμάτων μεταξύ ειδικών και μη ειδικών (Baram-Tsabari & Lewenstein, 2016· 2017a· 2017b· Neeley et al., 2014· Newman, 2019· Stocklmayer & Rennie, 2017) δεν υπάρχει απόλυτη συμφωνία. Ωστόσο, στην παρούσα έρευνα τέθηκε κάποιο πλαίσιο, το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω, σχετικά με το περιεχόμενο, τη διάρκεια και το κοινό στόχευσης του εν λόγω εκπαιδευτικού υλικού (Bray et al., 2012· Rodgers et al., 2018).

## Μεθοδολογία

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από επτά προπτυχιακές φοιτήτριες του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ, που επέλεξαν να παρακολουθήσουν το μάθημα ελεύθερης επιλογής Άτυπες και μη Τυπικές Μορφές μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, άρα είχαν

ιδιαίτερο ενδιαφέρον στον τομέα των άτυπων μορφών μάθησης. Το μάθημα αποτελούνταν από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, που διήρκησε έξι εβδομάδες, οι φοιτήτριες εξοικειώθηκαν με τις αρχές των άτυπων μορφών μάθησης στις φυσικές επιστήμες καθώς και με τις διαφορετικές εκφάνσεις τους: βιβλία επιστήμης για τους πολίτες, επιστημονικό θέατρο, ντοκιμαντέρ, επιστημονικά κέντρα και μουσεία επιστημών, κοκ.

Στο δεύτερο μέρος οι φοιτήτριες έπρεπε να επιλέξουν θέμα για τη δική τους εργασία - project. Στο σημείο αυτό, προτάθηκε στην ολομέλεια από τους συγγραφείς, οι φοιτήτριες να συμμετέχουν σε μια ομαδική εργασία με σκοπό τον σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού σχετικού με την ιστορία της επιστημονικής εκπαίδευσης στο Μαράσλειο Διδασκαλείο. Στην πρόταση αυτή ανταποκρίθηκε το σύνολο των φοιτητριών. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του υλικού ακολούθησε τις εξής φάσεις:

Φάση 1<sup>η</sup>: Γνωριμία με την ιστορία της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες και με τη συλλογή των ιστορικών επιστημονικών οργάνων του Μαρασλείου Διδασκαλείου. Στη φάση αυτή ο δεύτερος συγγραφέας, παρουσίασε στις φοιτήτριες σύντομα την ιστορία της επιστημονικής εκπαίδευσης στο Μαράσλειο Διδασκαλείο και παρουσίασε μερικά όργανα της αντίστοιχης συλλογής, όπως ο φωνογράφος, το στερεοσκόπιο, η λάμπα Davy, ο ηλεκτρομαγνήτης, το απλό εκκρεμές, κοκ.

Φάση 2<sup>η</sup>: Συζήτηση και λήψη απόφασης για τα όργανα που θα παρουσιαστούν και τη μορφή του εκπαιδευτικού υλικού. Στη φάση αυτή, οι φοιτήτριες έκαναν τις προτάσεις τους σχετικά με το περιεχόμενο του υλικού. Σταδιακά κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το υλικό τους θα έχει τη μορφή σύντομου βίντεο και θα περιέχει ένα μέρος αφιερωμένο στο Μαράσλειο Διδασκαλείο και στην επιστημονική εκπαίδευση και ένα άλλο μέρος που θα εστιάζει σε κάποια επιστημονικά όργανα. Αναζητώντας ένα πλαίσιο που να συνδέει κάποια επιστημονικά όργανα μεταξύ τους, κατέληξαν να ασχοληθούν με το στερεοσκόπιο και τον φωνογράφο. Η επιλογή αυτή έγινε με τη λογική ότι τα δύο αυτά όργανα αποτελούν τους προγόνους των σύγχρονων συσκευών αναπαραγωγής εικόνας και ήχου.

Φάση 3<sup>η</sup>: Ανάθεση αρμοδιοτήτων και μελέτη βιβλιογραφίας. Στη φάση αυτή έγινε ανάθεση αρμοδιοτήτων σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα και το γνωστικό υπόβαθρο των φοιτητριών. Δύο φοιτήτριες ασχολήθηκαν με την ιστορία του Μαρασλείου Διδασκαλείου, δύο ασχολήθηκαν με τον φωνογράφο και τρεις με το στερεοσκόπιο, εκ των οποίων η μία είχε επιφορτιστεί και με διάφορα τεχνικά ζητήματα που αφορούσαν την κατασκευή του βίντεο. Η κάθε ομάδα έκανε μία μικρής έκτασης έρευνα βασισμένη στη βιβλιογραφία που προτάθηκε από τους συγγραφείς, αλλά και σε πηγές που εντόπισε η ίδια.

Φάση 4<sup>η</sup>: Υλοποίηση. Για τη φάση της υλοποίησης, οι τρεις ομάδες συνεργάστηκαν στενά προκειμένου να γράψουν το σενάριο, καθώς και να επιλέξουν το οπτικοακουστικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στο τελικό βίντεο. Το κοινό στόχευσης ήταν μαθητές, εκπαιδευτικοί και πολίτες γενικότερα.

Το μάθημα ξεκίνησε στις αρχές Οκτωβρίου του ακαδημαϊκού έτους 2020-2021 και πολύ γρήγορα μετατράπηκε σε εξ αποστάσεως εξαιτίας της πανδημικής κρίσης του COVID-19 που έλαβε χώρα εκείνη την περίοδο. Αυτό πρακτικά έβαλε επιπλέον δυσκολίες στην επίτευξη των στόχων των φοιτητριών, μιας και είχαν πολύ περιορισμένη πρόσβαση στο Μαράσλειο και καμία πρόσβαση στις βιβλιοθήκες.

Μετά την ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού υλικού, οι φοιτήτριες απάντησαν σε 11 ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Οι ερωτήσεις αφορούσαν τρεις άξονες: ο πρώτος άξονας σχετίζεται με τους λόγους που οι φοιτήτριες επέλεξαν το συγκεκριμένο μάθημα (1), ο δεύτερος άξονας με το πώς εκτιμούν οι φοιτήτριες την ενασχόλησή τους με την ανάδειξη της ιστορίας της επιστημονικής εκπαίδευσης των δασκάλων και διδασκαλισσών του ιδρύματός τους (2, 3, 6, 10, 11) και ο τρίτος με την αυτο-αξιολόγηση του έργου τους (4, 5, 7, 8, 9).

Οι απαντήσεις των φοιτητριών αποδελτιώθηκαν και ακολούθησε ανάλυση περιεχομένου.

## Αποτελέσματα

Η αποδελτίωση και η ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητριών φανέρωσε ότι οι περισσότερες φοιτήτριες (έξι από τις επτά) επέλεξαν το μάθημα των άτυπων μορφών μάθησης στις φυσικές επιστήμες, διότι είχαν προσωπικό ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες, σε συνδυασμό με το ότι προσδοκούσαν να προσεγγίσουν τις φυσικές επιστήμες με εναλλακτικούς τρόπους, εκτός σχολικής τάξης.

Σχετικά με τις ερωτήσεις του δεύτερου άξονα, οι περισσότερες φοιτήτριες απάντησαν ότι επέλεξαν συνειδητά το θέμα της ενασχόλησης με το Μαράσλειο και τα ιστορικά επιστημονικά όργανα, διότι τους φαινόταν ενδιαφέρουσα η ιδέα της εμπάθυνας και της έρευνας της τοπικής ιστορίας του ιδρύματός τους. Με τα λόγια μιας φοιτήτριας «είναι σαν να πιάνεις ένα κομμάτι από τη σύγχρονη ιστορία της εκπαίδευσης». Οι φοιτήτριες αναγνώρισαν ότι ως σημερινές φοιτήτριες του ΠΤΔΕ είχαν πολλά να αποκομίσουν από την έρευνα της ιστορίας της εκπαίδευσης, υπό την έννοια ότι είχαν ευκαιρίες αναστοχασμού σε ζητήματα διδασκαλίας των φυσικών επιστημών αλλά και σε πολιτισμικές πλευρές της ιστορίας της εκπαίδευσης. Οι περισσότερες φοιτήτριες αναφέρθηκαν στο γεγονός ότι η ενασχόλησή τους με την ιστορία του ιδρύματός τους ενίσχυσε ακόμα περισσότερο την αγάπη τους για το επάγγελμα που διάλεξαν να κάνουν, αφού μέσω της εργασίας αυτής απέκτησαν γνώσεις για το υπόβαθρο των δασκάλων και διδασκαλισσών προηγούμενων γενιών. Επιπλέον, οι περισσότερες φοιτήτριες αναφέρθηκαν στο ότι νιώθουν μεγάλη οικειότητα, τόσο με τον χώρο του Μαραλείου όσο και με την ιστορία του, αφού αυτό αποτελεί μέρος της σύγχρονης ιστορίας του επαγγέλματός τους. Σε αυτό το σημείο έδωσαν ιδιαίτερη έμφαση στο ότι αντίστοιχη προσπάθεια ανάδειξης της συλλογής των ιστορικών επιστημονικών οργάνων θα ήταν ωφέλιμο να γίνει κι από τους επόμενους φοιτητές και φοιτήτριες, ώστε να ενισχυθεί η προσπάθεια.

Σε ό,τι αφορά την αυτο-αξιολόγηση του παραδοτέου, οι φοιτήτριες επεσήμαναν τα σημεία στα οποία έδωσαν ιδιαίτερη έμφαση τόσο σε ό,τι αφορά την ιστορία του Μαραλείου όσο και σε ό,τι αφορά τα δύο όργανα που επιλέχθηκαν από τη συλλογή των ιστορικών επιστημονικών οργάνων. Σε ό,τι αφορά το Μαράσλειο, εστίασαν στην ιστορικότητα του χώρου και στο εργαστήριο των Φυσικών Επιστημών. Σε ό,τι αφορά τα δύο όργανα, εστίασαν στους εφευρέτες, στις αρχές λειτουργίας των οργάνων, στις χρήσεις τους, στη σχέση τους με τις σύγχρονες αντίστοιχες συσκευές καθώς και στις χρήσεις των συγκεκριμένων οργάνων στο Μαράσλειο Διδασκαλείο. Ωστόσο, οι φοιτήτριες επεσήμαναν ότι χρειάζεται

βελτίωση το φωτογραφικό υλικό καθώς και περαιτέρω ανάλυση σε ό,τι αφορά στη λειτουργία των οργάνων. Αρκετές φοιτήτριες επεσήμαναν την αξία εύρεσης πρωτότυπων πηγών από απόφοιτους του Μαρασλείου Διδασκαλείου, οι οποίες θα παρείχαν σημαντικά στοιχεία για τον τρόπο αξιοποίησης της συλλογής των ιστορικών επιστημονικών οργάνων.

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω φάσεων και τη συνδρομή επαγγελματιών σκηνοθέτη για κάποια ζητήματα αισθητικού τύπου, το εκπαιδευτικό υλικό ολοκληρώθηκε και παρουσιάστηκε στο Φεστιβάλ Επιστήμης 2021, που τη συγκεκριμένη χρονιά έγινε αποκλειστικά διαδικτυακά.

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε το αν και κατά πόσο φοιτήτριες του ΠΤΔΕ (ΕΚΠΑ), που ενεπλάκησαν στην δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για την ανάδειξη της ιστορίας της επιστημονικής εκπαίδευσης στο Μαρασλείο Διδασκαλείο, θεωρούν ότι έχουν κάποιον ιδιαίτερο ρόλο στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών ως ενεργά μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας. Το ερώτημα προέρχεται από την αντίληψη ότι στην Ελλάδα δεν υπάρχει ιδιαίτερα αναπτυγμένη κουλτούρα διάσωσης και ανάδειξης επιστημονικής κληρονομιάς εξαιτίας του ότι είμαστε χώρα υποδοχής και όχι παραγωγής επιστημονικής γνώσης. Στην προκειμένη περίπτωση, θεωρήθηκε από τους συγγραφείς ότι η ιστορία της επιστημονικής εκπαίδευσης του Μαρασλείου Διδασκαλείου αποτελεί τοπική ιστορία και προς τούτο έγινε η υπόθεση ότι οι φοιτητές του ΠΤΔΕ τρέφουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον να την αναδείξουν, μιας και αφορά την επιστημονική εκπαίδευση των προκατόχων δασκάλων και διδασκαλισσών.

Αν και το δείγμα της έρευνας είναι εξαιρετικά περιορισμένο, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι φοιτήτριες που συμμετείχαν στην έρευνα έχουν ισχυρό κίνητρο να μελετήσουν και να αναδείξουν την επιστημονική εκπαίδευση του ιδρύματός τους. Αυτό φάνηκε τόσο από το ότι επέλεξαν να ασχοληθούν με το συγκεκριμένο θέμα και όχι με άλλα προτεινόμενα, αλλά και από το γεγονός ότι δήλωσαν ρητά πως η ιστορία του ιδρύματός τους αποτελεί ιδιαίτερο κομμάτι της εκπαίδευσής τους, για το οποίο θα ήθελαν να ενημερώσουν και να ευαισθητοποιήσουν μαθητές, εκπαιδευτικούς και ευρύ κοινό.

Και όπως αναφέρεται από τον Κολιόπουλο (2017), ο Eco απευθυνόμενος στον κόσμο της εκπαίδευσης γράφει: «Νομίζω ότι θα πρέπει να επιστρέψουμε στα σχολικά θρανία. Εναπόκειται στο σχολείο και σε όλες τις πρωτοβουλίες που μπορούν να το υποκαταστήσουν να εκπαιδεύσουν σιγά σιγά τους νέους σε μια σωστή κατανόηση των επιστημονικών μεθόδων... Αν πρέπει να επιβάλλουμε μια όχι μαγική εικόνα της επιστήμης, δε θα πρέπει να την περιμένουμε από τα μέσα επικοινωνίας, εσείς είστε αυτοί που θα πρέπει να την οικοδομήσετε σιγά σιγά στη συλλογική συνείδηση, ξεκινώντας από τους πιο νέους» (Eco, 2003).

## Βιβλιογραφία

Eco, U. (2003). Η μαγική εικόνα της επιστήμης. Εφημ. Το Βήμα, Α39-Α40.

- Κολιόπουλος, Δ. (2017). *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών*. Μεταίχμιος, Αθήνα.
- Μπαλτάς, Α. (1996). Παραγωγή έναντι υποδοχής της επιστήμης: Μερικές μεθοδολογικές παρατηρήσεις. Στο Γ. Βλαχάκη (επιμ). *Η Νευτώνεια φυσική και η διάδοσή της στον ευρύτερο βαλκανικό χώρο*(σ.69-78). Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών.
- Baram-Tsabari, A., & Lewenstein, B. V. (2016). Assessment. In M. C. A. Van der Sanden & M. de Vries (Eds.). *Science and technology communication and education* (pp. 163-185). Sense.
- Baram-Tsabari, A., & Lewenstein, B. V. (2017a). Preparing scientists to be science communicators. In P. G. Patrick (Ed.), *Preparing informal science educators* (pp.437-471). Springer International.
- Baram-Tsabari, A., & Lewenstein, B. V. (2017b). Science communication training: What are we trying to teach? *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 285-300. <https://doi.org/10.1080/21548455.2017.1303756>
- Bray, B., France, B., & Gilbert, J.K (2012). Identifying the Essential Elements of Effective Science Communication: What do the experts say? *International Journal of Science Education, Part B*, 2(1), 23-41. <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.611627>
- Neeley, L., Goldman, E., Smith, B., Baron, N., & Sunu, S. (2014). *Mapping the pathways to integrate science communication training into STEM graduate education*. COMPASS. [https://www.informalscience.org/sites/default/files/GradSciComm\\_Roadmap\\_Final.compressed.pdf](https://www.informalscience.org/sites/default/files/GradSciComm_Roadmap_Final.compressed.pdf)
- Newman, T. P. (2019). *Theory and best practices in science communication training*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Poulot, D. (2010). Le patrimoine: histoire et développements récents. Στο C. Balle, C. Cuenca και D. Thoulouze (επιμ). *Patrimoines scientifique et technique. Un projet contemporain. La documentation française* (pp.15-26).
- Rodgers, S., Wang, Z., Maras, M., Burgoyne, S., Balakrishnan, B., Stemmler, J., & Schultz, J. (2018). Decoding Science: Development and Evaluation of a Science Communication Training Program Using a Triangulated Framework. *Science Communication*, 40(1), 3-32.
- Safford, H., & Brown, A. (2019). Communicating science to policymakers: Six strategies for success. *Nature*, 572 (7771), 681-682. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02372-3>
- Stocklmayer, S. M., & Rennie, L. J. (2017). The attributes of informal science education: A science communication perspective. In P. G. Patrick (Ed.), *Preparing informal science educators* (pp. 527-544). Springer.
- Wilhelmson, C. (2002). Science communication: Science's next frontier. *Science*. <https://www.science.org/content/article/science-communication-science-s-next-frontier>

## Παράρτημα

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας:

1. Τι σας έκανε να επιλέξετε ένα μάθημα σαν τις «Άτυπες και μη τυπικές μορφές εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες»;
2. Στο μάθημα «Άτυπες και μη τυπικές μορφές εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες» σας παρουσιάστηκε η δυνατότητα να ασχοληθείτε με τα επιστημονικά όργανα του Μαρασλείου ή να κάνετε κάποια άλλη εργασία. Τι σας έκανε να επιλέξετε να ασχοληθείτε με τα επιστημονικά όργανα του Μαρασλείου; Γράψτε όσο πιο αναλυτικά μπορείτε τη σκέψη σας.

3. Θεωρείτε σημαντική τη διάσωση και την ανάδειξη των ιστορικών επιστημονικών οργάνων του Μαρασλείου και γιατί;
4. Ποιος είναι ο σκοπός της εργασίας σας; Θεωρείτε ότι η εργασία σας θα μπορούσε να είναι σημαντική; Για ποιον και γιατί;
5. Μέσα από την εργασία σας προσπαθείτε να φτιάξετε υλικό επικοινωνίας για τον χώρο του Μαρασλείου και για κάποια επιστημονικά όργανα. Ποιες πτυχές θεωρήσατε πιο σημαντικές να παρουσιάσετε και στις οποίες δώσατε έμφαση; Αναλύστε.
6. Αν είχατε άφθονο χρόνο και πόρους τι θα θέλατε επιπλέον να σχεδιάσετε ως υλικό επικοινωνίας της ιστορίας του Μαρασλείου και όλης της συλλογής των επιστημονικών οργάνων;
7. Πιστεύετε ότι ως φοιτήτριες του ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ έχετε ιδιαίτερους συναισθηματικούς λόγους/κίνητρα να ερευνήσετε την ιστορία του ιδρύματός σας;
8. Ποιες πτυχές θα θέλατε να έχετε συμπεριλάβει για τα συγκεκριμένα όργανα που αναλάβατε, αλλά δεν προλάβετε ή δεν βρήκατε αρκετό υλικό λόγω της πανδημίας;
9. Ποια θεωρείτε ότι είναι «τα δυνατά σημεία» του παραδοτέου σας και ποια τα «αδύναμα»;
10. Αν ξεκινούσατε σήμερα από την αρχή, τι θα κάνατε διαφορετικό;
11. Στην εργασία σας σχεδιάσατε υλικό επικοινωνίας της ιστορίας του Μαρασλείου και κάποιων επιστημονικών οργάνων. Πιστεύετε ότι θα είχε νόημα να συνεχιστεί αυτή η προσπάθεια με συμφοιτητές σας του χρόνου; Γιατί; Τι ιδιαίτερο έχουν να προσφέρουν οι φοιτητές του ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ προς αυτή τη κατεύθυνση;

## Η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη μέσα από ένα Μοντέλο για την Ανθρώπινη Ανάπτυξη

**Ηλίας Μπόικος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (ΕΒΑ) μέσα από ένα Μοντέλο για την Ανθρώπινη Ανάπτυξη (ΜΑΑ), που έχει προταθεί για να περιγράψει την ανάπτυξη των ανθρώπινων συστημάτων και βασίζεται στην αλληλεπίδραση των παραγόντων Φύση, Κοινωνία και Γνώση. Το ΜΑΑ έχει αξιοποιηθεί για την κατηγοριοποίηση των 169 επιμέρους Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) και τη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων τους. Παρουσιάζονται οι δυνατότητες για την αξιοποίηση του ΜΑΑ σε σχέση με την ΕΒΑ και την εκπαίδευση στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες μέσω της επίλυσης προβλήματος.

**Λέξεις κλειδιά:** Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, Ανθρώπινη Ανάπτυξη

## Education for Sustainable Development through a Human Development Model

**Ilias Boikos, Constantine Skordoulis**

*Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

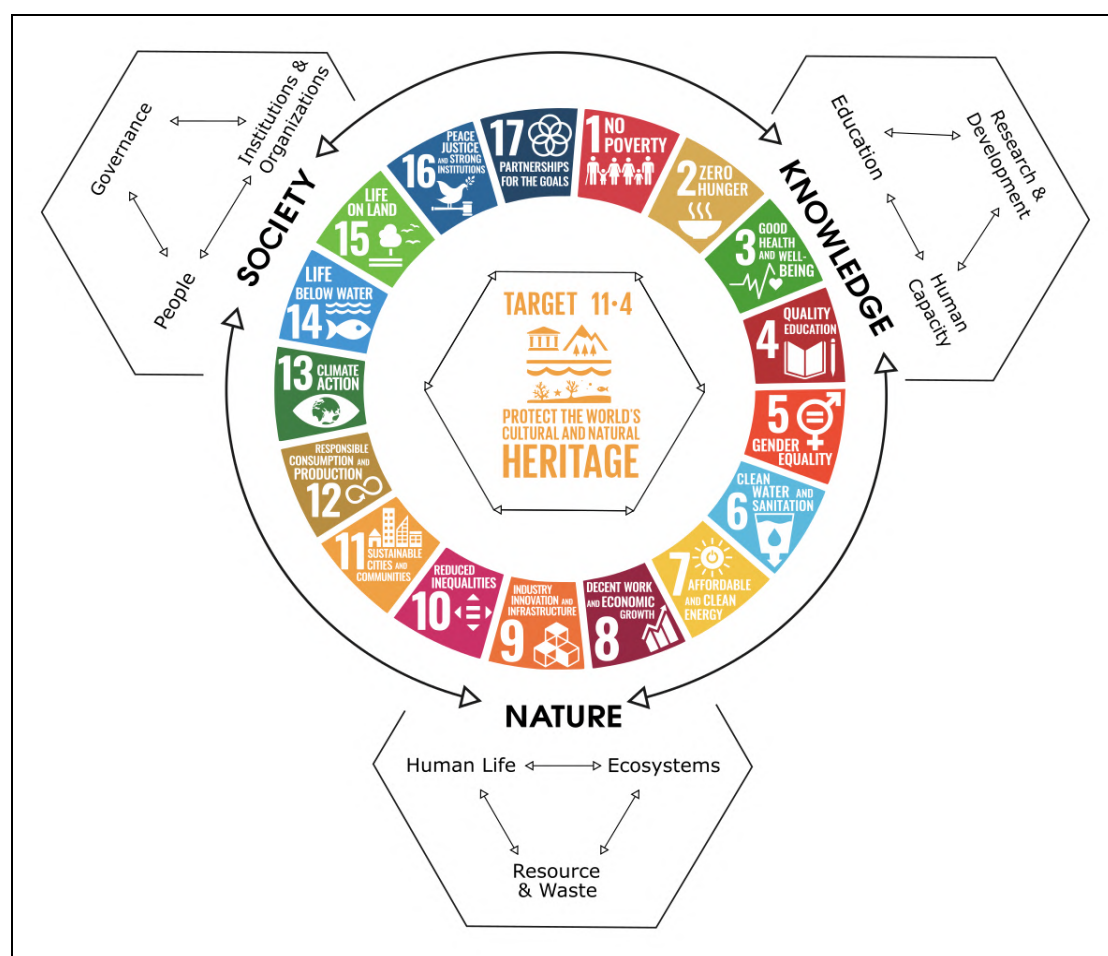
This research examines Education for Sustainable Development (ESD) through a Human Development Model (HDM) for the research of the development of the human systems, based in the interaction between Nature, Society and Knowledge. The HDM has been used for the categorization of the 169 Sustainable Development Goals (SDGs) as well as for the mapping of their interlinkages. We present the potential of the HDM in ESD and Science Education or Environmental Science Education through problem solving.

**Keywords :** Education for Sustainable Development, SDGs, Human Development



## Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος μιας ερευνητικής πρότασης που αφορά μία διεπιστημονική προσέγγιση για τη μελέτη και τον σχεδιασμό της ανάπτυξης των ανθρώπινων συστημάτων. Η ανάπτυξη των ανθρώπινων συστημάτων εξετάζεται μέσω ενός Μοντέλου Ανθρώπινης Ανάπτυξης (ΜΑΑ) (Μπόικος, 2020), που βασίζεται στην αλληλεπίδραση τριών παραγόντων: της Φύσης, της Κοινωνίας και της Γνώσης. Βασική υπόθεση του μοντέλου είναι ότι σε κάθε φάση της ανθρώπινης ανάπτυξης συνεργούν στοιχεία των φυσικών συνθηκών (Φύση), των κοινωνικών σχέσεων (Κοινωνία) και των γνωστικών προϋποθέσεων (Γνώση) σε τρία επίπεδα: την ανάπτυξη του ατόμου, την ανάπτυξη της ομάδας αλλά και την ανάπτυξη της ανθρωπότητας ως σύνολο (Εικόνα 1).



Εικόνα 7 Το Μοντέλο Ανθρώπινης Ανάπτυξης (Μπόικος, 2020)

Ως βασικοί μηχανισμοί για την ανθρώπινη ανάπτυξη εξετάζονται η επίλυση προβλημάτων και η εμφάνιση της καινοτομίας και της νεωτερικότητας στην ανθρώπινη συμπεριφορά και πρακτική, καθώς και οι αλληλεπιδράσεις στην εξέλιξη των βιολογικών και πολιτισμικών χαρακτηριστικών του ανθρώπου (Creanza et al., 2017). Το ΜΑΑ έχει αξιοποιηθεί για την κατηγοριοποίηση των 169 επιμέρους Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) του ΟΗΕ (United Nations General Assembly, 2015) και τη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεών τους (United Nations Statistical

Commission, 2019), καθώς και για την ανάπτυξη ενός οδικού χάρτη για τη διασαφήνιση, ιεράρχηση και αξιολόγηση των Παγκόσμιων Προβλημάτων (United Nations, 2020) σε σχέση με τα εμπλεκόμενα μέρη (Major Groups and Stakeholders) και τις περιστάσεις των προβλημάτων αυτών. Επίσης προτείνεται και ως εργαλείο αναπτυξιακού σχεδιασμού για την επίλυση των προβλημάτων και την εφαρμογή των ΣΒΑ (Εικόνα 2).



Εικόνα 2 Μεθοδολογία Επίλυσης Προβλήματος για Αναπτυξιακό Σχεδιασμό (Μπόικος, 2020)

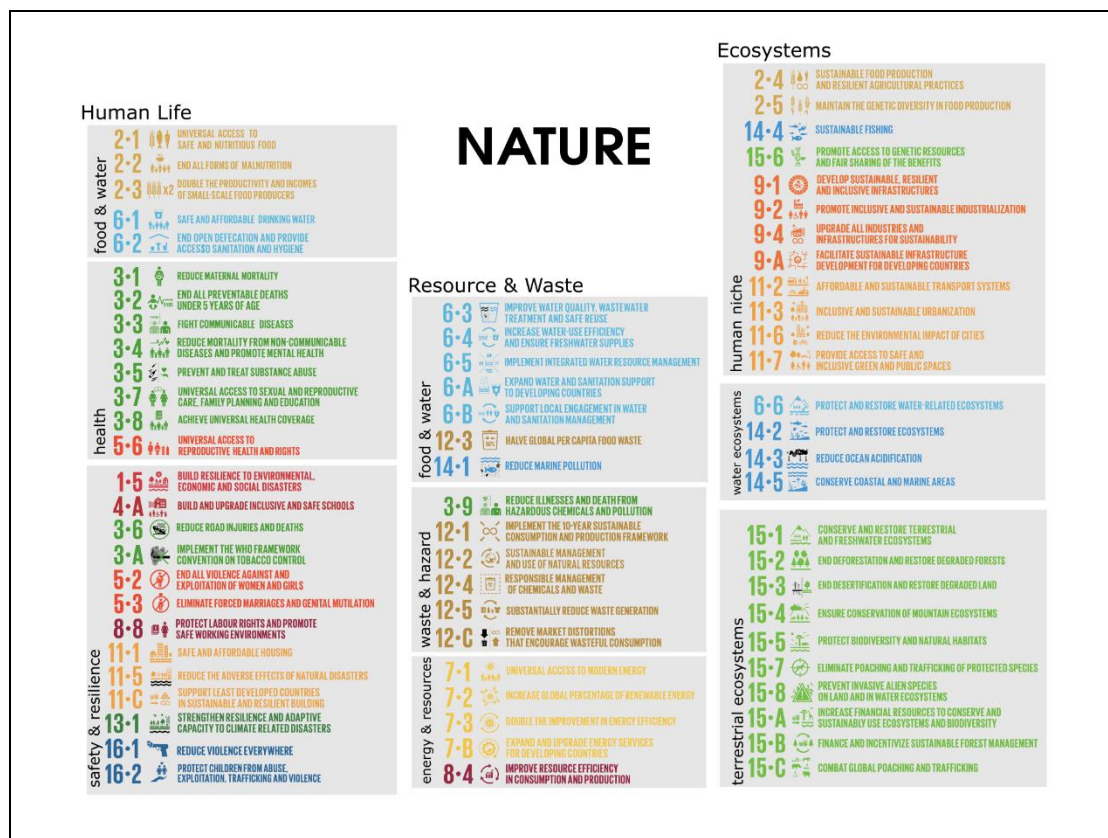
Σε αυτό το πλαίσιο εξετάζονται τα εξής ερωτήματα: πώς μπορεί να συμβάλει η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (ΕΒΑ) στη Βιώσιμη Ανάπτυξη και ποια είναι η έως τώρα εφαρμογή των ΣΒΑ που σχετίζονται με τον Στόχο 4 «Διασφαλίζουμε την χωρίς αποκλεισμούς, ισότιμη και ποιοτική εκπαίδευση και προάγουμε τις ευκαιρίες δια βίου μάθησης για όλους» (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2015· UN, 2019). Επιπλέον, εξετάζεται ποια είναι η σχέση της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με την Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη αλλά και την εκπαίδευση με βάση την επίλυση προβλήματος (Problem Based Learning). Σε αυτό το πλαίσιο εξέτασης αναδεικνύονται τρία επίπεδα στη σχέση της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη: 1. Η Βιώσιμη Ανάπτυξη, οι ΣΒΑ και η σχετική επιστημονική γνώση ως γνωστικό περιεχόμενο, 2. η εκπαίδευση των εμπλεκόμενων μερών ως αναπτυξιακή δύναμη και 3. η εκπαίδευση ως ανθρώπινη δραστηριότητα που υπόκειται σε αναπτυξιακό σχεδιασμό.

## Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία για την κατηγοριοποίηση των 169 επιμέρους ΣΒΑ περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός πλαισίου ελέγχου των περιστάσεων που αφορούν το πρόβλημα, το οποίο καλείται να αντιμετωπίσει κάθε στόχος. Το πλαίσιο ορίζεται από τα εξής ερωτήματα:

1. Ποια προβλήματα λύνει; 2. Ποιους αφορά η επίτευξή του; Ποιοι έχουν τη δυνατότητα να τον υλοποιήσουν; Ποια είναι τα ενδιαφερόμενα μέρη (Stakeholders) που εμπλέκονται; 3. Ποια περιοχή και ποια δραστηριότητα αφορά; Ποιες είναι οι φυσικές, κοινωνικές και γνωστικές δυνατότητες που επηρεάζουν την επίτευξη του στόχου; Σε ποιο πεδίο της ανθρώπινης δραστηριότητας (Φύση, Κοινωνία, Γνώση) πρέπει να παρέμβουμε για να επιτευχθεί ο στόχος; Με ποιους άλλους στόχους αλληλεπιδρά; 4. Ποιο είναι το χρονικό πλαίσιο στο οποίο πρέπει να υλοποιηθεί; 5. Ποιος είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να επιτευχθεί ο στόχος με βάση τους περιορισμούς και τις δυνατότητες που υπάρχουν;

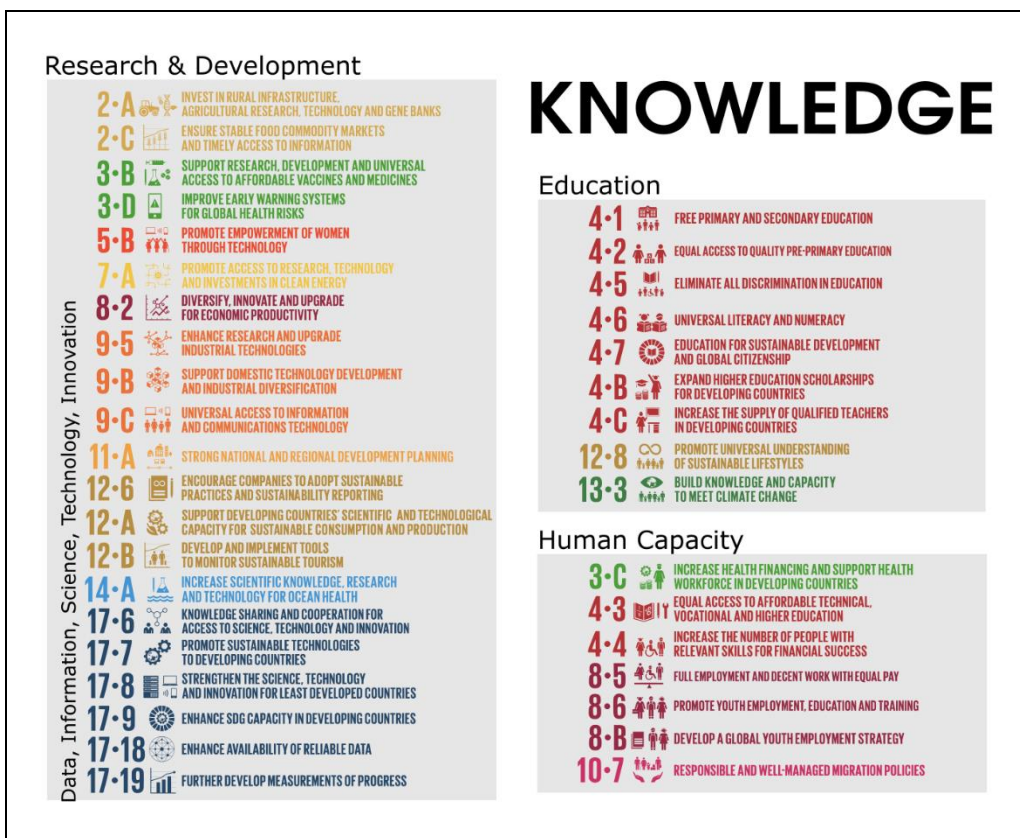
Η εξέταση των παραπάνω ερωτημάτων για κάθε επιμέρους ΣΒΑ από τους 169 σε συνδυασμό με στοιχεία από διάφορες τεχνικές κατηγοριοποίησης (formal concept analysis, conceptual clustering, argumentative/expert judgement approach) οδήγησε στην ταξινόμηση των ΣΒΑ στις κατηγορίες Φύση, Κοινωνία, Γνώση αλλά και στη δημιουργία υποκατηγοριών. Ο κάθε επιμέρους στόχος αξιολογήθηκε τόσο με βάση το περιεχόμενο του στόχου, όσο και με το περιεχόμενο των δεικτών που αξιολογούν την επίτευξή του (UNGA, 2017). Τα αποτελέσματα της κατηγοριοποίησης παρουσιάζονται στις Εικόνες 3,4,5.



Εικόνα 3 Επιμέρους ΣΒΑ που εντάσσονται στην κατηγορία Φύση (Μπόικος, 2020)

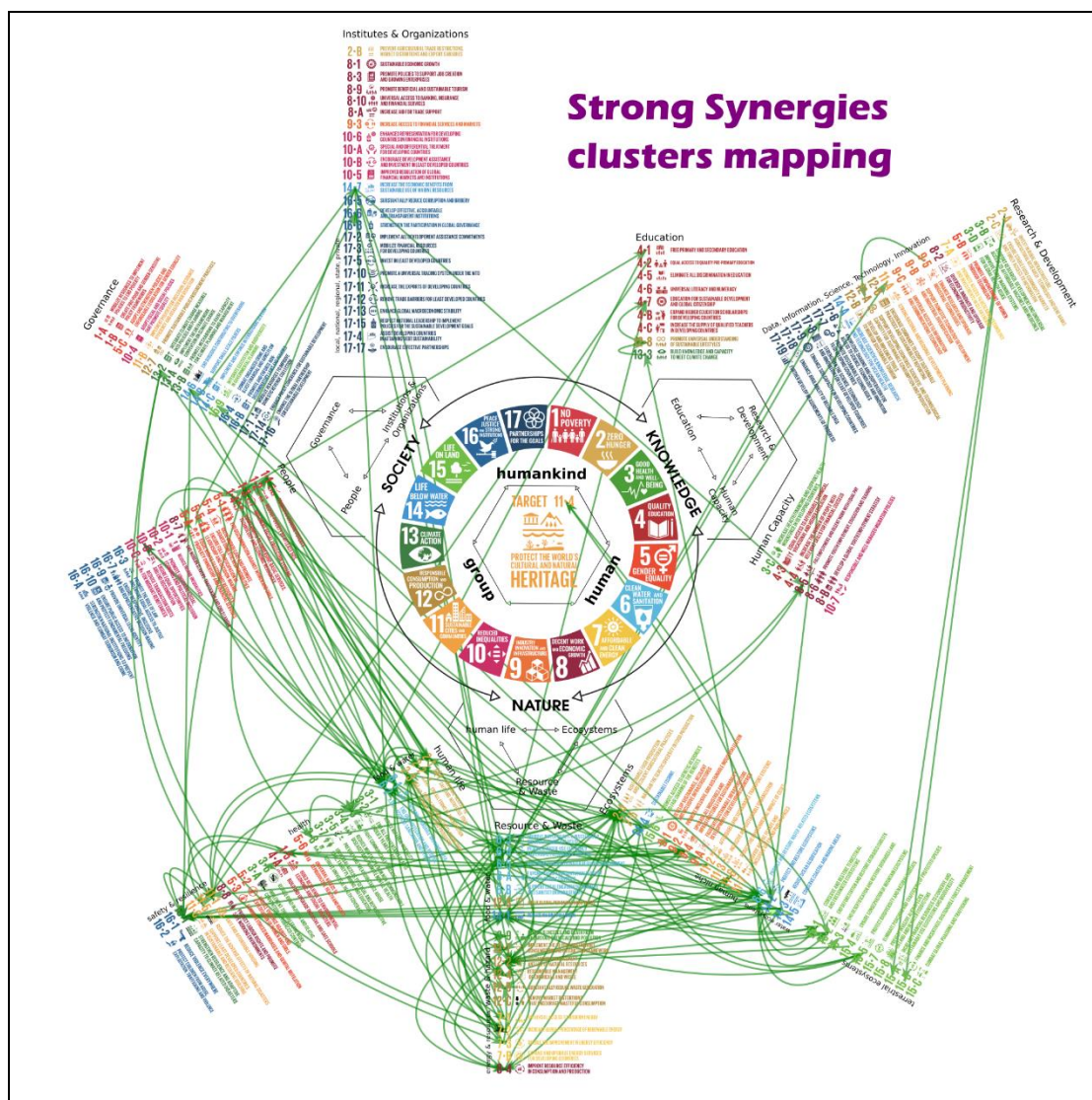


Εικόνα 4 Επιμέρους ΣΒΑ που εντάσσονται στην κατηγορία Κοινωνία (Μπόικος, 2020)



Εικόνα 5 Επιμέρους ΣΒΑ που εντάσσονται στην κατηγορία Γνώση (Μπόικος, 2020)

Για την καταγραφή των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στους 169 ΣΒΑ αξιοποιήθηκαν συγκεντρωτικές βιβλιογραφικές μελέτες (Μιολα et al., 2019· UNSC 2019), που εξετάζουν τις συνέργειες από την επίτευξη των στόχων, αλλά και τα αρνητικά αποτελέσματα που μπορεί να επιφέρει η επίτευξη ενός στόχου σε κάποιον άλλο στόχο, καθώς και το πολύπλοκο δίκτυο αλληλεπιδράσεων που δημιουργείται, η συστημική εξέταση του οποίου μπορεί να δώσει διέξοδο στη διαπραγμάτευση αυτών των αλληλεπιδράσεων. Από την καταγραφή αυτή προέκυψε μια συγκεντρωτική χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων (Εικόνα 6). Η χαρτογράφηση αξιοποιήθηκε για τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων των επιμέρους στόχων του Στόχου 4 με τους υπόλοιπους ΣΒΑ.



Εικόνα 6 Χαρτογράφηση Ισχυρών Αλληλεπιδράσεων μεταξύ των επιμέρους ΣΒΑ (Μπόικος, 2020)

## Αποτελέσματα

Με βάση την κατηγοριοποίηση που ακολουθήσαμε όλοι οι επιμέρους ΣΒΑ που περιέχονται στον Στόχο 4 εντάσσονται στην κατηγορία Γνώση και μόνο ένας εντάσσεται στην κατηγορία Φύση. Οι υπόλοιποι εντάσσονται στις υποκατηγορίες Εκπαίδευση (7/10 επιμέρους ΣΒΑ του Στόχου 4) και Ανθρώπινη Ικανότητα (εντάσσονται 2/10 επιμέρους ΣΒΑ του Στόχου 4). Το Μοντέλο Ανθρώπινης Ανάπτυξης και η χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων μπορούν να αναδείξουν την αλληλεπίδραση των ΣΒΑ που εντάσσονται στον στόχο 4 με τους υπόλοιπους ΣΒΑ.

Σύμφωνα με τα κείμενα του ΟΗΕ (UNESCO, 2015· UN, 2019) η εκπαίδευση βρίσκεται στη καρδιά της Ατζέντας 2030 και είναι καθοριστική για την επίτευξη όλων των ΣΒΑ. Σε αυτό το πλαίσιο πρέπει να δοθεί έμφαση στην αλληλεπίδραση των στόχων της εκπαίδευσης που αφορούν την ανθρώπινη υγεία, την οικονομική ανάπτυξη και την εργασία, τη βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση και την κλιματική αλλαγή.

Ωστόσο, δεν φαίνεται από τη χαρτογράφηση αλληλεπιδράσεων του Στόχου 4, που έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία, να υπάρχει η αντίστοιχη ερευνητική απόκριση για τη διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στους στόχους της Εκπαίδευσης και τους υπόλοιπους ΣΒΑ της κατηγορίας Γνώση αλλά και στους ΣΒΑ των άλλων κατηγοριών.

## Συμπεράσματα

Η μεθοδολογία που αναπτύξαμε εκτιμάμε ότι μπορεί να αξιοποιηθεί α) για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικού περιεχομένου τόσο στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (ΕΒΑ), ειδικά στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, β) για τη διερεύνηση του ρόλου της ΕΒΑ στον αναπτυξιακό σχεδιασμό, γ) σε σχέση με τα ζητήματα που αφορούν την εκπαίδευση ως αντικείμενο αναπτυξιακού σχεδιασμού. Τέλος, το Μοντέλο της Ανθρώπινης Ανάπτυξης (ΜΑΑ) θα μπορούσε να λειτουργήσει ως εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διαμόρφωση εποπτικής εικόνας των ΣΒΑ, των αλληλεπιδράσεών τους και των προβλημάτων που οι στόχοι καλούνται να αντιμετωπίσουν, αλλά και ως εργαλείο αναπτυξιακού σχεδιασμού μέσω του συμμετοχικού σχεδιασμού των Εμπλεκόμενων Μερών.

Ειδικά σε σχέση με τους ΣΒΑ που εντάσσονται στην κατηγορία Φύση, δημιουργούνται δυνατότητες διαπραγμάτευσης περιβαλλοντικών προβλημάτων σε ένα οργανωμένο πλαίσιο εκπαίδευσης. Η οργάνωση του περιεχομένου της εκπαίδευσης γύρω από τα περιβαλλοντικά προβλήματα δημιουργεί ένα ισχυρό διαθεματικό και διεπιστημονικό μαθησιακό περιβάλλον για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αλλά και των επιστημονικών πεδίων που διαπραγματεύονται ζητήματα αλληλεπίδρασης των Φυσικών και Κοινωνικών επιστημών και της Τεχνολογίας. Ταυτόχρονα μπορεί να προσφέρει στον εκπαιδευόμενο μια εικόνα για τη σχέση του με τα προβλήματα και τις δυνατότητες παρέμβασής του σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο, νοηματοδοτώντας την ανάπτυξη στάσεων και απόψεων για ζητήματα ανάπτυξης σε ένα πραγματικό πλαίσιο. Επιπλέον, στην εποχή της διάχυσης της πληροφορίας και της τεχνολογίας η διαδικασία εκπαίδευσης στους

ΣΒΑ μπορεί να οδηγήσει στην εξεύρεση πραγματικών λύσεων, μέσω δημιουργίας καινοτομιών ή υιοθέτησης καινοτομιών, σε προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ομάδες των εκπαιδευομένων, βελτιώνοντας τους όρους ζωής τους. Τέλος, είναι εξίσου σημαντικό στον σύγχρονο κόσμο, που οι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας αλληλοδιαπλέκονται με όλο και πιο σύνθετο τρόπο και τα προβλήματα που αντιμετωπίζει γίνονται όλο και πιο σύνθετα, να μπορεί η εκπαίδευση να προσφέρει μια εικόνα στο άτομο για τη θέση του στον κόσμο, τη σχέση του με τους άλλους ανθρώπους και τη σημερινή κατάσταση της ανθρωπότητας. Η δυνατότητα για την ανάπτυξη μιας κοσμοθεωρίας που να στηρίζεται σε πραγματικά δεδομένα της ανθρωπότητας πιστεύουμε ότι μπορεί να λειτουργήσει θετικά στη βελτίωση των ατομικών και των συλλογικών όρων ζωής των ανθρώπων.

Όσον αφορά την ένταξη της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη στον αναπτυξιακό σχεδιασμό, αυτή σχετίζεται αφενός με την ανάπτυξη της τεχνικής και επαγγελματικής εκπαίδευσης και ειδίκευσης σε ζητήματα που η ανάπτυξη των ανθρώπινων ικανοτήτων μπορεί να συμβάλει στη λύση ενός αναπτυξιακού προβλήματος και αφετέρου με την εκπαίδευση του γενικού πληθυσμού με σκοπό την ανάπτυξη στάσεων για επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων.

Τέλος, η οργανωμένη εκπαίδευση αποτελεί μία βάση για την οργάνωση της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η οικιστική ανάπτυξη συνδέεται τις εκπαιδευτικές ανάγκες και ο σχεδιασμός και η χωροθέτηση των σχολείων αλληλεπιδρά με τον οικιστικό ιστό και τις παραγωγικές δραστηριότητες. Επιπλέον, το σχολείο και οι οργανωμένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες μπορούν να επιλύσουν προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα παιδιά και οι οικογένειές τους σε διαφορετικά οικονομικά και κοινωνικά περιβάλλοντα με έναν μαζικό τρόπο (σίτιση, πρόσβαση σε νερό, πρόσβαση στην τεχνολογία). Ταυτόχρονα, η ίδια η οργάνωση της εκπαίδευσης μπορεί να δημιουργήσει νέα προβλήματα, όπως η αστικοποίηση ή η μετάδοση ασθενειών. Τέτοιου είδους ζητήματα αφορούν τον αναπτυξιακό σχεδιασμό της ίδιας της εκπαιδευτικής διαδικασίας ως οργανωμένης ανθρώπινης δραστηριότητας στα ποικίλα κοινωνικά και οικονομικά πλαίσια που υπάρχουν στις ανθρώπινες κοινωνίες.

Αυτός ο πολλαπλός ρόλος της σημερινής εκπαίδευσης στη λειτουργία της ανθρώπινης κοινωνίας είναι αυτός που υπαγορεύει ότι η εκπαίδευση - και ειδικότερα η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη - πρέπει να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι του αναπτυξιακού σχεδιασμού και στα τρία επίπεδα που περιγράψαμε παραπάνω. Η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει την πρόκληση να συνεχίσει να αναπτύσσεται με έναν βιώσιμο τρόπο. Η εκπαίδευση, σε όλες τις μορφές της, είναι το εργαλείο που θα μεταφέρει, θα συσσωρεύει και θα διαχέει τη γνώση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη στο παρόν και στο μέλλον επιταχύνοντας την επίλυση των προβλημάτων και τη βελτίωση των όρων ζωής της ανθρωπότητας, ατομικά και συλλογικά.

## Βιβλιογραφία

Μπόικος, Η. (2021). *Οι Στόχοι για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη του Ο.Η.Ε και η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη μέσα από ένα Μοντέλο για την Ανθρώπινη Ανάπτυξη* [Μεταπτυχιακή

- Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών], Πέργαμος <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2925728>
- Creanza, N., Kolodny, O., & Feldman, M.W. (2017). Cultural evolutionary theory: How culture evolves and why it matters, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), 7782–7789.
- Miola, A., Borchardt, S., Neher, F., & Buscaglia, D., (2019). *Interlinkages and policy coherence for the Sustainable Development Goals implementation: An operational method to identify trade-offs and co-benefits in a systemic way*, Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-79-99556-9
- United Nations (UN) (2019). *The Sustainable Development Goals Report 2019*. Ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>
- United Nations (UN) (2020). *Global Issues*. Ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο: <https://www.un.org/en/global-issues>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2015). *SDG4 - Education 2030*. Ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656\\_eng](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_eng)
- United Nations General Assembly (UNGA) (2015). *Transforming our world : the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>
- United Nations General Assembly (UNGA) (2017). *Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development*, 6 July 2017, A/RES/71/313. Ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο: [http://ggim.un.org/documents/A\\_RES\\_71\\_313.pdf](http://ggim.un.org/documents/A_RES_71_313.pdf)
- United Nations Statistical Commission (UNSC) (2019). *Interlinkages of the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο <https://unstats.un.org/unsd/statcom/50th-session/documents/BG-Item3a-Interlinkages-2030-Agenda-for-Sustainable-Development-E.pdf>



## Συμμετοχικός Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες μέσω των Στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης και της Επίλυσης Προβλήματος

**Ηλίας Μπόικος, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Κωνσταντίνος Σκορδούλης**

*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Το εργαστήριο αποτελεί πιλοτική εφαρμογή ερευνητικής εργασίας και απευθύνεται σε όσους εμπλέκονται με τη διδασκαλία των Φυσικών & Περιβαλλοντικών Επιστημών και την Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Σκοπός είναι οι συμμετέχοντες, μέσα από τη μεθοδολογία του συμμετοχικού σχεδιασμού, να αξιοποιήσουν το Μοντέλο Ανθρώπινης Ανάπτυξης, ώστε να εστιάσουν σε ένα πρόβλημα το οποίο ανακύπτει από τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, να αναγνωρίσουν τυχόν αλληλεπιδράσεις των Στόχων και να προτείνουν τον δικό τους εκπαιδευτικό σχεδιασμό σύμφωνα με τη μέθοδο επίλυσης προβλήματος.

**Λέξεις κλειδιά:** Εκπαίδευση στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες, Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, Συμμετοχικός Σχεδιασμός

## Participatory Educational Planning in Science and Environmental Education through SDGs and Problem Solving

**Ilias Boikos, Konstantina Tsalapati, Constantine Skordoulis**

*National and Kapodistrian University of Athens,*

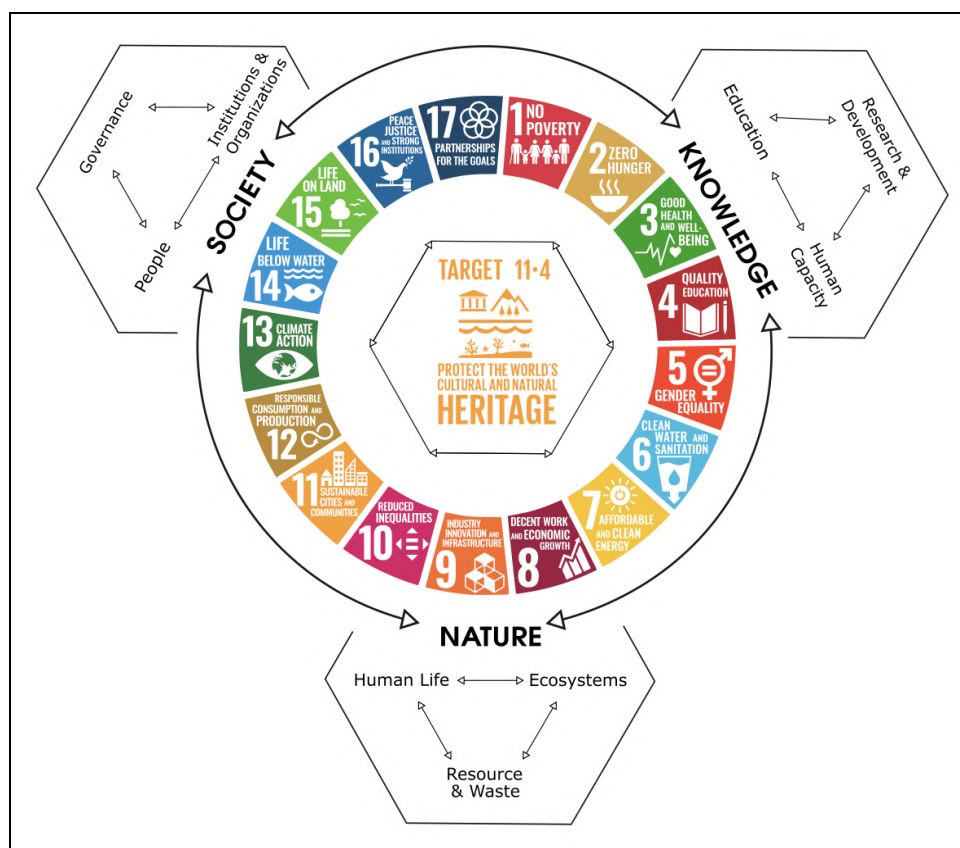
### Abstract

This workshop is a pilot study for a research and is addressed to people involved with Science and Environmental Education and Sustainable Development. The workshop aims at engaging the participants in participatory educational design based on the Human Development Model. They are called to focus on a problem that derives from the SDGs, to acknowledge the interconnections of the relevant SDGs and to suggest educational planning based on problem solving.

**Keywords:** Science Education, Environmental Education, Education for Sustainable Development, Participatory design

## Σύνοψη Εργαστηρίου

Η ανάπτυξη των ανθρώπινων συστημάτων μελετάται μέσω ενός Μοντέλου Ανθρώπινης Ανάπτυξης (ΜΑΑ) (Μπόικος, 2020) το οποίο βασίζεται στην αλληλεπίδραση τριών παραγόντων: της Φύσης, της Κοινωνίας και της Γνώσης. Βασική υπόθεση του μοντέλου είναι ότι σε κάθε φάση της ανθρώπινης ανάπτυξης συνεργούν στοιχεία φυσικών συνθηκών (Φύση), κοινωνικών σχέσεων (Κοινωνία) και γνωστικών προϋποθέσεων (Γνώση) σε τρία επίπεδα: την ανάπτυξη του ατόμου, την ανάπτυξη της ομάδας αλλά και την ανάπτυξη της ανθρωπότητας ως σύνολο (Εικόνα 1). Ως βασικοί μηχανισμοί για την ανθρώπινη ανάπτυξη εξετάζονται η επίλυση προβλήματος, η εμφάνιση της καινοτομίας και της νεωτερικότητας στην ανθρώπινη συμπεριφορά και πρακτική, καθώς και οι αλληλεπιδράσεις των βιολογικών και πολιτισμικών χαρακτηριστικών στην εξέλιξη του ανθρώπου (Creanza et al., 2017). Το ΜΑΑ έχει αξιοποιηθεί (Μπόικος, 2020) για την κατηγοριοποίηση των 169 επιμέρους Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (United Nations General Assembly, 2015) και τη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεών τους (Miola et al., 2019· United Nations Statistical Commission, 2019), καθώς και για την ανάπτυξη ενός οδικού χάρτη για τη διασαφήνιση, ιεράρχηση και αξιολόγηση των Παγκόσμιων Προβλημάτων (United Nations, 2020) σε σχέση με τα εμπλεκόμενα μέρη (Major Groups and Stakeholders) και τις περιστάσεις των προβλημάτων, καθώς και ως εργαλείο αναπτυξιακού σχεδιασμού για την επίλυση προβλημάτων και την εφαρμογή των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) (Εικόνα 2).



Εικόνα 8 Το Μοντέλο Ανθρώπινης Ανάπτυξης (Μπόικος, 2020)



Εικόνα 2 Μεθοδολογία Επίλυσης Προβλήματος για Αναπτυξιακό Σχεδιασμό (Μπόκοκς, 2020)

Το εργαστήριο αποτέλεσε πιλοτική εφαρμογή ερευνητικής εργασίας που αφορά στη διεπιστημονική προσέγγιση για τη μελέτη και τον σχεδιασμό της ανάπτυξης των ανθρώπινων συστημάτων. Σκοπός του ήταν, οι συμμετέχοντες ακολουθώντας μία σειρά βημάτων – δραστηριοτήτων να αξιοποιήσουν το ΜΑΑ, να εστιάσουν σε ένα πρόβλημα το οποίο ανακύπτει από τους ΣΒΑ, να αναγνωρίσουν τυχόν αλληλεπιδράσεις των Στόχων και να προτείνουν τον δικό τους εκπαιδευτικό σχεδιασμό σύμφωνα με τη μέθοδο επίλυσης προβλήματος (Εικόνα 2). Το εργαστήριο απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς ή/και ειδικούς που εμπλέκονται με τη διδασκαλία των Φυσικών & Περιβαλλοντικών Επιστημών και την Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Η μεθοδολογία του στηρίχθηκε στον συμμετοχικό σχεδιασμό (Στρατηγέα, 2015) και μέσω αυτού εξετάστηκε: α) αν το ΜΑΑ μπορεί να αξιοποιηθεί στη διδασκαλία των Φυσικών & Περιβαλλοντικών Επιστημών, μέσω της επίλυσης των προβλημάτων που προσπαθούν να αντιμετωπίσουν οι Στόχοι για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, β) αν η διδασκαλία Φυσικών & Περιβαλλοντικών Επιστημών μπορεί να αναδείξει και να διασαφηνίσει αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους ΣΒΑ στη βάση της επίλυσης συγκεκριμένων προβλημάτων και γ) αν ο παραπάνω εκπαιδευτικός σχεδιασμός συμβάλλει στον σχεδιασμό λύσεων των προβλημάτων αυτών σε τοπικό επίπεδο ή σε επίπεδο μονάδας εκπαίδευσης επιτυγχάνοντας σε κάποιο βαθμό την εφαρμογή των ΣΒΑ στο χωρικό πλαίσιο αναφοράς (σχολείο, γειτονιά, τοπική κοινωνία).

## Σύνοψη δραστηριοτήτων

### **Δραστηριότητα 1**

Οι συμμετέχοντες γνωρίστηκαν στα πλαίσια της ομάδας και περιηγήθηκαν σύντομα στο Μοντέλο Ανθρώπινης Ανάπτυξης και στους Στόχους για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (UN, 2019), μέσα από το σχετικό υλικό καθώς και τη διαδικασία που κλήθηκαν να ακολουθήσουν στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό μέσω ενός παραδείγματος επίλυσης περιβαλλοντικού προβλήματος. Το παράδειγμα ανέδειξε τους ΣΒΑ που σχετίζονται με το πρόβλημα, τις πιθανές αλληλεπιδράσεις των Στόχων με τις Φυσικές & Περιβαλλοντικές Επιστήμες, καθώς και τις προτεινόμενες λύσεις για τη συμβολή στην εφαρμογή κάποιων από τους ΣΒΑ. Το παράδειγμα που αξιοποιήθηκε ήταν η οξίνιση των ωκεανών, μέσω του οποίου αναδείχθηκαν οι σχετικοί ΣΒΑ, οι σχετικές επιστημονικές έννοιες και διαδικασίες, οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους ΣΒΑ σχετικά με το συγκεκριμένο πρόβλημα καθώς και κάποιες πιθανές λύσεις που μπορούν να μετριάσουν το πρόβλημα.

### **Δραστηριότητα 2**

Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες επέλεξαν ένα πρόβλημα το οποίο αναδείχθηκε από το περιεχόμενο των ΣΒΑ και αναγνώρισαν τις κατηγορίες του ΜΑΑ που αφορά (Φύση, Κοινωνία, Γνώση και υποκατηγορίες). Αναγνώρισαν τους σχετικούς ΣΒΑ που εμπλέκονται στην επίλυση του προβλήματος και τις πιθανές συνέργειες αλλά και τις αρνητικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους ΣΒΑ. Το πρόβλημα που επιλέχθηκε ήταν η διαχείριση του πόσιμου νερού (ΣΒΑ 6).

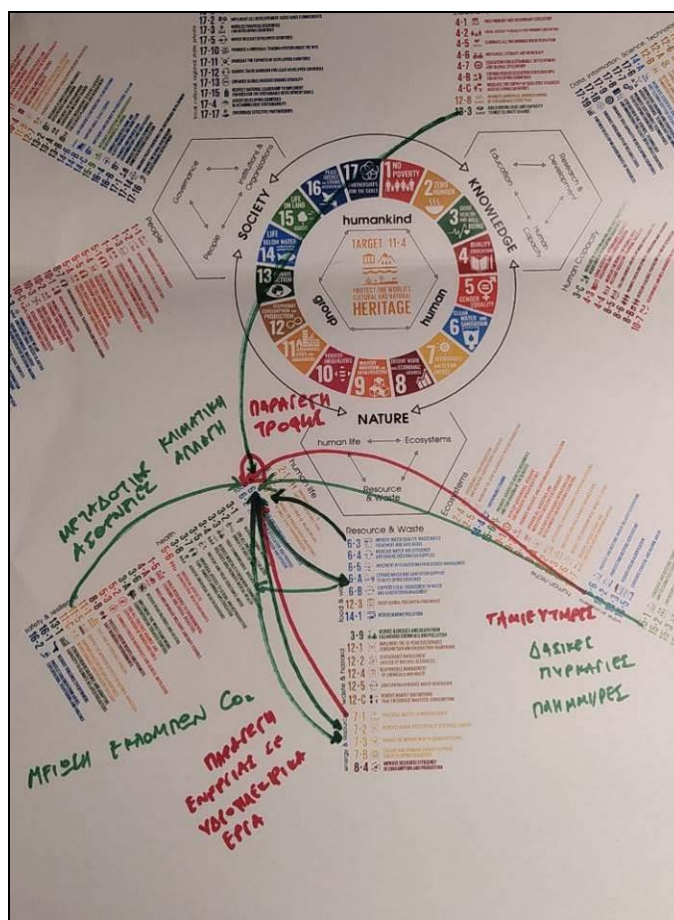
### **Δραστηριότητα 3**

Μετά τον ορισμό του προβλήματος και την ταυτοποίηση των σχετικών στόχων (Εικόνα 3), οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν τα ζητήματα των Φυσικών & Περιβαλλοντικών Επιστημών, τα οποία χρειάζεται να εντάξουν στον εκπαιδευτικό τους σχεδιασμό, στο πλαίσιο της αναγνώρισης και επίλυσης του προβλήματος που επέλεξαν. Στον όρο «ζητήματα» συμπεριλαμβάνονται: κεντρικές ιδέες, διαδικασίες, δεξιότητες, στάσεις, πτυχές της ιστορίας και της φύσης της επιστήμης που σχετίζονται με τις επιστήμες που εμπλέκονται και που η ομάδα στόχος του εκπαιδευτικού σχεδιασμού καλείται να εκπαιδευτεί σε αυτά. Μέσω αυτής της δραστηριότητας αναδείχθηκε και η διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία είναι απαραίτητη για τη διασαφήνιση της πολυπλοκότητας των προβλημάτων που επιλέχθηκαν.

### **Δραστηριότητα 4**

Τέλος, μέσω του εκπαιδευτικού σχεδιασμού και στα πλαίσια της επίλυσης προβλήματος διερευνήθηκε κατά πόσο μπορούν να σχεδιαστούν – προταθούν λύσεις, οι οποίες συμβάλλουν στην εφαρμογή των ΣΒΑ στο πλαίσιο της δράσης της ομάδας στόχου. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αναφέρουν σχετικές λύσεις που να περιλαμβάνουν τεχνήματα, προγράμματα ενημέρωσης, τεχνικές διαχείρισης

φυσικών πόρων και απορριμμάτων, τεχνικές μέτρησης και απόκτησης δεδομένων, σχεδιασμό διαδικασιών κ.ά.



Εικόνα 3 Αναγνώριση σχετικών ΣΒΑ, αλληλεπιδράσεων και σχετικών επιστημονικών ζητημάτων

## Βιβλιογραφία

- Μπόικος, Η. (2021). *Οι Στόχοι για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη του Ο.Η.Ε και η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη μέσα από ένα Μοντέλο για την Ανθρώπινη Ανάπτυξη*[Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών], Πέργαμος <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2925728>
- Στρατηγέα, Α. (2015). *Θεωρία και μέθοδοι συμμετοχικού σχεδιασμού*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών <http://hdl.handle.net/11419/5428>
- Creanza, N., Kolodny, O., & Feldman, M.W. (2017). Cultural evolutionary theory: How culture evolves and why it matters, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (30), 7782–7789.
- Miola, A., Borchardt, S., Neher, F., & Buscaglia, D., (2019). *Interlinkages and policy coherence for the Sustainable Development Goals implementation: An operational method to identify trade-offs and co-benefits in a systemic way*, Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-79-99556-9
- United Nations (UN) (2019). *The Sustainable Development Goals Report 2019*, ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>

United Nations (UN) (2020). *Global Issues*, ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο:  
<https://www.un.org/en/global-issues>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2015). *SDG4 - Education 2030*, ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο:  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656\\_eng](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_eng)

United Nations General Assembly (UNGA) (2015). *Transforming our world : the 2030 Agenda for Sustainable Development*, ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο:  
<https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>

United Nations Statistical Commission (UNSC) (2019). *Interlinkages of the 2030 Agenda for Sustainable Development*, ανακτήθηκε στις 20/06/2022 στο  
<https://unstats.un.org/unsd/statcom/50th-session/documents/BG-Item3a-Interlinkages-2030-Agenda-for-Sustainable-Development-E.pdf>

**Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021**

**9:30 – 11:00**

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.5**

**ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ**

## Μια ακολουθία δραστηριοτήτων για την εισαγωγή στοιχείων της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών: η διαδικασία βελτίωσής της

**Αναστάσιος Ζουπίδης**

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή περιγράφουμε τις βελτιωτικές αλλαγές από την πρώτη στη δεύτερη φάση ανάπτυξης και εφαρμογής μιας ακολουθίας πειραματικών δραστηριοτήτων με στόχο την κατανόηση του συλλογισμού της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στο πλαίσιο πειραμάτων πλεύσης-βύθισης και ιδιοτήτων των μαγνητικών υλικών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών στο πλαίσιο ενός εξαμηνιαίου εργαστηριακού μαθήματος Φυσικών Επιστημών. Οι βελτιωτικές αλλαγές μελετήθηκαν με βάση το μοντέλο του Pickering, όπως αυτό προσαρμόστηκε και εξειδικεύτηκε στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι βελτιωτικές αλλαγές διαφοροποιούνται ανάλογα με τους παράγοντες που τους καθοδηγούν.

**Λέξεις κλειδιά:** Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες, Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών, Μοντέλο Pickering

## A sequence of activities for the introduction of aspects of Control of Variables Strategy: its refinement process

**Anastasios Zoupidis**

*Democritus University of Thrace*

### Abstract

In this study we describe the refinement process from the first to the second phase of a sequence development and implementation of experimental activities that aim in understanding Control of Variables Strategy reasoning, in the context of floating/sinking and properties of magnets. The research was carried out during a science laboratory course in a department of early childhood education. The refinements were analyzed based on Pickering's model as it was adapted and specialized in science education. The results showed that the refinements are differentiated from each other according to the factors that guide them.

**Keywords:** Teaching Learning Sequences, Control of Variables Strategy, Pickering model



## Εισαγωγή

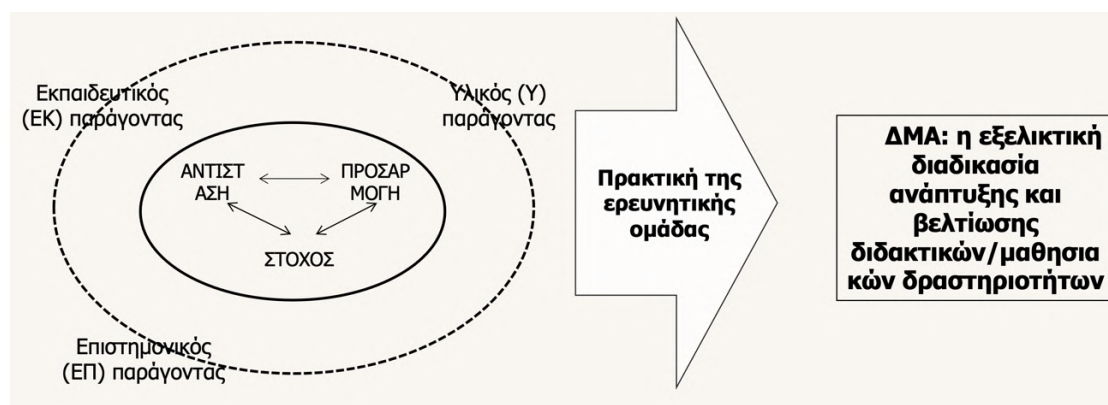
Τα σύγχρονα αναλυτικά προγράμματα Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) προτρέπουν στην αξιοποίηση διερευνητικών περιβαλλόντων διδασκαλίας και μάθησης, στα οποία η επιστημονική μέθοδος / πρακτικές να αποτελούν και μαθησιακό στόχο εκτός από μέσο για μάθηση (NGSS, 2013· Rocard et al., 2007). Ταυτόχρονα, ένας από τους βασικούς παράγοντες για την επίτευξη αυτής της προτροπής είναι ο εξής: ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της εκπαίδευσης των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε θέματα διδασκαλίας των ΦΕ να γίνεται βάση της σχετικής έρευνας στο πεδίο αυτό (Han et al., 2017· Linn & Jacobs, 2015).

Μια από τις βασικές πτυχές επιστημονικής πρακτικής είναι η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ), δηλαδή η μέθοδος για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση έγκυρων πειραμάτων με στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης κάποιας μεταβλητής σε ένα φαινόμενο (Boudreaux et al., 2008· Chen and Klahr, 1999). Πιο συγκεκριμένα, ο βασικός συλλογισμός της μεθόδου ΣΕΜ είναι ο ακόλουθος: για να είναι ένα πείραμα ασφαλές ώστε να βγάλουμε συμπέρασμα, θα πρέπει α) να περιλαμβάνει δύο τουλάχιστον δοκιμές, β) η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει να μεταβάλλεται και γ) όλες οι υπόλοιπες να παραμένουν σταθερές (Boudreaux et al., 2008).

Τις τελευταίες δεκαετίες, υπάρχει σημαντική ερευνητική δραστηριότητα με στόχο την αναζήτηση αποτελεσματικών περιβαλλόντων διδασκαλίας και μάθησης της ΣΕΜ, από την οποία προκύπτει ότι ο συνδυασμός ανακαλυπτικής προσέγγισης, δηλαδή μάθησης της μεθόδου μέσω πειραματισμού, και ρητής διδασκαλίας της ΣΕΜ οδηγεί σε σημαντική κατανόηση της μεθόδου (Ζουπίδης κ. ά., 2018· Lorch et al., 2010). Για παράδειγμα, στην έρευνα της ομάδας μας, στο πλαίσιο ενός εξαμηνιαίου πανεπιστημιακού μαθήματος, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο συνδυασμός ρητής διδασκαλίας στοιχείων της ΣΕΜ και πειραματισμού είναι πιο αποτελεσματικός από μια διδασκαλία κατά την οποία μελλοντικοί Νηπιαγωγοί αναμένεται να κατανοήσουν τη μέθοδο αυτή μόνον εφαρμόζοντάς την σε μια σειρά από πειράματα καθοδηγούμενης διερεύνησης (Ζουπίδης κ.ά., 2018). Βασιζόμενοι στο παραπάνω αποτέλεσμα, στο πλαίσιο του προγράμματος Science Teachers' Inquiry (βλ. Ευχαριστίες) η ομάδα μας στράφηκε στη διερεύνηση της επίδρασης των πεποιθήσεων μελλοντικών Νηπιαγωγών στην πρόθεσή τους να ενσωματώσουν διερευνητικές διδακτικές μεθόδους (ΣΕΜ) στη διδασκαλία τους, ως αποτέλεσμα συνδυασμού ρητής διδασκαλίας της ΣΕΜ και πειραματισμού (Zoupidis et al., 2021). Εντούτοις, η ακολουθία των δραστηριοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν την περίπτωση, αποτέλεσε βελτιωμένη εκδοχή της αρχικής ακολουθίας δραστηριοτήτων, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στο Ζουπίδης κ.ά. (2018).

Υιοθετώντας το θεωρητικό πλαίσιο του Pickering (1995), όπως αυτό προσαρμόστηκε και εξειδικεύτηκε στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Kariotoglou et al., 2003) επιχειρούμε να περιγράψουμε τις βελτιωτικές αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στην ακολουθία των δραστηριοτήτων για την διδασκαλία και μάθηση της ΣΕΜ, από την αρχική (Ζουπίδης κ. ά., 2018) στην τελική εκδοχή της (Zoupidis et al., 2021). Στην προσέγγιση αυτή (α) οι ακολουθίες μαθησιακών δραστηριοτήτων είναι επιστημονικά προϊόντα στο πεδίο της Διδακτικής των

Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) και έχουν μεταβλητό χαρακτήρα, (β) ένας ερευνητής της ΔΦΕ είναι ο επιστήμονας της ΔΦΕ που μέσα από τις πρακτικές του παράγει μια ακολουθία μαθησιακών δραστηριοτήτων, και (γ) οι δραστηριότητες και οι σχέσεις μεταξύ τους περιορίζονται από τρεις παράγοντες, τον Εκπαιδευτικό, τον Υλικό και τον Επιστημονικό παράγοντα. Οι ερευνητές της ΔΦΕ, όταν παράγουν μια ακολουθία μαθησιακών δραστηριοτήτων, επιτυγχάνουν τους στόχους τους και ξεπερνούν τις αντιστάσεις που συναντούν, εφαρμόζοντας μια σειρά από προσαρμογές (Ζουπίδης κ. ά., 2011; Zoupidis et al., 2016).



Εικόνα 9 Το θεωρητικό μοντέλο του Pickering

Πιο συγκεκριμένα, στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο το μοντέλο του Pickering, περιγράφει το αποτέλεσμα της πρακτικής μιας ερευνητικής ομάδας της ΔΦΕ, το οποίο είναι μια ακολουθία διδακτικών μαθησιακών δραστηριοτήτων που προκύπτει μέσα από μια εξελικτική διαδικασία ανάπτυξης και βελτίωσής της. Στη διαδικασία αυτή, στόχο αποτελεί κάθε διδακτικός στόχος ή / και κάθε αναμενόμενο μαθησιακό αποτέλεσμα, αντίσταση αποτελεί κάθε δυσκολία στην διαδικασία σχεδιασμού, ανάπτυξης και εφαρμογής της ακολουθίας δραστηριοτήτων, και προσαρμογή αποτελεί κάθε βελτιωτική αλλαγή που έχει σκοπό να ξεπεραστεί μια αντίσταση.

Θεωρούμε ότι ο Εκπαιδευτικός παράγοντας σχετίζεται με το εκπαιδευτικό σύστημα, το σχολείο και την τάξη, και αναφέρεται στα καθημερινά διδακτικά – μαθησιακά περιβάλλοντα, τα χαρακτηριστικά των δασκάλων και των μαθητών (εμπειρίες, Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, δυσκολίες κ.ά.). Ο Υλικός παράγοντας σχετίζεται με τις υποδομές του σχολείου, όπως πειραματικές διατάξεις, ψηφιακές τεχνολογίες, αίθουσες εργαστηρίων, κ.ά. Τέλος, ο Επιστημονικός παράγοντας σχετίζεται με τις τρέχουσες και κυρίαρχες διδακτικές – μαθησιακές θεωρίες στον χώρο της ΔΦΕ. Αναμένουμε ότι η ανάλυση με βάση το μοντέλο Pickering θα αναδείξει τις βελτιωτικές αλλαγές στην ακολουθία δραστηριοτήτων για την διδασκαλία και μάθηση της ΣΕΜ και τους παράγοντες που τις καθοδήγησαν.

## Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών κατά τη διάρκεια εξαμηνιαίου εργαστηριακού μαθήματος για τη διδασκαλία ΦΕ, σε δύο συνεχόμενα

ακαδημαϊκά έτη. Στη διάρκεια του πρώτου έτους, Φάση1, φοιτητές/τριες ( $N_1=67$ ) σχεδίασαν και υλοποίησαν πειράματα για φαινόμενα που συζητιούνται συχνά με παιδιά προσχολικής ηλικίας, π.χ. ποιο σώμα πλέει και ποιο βυθίζεται ή ποιο υλικό έλκεται από έναν μαγνήτη και ποιο όχι. Ταυτόχρονα με τον πειραματισμό έγινε ρητή εισαγωγή στον συλλογισμό που συνοδεύει την μέθοδο ΣΕΜ (Ζουπίδης κ. ά., 2018). Τα αποτελέσματα της Φάσης 1 έδειξαν ότι παρά τη βελτίωση στις απαντήσεις των φοιτητριών, ορισμένες από αυτές διατήρησαν τις αρχικές τους ιδέες, χωρίς να καταφέρουν να ξεπεράσουν τις δυσκολίες στην περιγραφή και την εφαρμογή της μεθόδου ΣΕΜ. Για παράδειγμα, κάποιες φοιτήτριες συνέχισαν να δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στις πεποιθήσεις τους από ό,τι στις διαδικασίες πειραματισμού, όπως είναι η μέθοδος ΣΕΜ (Ζουπίδης κ. ά., 2018), αναπαράγοντας π.χ. τη δηλωτική γνώση ότι η πλεύση ή βύθιση δεν επηρεάζεται από το βάρος, αλλά από το υλικό αντικειμένου, αντί να αναφέρουν ότι για να καταλήξουμε σε συμπέρασμα πρέπει να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν.

Για αυτόν τον λόγο, στη διάρκεια του δεύτερου έτους, Φάση 2 ( $N_2=45$ ), η ερευνητική ομάδα πραγματοποίησε βελτιωτικές αλλαγές στις δραστηριότητες του μαθήματος, ώστε να ενισχυθούν οι συζητήσεις σχετικά με την αναγκαιότητα εφαρμογής της μεθόδου ΣΕΜ, εκτός από τη λογική με την οποία καταλήγουμε σε συμπεράσματα χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που προκύπτουν από πειράματα. Μια αλλαγή προς αυτήν την κατεύθυνση, για παράδειγμα, ήταν να συζητηθούν και να αξιολογηθούν όχι μόνο έγκυρα αλλά και μη έγκυρα πειράματα, καθώς και οι λόγοι για τους οποίους κάποια πειράματα δεν είναι έγκυρα. Στη διάρκεια του δεύτερου έτους, φοιτητές/τριες εφάρμοσαν την τροποποιημένη ακολουθία δραστηριοτήτων. Τα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία εστίασαμε στην παρούσα εργασία είναι τα εξής:

1. Ποιες είναι οι βελτιωτικές αλλαγές από την πρώτη στη δεύτερη φάση ανάπτυξης και εφαρμογής της ακολουθίας πειραματικών δραστηριοτήτων με στόχο την κατανόηση του συλλογισμού της ΣΕΜ;
2. Ποιοι από τους τρεις παράγοντες του μοντέλου του Pickering (εκπαιδευτικός, υλικός, επιστημονικός) καθοδήγησαν τους ερευνητές να πραγματοποιήσουν αυτές τις βελτιωτικές αλλαγές;

Για να περιγράψουμε τις αλλαγές αυτές και να απαντήσουμε στα δύο ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας χρησιμοποιήσαμε: τα φύλλα εργασίας που σχεδιάστηκαν από τους ερευνητές και χρησιμοποιήθηκαν από τις φοιτήτριες κατά τη διάρκεια του εξαμηνιαίου μαθήματος, τα πριν και μετά ερωτηματολόγια για την αξιολόγηση της κατανόησης της μεθόδου ΣΕΜ και τις σημειώσεις των ερευνητών.

Η διαδικασία ανάδειξης, αιτιολόγησης και κατηγοριοποίησης των βελτιωτικών αλλαγών των δραστηριοτήτων περιλαμβάνει τα εξής τρία βήματα:

1. *Διαφορές στον σχεδιασμό των φύλλων εργασίας:* Αρχικά, έγινε ο εντοπισμός των διαφορών μεταξύ των φύλλων εργασίας των δραστηριοτήτων στις δύο φάσεις. Για τη διασταύρωση και επιβεβαίωση των ευρημάτων, μελετήσαμε τις σημειώσεις των ερευνητών κατά τη διάρκεια της εφαρμογής στη Φάση 1 και κατά τη διάρκεια του επανασχεδιασμού της πριν την Φάση 2.

2. *Σημαντικές βελτιωτικές αλλαγές*: Έπειτα, εστιάσαμε στις διαφορές στον σχεδιασμό που αφορούσαν τη διδακτική και μαθησιακή προσέγγιση κάθε δραστηριότητας και το περιεχόμενο που διαπραγματεύονταν.
3. *Ανάλυση με το μοντέλο του Pickering*: Τέλος, αναλύσαμε κάθε βελτιωτική αλλαγή ακολουθώντας το μοντέλο του Pickering (Εικόνα 1). Στο πλαίσιο της ανάλυσης η κάθε δραστηριότητα έχει έναν τουλάχιστον στόχο. Η ανάλυση των δεδομένων ανέδειξε τις *αντιστάσεις* που επηρέασαν και καθοδήγησαν τους ερευνητές σε συγκεκριμένες *προσαρμογές*.

## Αποτελέσματα

Οι βελτιωτικές αλλαγές που ανιχνεύτηκαν στις δραστηριότητες, σχετικά με τη διδασκαλία και μάθηση της μεθόδου ΣΕΜ, ήταν συνολικά πέντε και παρουσιάζονται με βάση το μοντέλο ανάλυσης Pickering (στόχος, αντίσταση, προσαρμογή) (Πίνακας 1). Οι αλλαγές αφορούσαν διαφορετικές πτυχές της μεθόδου ΣΕΜ, έχοντας ως στόχο για παράδειγμα την ικανότητα διάκρισης έγκυρου και μη έγκυρου πειράματος ή την ικανότητα σχεδιασμού ενός έγκυρου πειράματος.

Συγκεκριμένα, οι αλλαγές ήταν οι εξής: (1) πιο δομημένη διερεύνηση, προς διευκόλυνση της επιλογής έγκυρου πειράματος, (2) προσθήκη καθοδηγούμενης αμέσως μετά από μια δομημένη δραστηριότητα, για τη βαθμιαία μετάβαση σε πιο ανοιχτή διερεύνηση, (3) προσθήκη δομημένης αμέσως πριν από καθοδηγούμενη δραστηριότητα, για τη βαθμιαία μετάβαση σε πιο ανοιχτή διερεύνηση, (4) αύξηση της καθοδήγησης, προς διευκόλυνση διάκρισης ενός συμπεράσματος από τη διαδικασία εξαγωγής του, και (5) αύξηση της καθοδήγησης, προς διευκόλυνση αναγνώρισης του σχεδιαστικού λάθους σε ένα μη έγκυρο πείραμα.

Χάρη συντομίας, θα περιγράψουμε αναλυτικά μόνο τις δύο πρώτες βελτιωτικές αλλαγές:

*(1) Έτοιμα προτεινόμενα πειράματα αντί δοκιμών προς συνδυασμό για τη δημιουργία πειραμάτων*

*Στόχος*: Αυτή η βελτιωτική αλλαγή αναφέρεται στον βαθμό καθοδήγησης (άρα στην διδακτική μέθοδο), με τον οποίο οι φοιτητές κλήθηκαν να διακρίνουν μεταξύ έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων που αφορούσαν μαγνητικά φαινόμενα και φαινόμενα πλεύσης και βύθισης, στα αντίστοιχα φύλλα εργασίας. Στην Φάση 1, ζητήθηκε από τους φοιτητές να επιλέξουν δύο από πέντε δοκιμές, για παράδειγμα για τα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης (Εικόνα 2, άνω πίνακας), ώστε να διερευνήσουν εάν το βάρος ενός αντικειμένου επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή του. Επίσης, ζητήθηκε από τους φοιτητές να επιλέξουν και να αιτιολογήσουν τις συγκρίσεις των δοκιμών που δεν μπορούν να οδηγήσουν σε ασφαλές συμπέρασμα.

*Αντίσταση*: Οι φοιτητές δυσκολεύτηκαν, κατά τη διάρκεια του μαθήματος, να επιλέξουν και να συγκρίνουν τις κατάλληλες δοκιμές, ώστε να προκύψει έγκυρο πείραμα. Επίσης, δυσκολεύτηκαν να επιλέξουν και να αιτιολογήσουν τις συγκρίσεις των δοκιμών που δεν οδηγούν σε ασφαλές συμπέρασμα.

Στόχος	Αντίσταση	Προσαρμογή	Παράγοντας	Πηγή δεδομένων
1. Ικανότητα <b>διάκρισης</b> έγκυρου και μη έγκυρου πειράματος	Δυσκολία να επιλέξουν και να συγκρίνουν τις κατάλληλες δοκιμές, ώστε να προκύπτει έγκυρο πείραμα.	Πιο δομημένη διερευνητική δραστηριότητα, προς διευκόλυνση της επιλογής έγκυρου πειράματος. Συγκεκριμένα, ένας πίνακας πέντε δοκιμών, από τις οποίες έπρεπε να επιλεγούν οι δύο ώστε να προκύψει έγκυρο πείραμα, αντικαταστάθηκε από έναν πίνακα τεσσάρων έτοιμων προτεινόμενων πειραμάτων, με δύο δοκιμές το καθένα, εκ των οποίων το ένα ήταν έγκυρο.	ΕΚ	Φύλλα εργασίας,  Σημειώσεις ερευνητών
2. Ικανότητα <b>σχεδιασμού</b> έγκυρου πειράματος για τη διερεύνηση της επίδρασης του βάρους στην πλεύση και την βύθιση.	Δυσκολία να εστιάσουν στην υπό μελέτη ανεξάρτητη μεταβλητή εξαιτίας της αποκτηθείσας γνώσης «το υλικό του αντικειμένου επηρεάζει την πλεύση ή την βύθιση και όχι το βάρος».	Βαθμιαία μετάβαση από δομημένη σε καθοδηγούμενη, δηλαδή σε πιο ανοιχτή διερεύνηση. Προσθήκη δραστηριότητας καθοδηγούμενης διερεύνησης με στόχο την διερεύνηση της επίδρασης της ανεξάρτητης μεταβλητής «υλικό του αντικειμένου» στα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης.	ΕΚ, ΕΠ	Ερωτηματολόγιο
3. Ικανότητα <b>σχεδιασμού</b> έγκυρου πειράματος για τη διερεύνηση της επίδρασης της απόστασης στην ισχύ ενός μαγνήτη.	Δυσκολία να εξαλειφθούν σχεδιαστικά λάθη, κατά τα οποία μεταβάλλονται εκτός από την υπό μελέτη τουλάχιστον άλλη μία μεταβλητή.	Βαθμιαία μετάβαση από δομημένη σε καθοδηγούμενη, δηλαδή πιο ανοιχτή διερεύνηση. Προσθήκη ενός σκέλους δομημένης διερεύνησης πριν από την προϋπάρχουσα καθοδηγούμενη διερεύνηση.	ΕΚ, ΕΠ	Φύλλα εργασίας,  Ερωτηματολόγιο
4. Κατανόηση της <b>σημασίας των παρατηρήσεων</b> κατά τη διάρκεια ενός πειράματος για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων	Αδυναμία διάκρισης του συμπεράσματος από τη διαδικασία με την οποία καταλήγουμε σε αυτό.	Πιο δομημένη διερευνητική δραστηριότητα, προς διευκόλυνση διάκρισης ενός συμπεράσματος από τη διαδικασία εξαγωγής του. Από την ερώτηση « <i>Ποιο είναι το συμπέρασμα και πώς καταλήξατε σε αυτό; .....</i> » στις ερωτήσεις « <i>Ποιο είναι το συμπέρασμα; ..... Πώς καταλήξατε σε αυτό; .....</i> »	ΕΚ	Φύλλα εργασίας,  Ερωτηματολόγιο
5. Κατανόηση της <b>αοριστίας</b> ενός μη έγκυρου πειράματος στο οποίο εκτός από την υπό μελέτη μεταβάλλεται ακόμη μία τουλάχιστον μεταβλητή.	Δυσκολία να εξαλειφθούν σχεδιαστικά λάθη, κατά τα οποία εκτός από την υπό μελέτη μεταβάλλεται τουλάχιστον άλλη μία μεταβλητή.	Πιο δομημένη διερευνητική δραστηριότητα, προς διευκόλυνση αναγνώρισης του σχεδιαστικού λάθους. Από τη δραστηριότητα « <i>Βρείτε το λάθος και προτείνετε αλλαγή ώστε να προκύψει έγκυρο πείραμα: ... παράθεση μη έγκυρου πειράματος ...</i> » στη δραστηριότητα « <i>Βρείτε το λάθος: ... παράθεση μη έγκυρου πειράματος..... Προτείνετε αλλαγή ώστε να προκύψει έγκυρο πείραμα: .....</i> »	ΕΚ	Ερωτηματολόγιο

Πίνακας 1 Οι πέντε βελτιωτικές αλλαγές από την πρώτη στη δεύτερη φάση της έρευνας

**Προσαρμογή:** Στην Φάση2 αντικαταστήσαμε τις πέντε δοκιμές με τέσσερα έτοιμα προτεινόμενα πειράματα (Εικόνα 2, κάτω πίνακας), από τα οποία μόνο ένα ήταν έγκυρο. Οι φοιτητές κλήθηκαν να επιλέξουν και να αιτιολογήσουν το έγκυρο ή τα έγκυρα κατά την άποψή τους πειράματα, καθώς και να αιτιολογήσουν γιατί θεωρούν ότι τα υπόλοιπα δεν είναι έγκυρα.

Μεταβλητή	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	Δοκιμή 4	Δοκιμή 5
Βάρος	10 g	20 g	10 g	20 g	20 g
Είδος υλικού	ξύλο	μάρμαρο	ξύλο		μάρμαρο
Είδος υγρού	νερό	αλατόνερο	αλατόνερο	νερό	νερό
<b>Αποτέλεσμα</b>	Πλεύση	Βύθιση	Πλεύση	Πλεύση	Βύθιση

	Πείραμα 1		Πείραμα 2		Πείραμα 3		Πείραμα 4	
Μεταβλητή	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2
Βάρος	10 g	20 g	10 g	20 g	10 g	20 g	10 g	10 g
Είδος υλικού	ξύλο	ξύλο	ξύλο	μάρμαρο	ξύλο	μάρμαρο	ξύλο	μάρμαρο
Είδος υγρού	νερό	νερό	νερό	αλατόνερο	νερό	νερό	νερό	νερό

Εικόνα 2 Έτοιμα προτεινόμενα πειράματα αντί δοκιμών προς συνδυασμό για τη δημιουργία πειραμάτων

Επομένως, προέκυψε μια πιο δομημένη διερευνητική δραστηριότητα, δηλαδή μια δραστηριότητα με μεγαλύτερη καθοδήγηση προς τους φοιτητές με στόχο τη διευκόλυνσή τους στην επιλογή έγκυρου πειράματος. Με αυτήν την έννοια, καθοριστικός παράγοντας που καθοδήγησε τη βελτιωτική αλλαγή ήταν ο εκπαιδευτικός παράγοντας.

(2) Βαθμιαία μετάβαση από δομημένη σε καθοδηγούμενη διερεύνηση, με προσθήκη καθοδηγούμενης αμέσως μετά από μια δομημένη δραστηριότητα

**Στόχος:** Αυτή η βελτιωτική αλλαγή αναφέρεται στη βαθμιαία μετάβαση από δραστηριότητες δομημένες σε δραστηριότητες καθοδηγούμενης διερεύνησης, δηλαδή πιο ανοιχτής διερεύνησης. Στη Φάση 1, οι φοιτητές μελετούσαν την επίδραση των μεταβλητών βάρος και σχήμα συμπαγούς αντικειμένου στην πλεύση και τη βύθιση με δομημένη διερεύνηση (η διαδικασία του πειράματος ήταν καθορισμένη).

**Αντίσταση:** Οι φοιτητές δυσκολεύτηκαν να εστιάσουν στην υπό μελέτη ανεξάρτητη μεταβλητή (βάρος αντικειμένου), στα έργα για τον σχεδιασμό έγκυρου πειράματος στο ερωτηματολόγιο, αμέσως μετά το εξαμηνιαίο μάθημα. Η δυσκολία τους αυτή αποδόθηκε στην αποκτηθείσα γνώση ότι «το υλικό του αντικειμένου επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση και όχι το βάρος». Με βάση αυτήν την γνώση οι φοιτητές θεώρησαν ότι δεν χρειάζεται να ελέγξουμε εάν το βάρος επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση και πρότειναν πείραμα με το οποίο να ελέγξουν / αποδείξουν ότι το υλικό είναι ο παράγοντας που επηρεάζει.

**Προσαρμογή:** Σαν αποτέλεσμα, στη Φάση 2, αμέσως μετά τις δομημένες διερευνήσεις (βάρος, σχήμα), προσθέσαμε μια επιπλέον δραστηριότητα για τη μελέτη της επίδρασης του υλικού στην πλεύση και τη βύθιση με καθοδηγούμενη διερεύνηση (η διαδικασία του πειράματος ήταν ανοιχτή), ώστε οι φοιτητές να αντιληφθούν τότε και με ποιον τρόπο σχεδιάζουμε ένα πείραμα για να ελέγξουμε την επίδραση του υλικού στο φαινόμενο.

Επομένως, προέκυψε μετάβαση από δομημένη σε καθοδηγούμενη διερεύνηση, δίνοντας τη δυνατότητα στους φοιτητές να διερευνήσουν το φαινόμενο και τους παράγοντες που το επηρεάζουν σε πιο ανοιχτό περιβάλλον διερεύνησης, ακολουθώντας τις προτάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας (Pedaste et al., 2015). Επομένως, θεωρούμε ότι ο παράγοντας που καθοδήγησε τη βελτιωτική αλλαγή ήταν κυρίως ο επιστημονικός.

Η βελτίωση στην κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ ήταν στατιστικά σημαντική τόσο στην πρώτη όσο και στη δεύτερη φάση της έρευνας (Wilcoxon,  $p < .001$ ), λόγω των καινοτομικών χαρακτηριστικών των δραστηριοτήτων. Εντούτοις, το μέγεθος της επίδρασης (Wilcoxon effect size,  $r=Z/\sqrt{N}$ ) (Rosenthal, 1994) ήταν μεγαλύτερο στη δεύτερη φάση, αναδεικνύοντας τη χρησιμότητα των βελτιωτικών αλλαγών.

## Συμπεράσματα

Στην εργασία περιγράφουμε τις βελτιωτικές αλλαγές από την πρώτη στη δεύτερη φάση ανάπτυξης και εφαρμογής μιας ακολουθίας πειραματικών δραστηριοτήτων με στόχο την κατανόηση του συλλογισμού της ΣΕΜ, από φοιτητές/τριες Τμήματος Νηπιαγωγών, στο πλαίσιο πειραμάτων φυσικών φαινομένων.

Από τις πέντε βελτιωτικές αλλαγές, για τις τρεις που καθοδηγήθηκαν από τον εκπαιδευτικό παράγοντα (δυσκολίες των φοιτητών) η προσαρμογή ήταν μια πιο δομημένη διερευνητική δραστηριότητα με στόχο τη διευκόλυνση των φοιτητών/τριών. Αντίθετα, για τις δύο αλλαγές που καθοδηγήθηκαν και από τον επιστημονικό παράγοντα (θεωρία ΔΦΕ) (π.χ. Pedaste et al., 2015) η προσαρμογή ήταν μια βαθμιαία μετάβαση από δομημένη σε καθοδηγούμενη, δηλαδή πιο ανοιχτή διερεύνηση.

Τέλος, σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προγενέστερης έρευνας (Zoupidis et al., 2016), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι βελτιωτικές αλλαγές που καθοδηγήθηκαν από τον εκπαιδευτικό παράγοντα ήταν τοπικού χαρακτήρα, δηλαδή αφορούσαν συγκεκριμένη δραστηριότητα, ενώ αυτές που καθοδηγήθηκαν από τον επιστημονικό παράγοντα ήταν ολιστικού χαρακτήρα, δηλαδή αφορούσαν εν δυνάμει ένα σύνολο δραστηριοτήτων.

## Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 1828)

## Βιβλιογραφία

Ζουπίδης, Α., Σπύρτου, Α., Μαλανδράκης, Γ., & Καριώτογλου, Π. (2011). Μια Διδακτική Μαθησιακή Σειρά για την εισαγωγή στοιχείων της διερευνητικής μεθόδου καθώς και της πυκνότητας ως ιδιότητας των υλικών, στα φαινόμενα πλεύσης και βύθισης: η διαδικασία βελτίωσης της σειράς, στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ. (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην*

- Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*, σελ. 151 – 158.
- Ζουπίδης Α., Στράγγας Α., & Καριώτογλου Π. (2018). Η επίδραση της ρητής διδασκαλίας της στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών στην κατανόηση της μεθόδου από φοιτήτριες νηπιαγωγούς. *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση. Προκλήσεις και προοπτικές*.
- Boudreaux, A., Shaffer, P., Heron, P., & McDermott, L. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76, 163, <https://doi.org/10.1119/1.2805235>
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120.
- Han, S., Blank, J., & Berson, I. (2017). To Transform or to Reproduce: Critical Examination of Teacher Inquiry Within Early Childhood Teacher Preparation. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 38(4), 308–325. <https://doi.org/10.1080/10901027.2017.1393643>
- Kariotoglou, P., Psillos, D., & Tselfes, V. (2003). Modelling the evolution of Teaching – Learning Sequences: from discovery to constructivism. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos, & M. Kallery (Eds.), *Science Education Research in the Knowledge-based Society* (p.p. 259-268). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Linn, V., & Jacobs, G. (2015). Inquiry-Based Field Experiences: Transforming Early Childhood Teacher Candidates' Effectiveness. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 36(4), 272–288. <https://doi.org/10.1080/10901027.2015.1100143>
- Lorch, R.F., Lorch, E.P., Calderhead, W.J., Dunlap, E.E., Hodell, E.C., & Freer, B.D. (2010). Learning the Control of Variables Strategy in Higher and Lower Achieving Classrooms: Contributions of Explicit Instruction and Experimentation. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 90-101. <https://doi.org/10.1037/a0017972>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, by States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S.A.N., Kamp, E.T., Manoli, C. C., Zacharia, Z.C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice*. Chicago: The University Chicago Press.
- 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.
- Rosenthal, R. (1994). Parametric measures of effect size. In H. Cooper & L. V. Hedges (Eds.), *Handbook of research synthesis* (pp. 231–244). New York: Russell Sage Foundation.
- Zoupidis, A., Spyrtou, A., Malandrakis, G., & Kariotoglou, P. (2016). The evolutionary refinement process of a Teaching Learning Sequence for introducing inquiry aspects and density as materials' property in floating / sinking phenomena, In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*, (pp. 167-199), Springer.
- Zoupidis, A., Tselfes, V., & Kariotoglou, P. (2021). Pre-service early childhood teachers' beliefs that influence their intention to use inquiry-based learning methods. *International Journal of Early Years Education*. <https://doi.org/10.1080/09669760.2021.1890552>



## Αναδόμηση ενός εκπαιδευτικού μοντέλου μικροσκοπικής προσέγγισης της εντροπίας μέσω του παραδείγματος της διάχυσης

**Βάια Μπακάλη, Στέφανος Ασημόπουλος**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

### Περίληψη

Η μικροσκοπική προσέγγιση της εντροπίας προϋποθέτει τη δημιουργία κατάλληλων συνδέσεων ανάμεσα σε δυο επίπεδα περιγραφής, το μακροεπίπεδο και το μικροεπίπεδο, και την εννοιολογική κατανόηση της μικροκατάστασης. Για τον σκοπό αυτόν και στο πλαίσιο της ανάπτυξης μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) δομήθηκε ένα μικροσκοπικό μοντέλο στη βάση μιας σειράς αναπαραστάσεων που συνδέουν τα δυο επίπεδα σε ένα σύστημα διάχυσης. Αναλύοντας και ερμηνεύοντας τον λόγο και τα σχέδια των εκπαιδευόμενων, αναδείχθηκαν οι δυσκολίες στην αποδοχή του μοντέλου και οι πιθανοί τρόποι άρσης αυτών οδήγησαν σε δύο αναθεωρήσεις του.

**Λέξεις κλειδιά:** διδακτική μαθησιακή ακολουθία, εντροπία, μακροκατάσταση, μικροκατάσταση, μικροσκοπικό μοντέλο

## Reconstruction of an educational model for a microscopic approach to entropy through the paradigm of diffusion

**Vaia Bakali, Stefanos Asimopoulos**

*Department of Primary Education, University of Thessaly*

### Abstract

The microscopic approach to entropy requires the establishment of appropriate connections between two levels of description, the macro-level and the micro-level, and the conceptual understanding of the microstate. For this purpose and in the context of the development of a Teaching Learning Sequence (TLS) a microscopic model was constructed on the basis of a series of representations that connect the two levels in a diffusion system. Analyzing and interpreting trainees' discourse and drawings, the difficulties in accepting the model were emerged and the possible ways of removing them led to two revisions.

**Keywords:** teaching-learning sequence, entropy, microstate, microstate, microscopic model

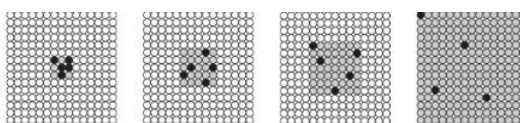
## Εισαγωγή

Η αφηρημένη φύση της έννοιας της εντροπίας (Carson et al., 2002) επάγει δυσχέρεια στην ερμηνεία της και οδηγεί σε προτάσεις και εφαρμογή διαφορετικών προσεγγίσεων είτε σε μακροσκοπικό είτε σε μικροσκοπικό επίπεδο είτε με τη χρήση μεταφορών και αναλογιών για τη μελέτη της. Η μικροσκοπική προσέγγισή της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη χρήση μοντέλων της ύλης και προϋποθέτει κατανόηση σε μικρο-μακροεπίπεδο εννοιών, όπως σύστημα, μεταβλητή και κατάσταση. Σύμφωνα με τον Reif (1999) η προσέγγιση αυτή διευκολύνει την κατανόηση των υποκείμενων μηχανισμών μακροσκοπικών εννοιών, όπως η εντροπία και την κατασκευή οπτικοποιήσιμων νοητικών μοντέλων από τους φοιτητές.

## Μεθοδολογία

Σε μελέτη που προηγήθηκε (Μπακάλη κ. ά., 2017) σχεδιάστηκε μια αρχική μικρής διάρκειας ΔΜΑ (Méheut & Psillos, 2004) με βάση ένα μικροσκοπικό μοντέλο (μοντέλο I), το οποίο προέκυψε τροποποιώντας το μοντέλο των Martin et al. (2013) (Εικόνα 1) για την προσέγγιση της έννοιας της εντροπίας. Η ΔΜΑ εφαρμόστηκε σε ζευγάρια φοιτητριών Παιδαγωγικού Τμήματος και χαρτογραφήθηκαν οι πορείες μάθησης αυτών, με σκοπό την αποτύπωση της εξέλιξης της εννοιολογικής κατανόησης των εννοιών που μελετήθηκαν και την αξιολόγηση της ΔΜΑ. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν ευρήματα που οδήγησαν σε αλλαγές του περιεχομένου της ΔΜΑ και στην επέκτασή της σε δυο νέες εφαρμογές.

Το μοντέλο I, το οποίο κλήθηκαν να ερμηνεύσουν οι εκπαιδευόμενοι, συνδιαμορφώνουν μεταξύ άλλων οι παραδοχές του ρητές ή/και άρρητες και οι οπτικές αναπαραστάσεις. Για την αποτύπωση των ιδεών των φοιτητριών χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα ο λόγος και τα σχέδιά τους (Clement, 2000), η ανάλυση των οποίων σε συνδυασμό με την επανερμηνεία του μοντέλου από τους ερευνητές οδήγησε και στην αναδόμηση του μοντέλου (μοντέλο II). Η αναθεωρημένη και διευρυμένη ΔΜΑ εφαρμόστηκε πιλοτικά αφενός σε ζευγάρια φοιτητριών και αφετέρου σε ομάδα ερευνητών αποτελούμενη από διδακτορικούς, μεταπτυχιακούς και προπτυχιακούς φοιτητές. Ως εκ τούτου, η ανατροφοδότηση για την τροποποίηση του μοντέλου II προήλθε από την ανάλυση των δεδομένων της πιλοτικής εφαρμογής της ΔΜΑ και από τη συζήτηση με την ομάδα των ερευνητών, η οποία αποσκοπούσε στον εντοπισμό αδύναμων και προβληματικών πτυχών της ΔΜΑ. Η προαναφερθείσα διαδικασία οδήγησε στο μοντέλο III. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η διαδικασία αναδόμησης του αρχικού μοντέλου (μοντέλο I) και συγκεκριμένα οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν σε σχέση με τις αρχικές επιλογές των ερευνητών καθώς και τα δεδομένα που υπέδειξαν αυτές τις αλλαγές.

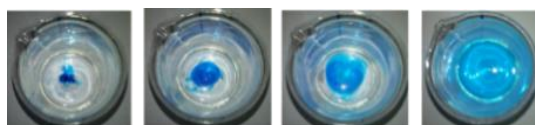


Εικόνα 10 Μικροσκοπικό μοντέλο διάχυσης χρωστικής (Martin et al., 2013)

## Αποτελέσματα

### Περιγραφή του Μοντέλου I

Η εντροπία ως μακροσκοπική μεταβλητή χαρακτηρίζει τη μακροκατάσταση ενός συστήματος για τη «θέαση» της οποίας επιδεικνύεται η διάχυση χρωστικής σε νερό. Η λήψη στιγμιότυπων (Εικόνα 2) διευκολύνει την απόδοση διαφορετικών τιμών μακροσκοπικών μεταβλητών και συνεπώς τη διάκριση μεταξύ των μακροκαταστάσεων. Παράλληλα, εξυπηρετείται η μετάβαση από την παρατηρούμενη διάχυση της χρωστικής σε όλο τον όγκο του νερού, προς την παραδοχή του μοντέλου ότι τα μόρια περιορίζονται στο επίπεδο.



Εικόνα 2 Στιγμιότυπα διάχυσης της χρωστικής στο νερό

Σε αντιστοίχιση με τις φωτογραφίες του πραγματικού συστήματος χρησιμοποιούνται αναπαραστάσεις ενός υποθετικού συστήματος μιας σταγόνας χρωστικής 5 μορίων που διαχέεται σε 220 μόρια νερού. Σ' αυτές (Εικόνα 3, Ια) συνυπάρχουν ένα μακροεπίπεδο, όπου διαδοχικές μακροκαταστάσεις περιγράφονται από μεταβλητές ίδιες με αυτές του συστήματος στις φωτογραφίες, και ένα μικροεπίπεδο όπου ένα πλέγμα δυνατών θέσεων των μορίων απεικονίζεται με ένα πλέγμα κύκλων. Η «τακτοποιημένη» διάταξη των μορίων έρχεται σε αντίθεση με τις παραδοχές του σωματιδιακού μοντέλου (deVos & Verdonk, 1996), σύμφωνα με το οποίο τα μόρια στην υγρή κατάσταση είναι διατεταγμένα ακανόνιστα. Ο μικρός αριθμός μορίων του υποθετικού συστήματος-μοντέλου εξυπηρετεί την οπτικοποίηση των μικροκαταστάσεων. Στην αρχική μακροκατάσταση τα μόρια της χρωστικής καταλαμβάνουν οποιεσδήποτε από τις 9 δυνατές θέσεις του μπλε τετραγώνου. Οι διαφορετικοί τρόποι διάταξης των μορίων χρωστικής στις δυνατές θέσεις αποτελούν διαφορετικές μικροκαταστάσεις του συστήματος που αντιστοιχούν στην ίδια μακροκατάσταση (Εικόνα 3, Ιγ). Με κάθε αύξηση του αριθμού των δυνατών θέσεων, αυξάνει ο αριθμός των δυνατών μικροκαταστάσεων που αντιστοιχούν σε κάθε μακροκατάσταση. Η εντροπία μακροκατάστασης ορίζεται ως αύξουσα συνάρτηση του αριθμού των μικροκαταστάσεων. Η τελική μακροκατάσταση του συστήματος όπου η χρωστική διαχέεται σε όλο το νερό, αποτελείται από μέγιστο πλήθος μικροκαταστάσεων και συνεπώς χαρακτηρίζεται από μέγιστη εντροπία (Εικόνα 3, Ιδ).

### Αξιοποίηση του Μοντέλου I στη ΔΜΑ

Η χρήση του μοντέλου I και η ανάλυση του λόγου των φοιτητριών κατέδειξε ότι το πλέγμα κύκλων (Εικόνα 3, Ια) δεν ερμηνεύτηκε από όλες τις φοιτήτριες ως αναπαράσταση της διακριτοποίησης του χώρου, έτσι ώστε να γίνεται λόγος για αριθμίσμο πλήθος θέσεων αλλά από μερικές από αυτές ως συλλογές μορίων με υλική υπόσταση. Οι άσπροι κύκλοι ερμηνεύτηκαν ως μόρια νερού και οι μπλε ως μόρια χρωστικής. Η προαναφερθείσα ερμηνεία ενισχύθηκε από την ιδέα ότι καθώς

εξαπλώνεται η χρωστική, αυξάνεται ο αριθμός των μορίων της, αφού αυτή χρωματίζει μόρια νερού:

Ε: ...Εδώ (Εικόνα 3, Ια) τι βλέπουμε τώρα;

Σ10: Συγκεντρωμένα τα μόρια της χρωστικής.

Ε: Ναι αλλά πόσα είναι τα μόρια της χρωστικής;

Σ10: Εννιά.

Ε: Δε συμφωνήσαμε ότι ήταν 5; Αλλά έχουμε 9 κυκλάκια. Τι δείχνουν αυτά τα 9 κυκλάκια;

Σ10: Μήπως είναι συνολικά και της χρωστικής αλλά και του νερού που έχει πάρει χρωστική;

Στη συνέχεια, καθώς επιδιώκεται πρόσβαση στον μικρόκοσμο του συστήματος χρωστική-νερό, περιγράφεται από την ερευνήτρια ο ρόλος του μοντέλου ως μέσου απεικόνισης μη παρατηρήσιμων οντοτήτων και προβάλλονται δυνατές διατάξεις μορίων - μικροκαταστάσεις (Εικόνα 3, Ιγ), τις οποίες οι φοιτήτριες καλούνται να ερμηνεύσουν. Πιο συγκεκριμένα αναμένεται να αναγνωρίσουν τους μαύρους και άσπρους κύκλους ως μόρια χρωστικής και νερού αντίστοιχα. Η μετάβαση από το μακροεπίπεδο στο μικροεπίπεδο του συστήματος δεν επιτυγχάνεται από όλες τις φοιτήτριες, καθώς μερικές από αυτές ερμηνεύουν τις διατάξεις των μαύρων κύκλων-μορίων της χρωστικής ως αναπαράσταση σταγόνας χρωστικής (μακροσκοπική θεώρηση) που προσεγγίζει περισσότερο την πραγματική εξαιτίας του ακανόνιστου σχήματος:

Σ14: Δείχνει πάλι τη σταγόνα αλλά δεν την δείχνει αυτή τη φορά σαν ένα τετράγωνο, αλλά τη δείχνει σαν ένα πιο περίεργο σχήμα, ίσως για να πλησιάσει περισσότερο το πραγματικό που δεν ήτανε συγκεκριμένο απόλυτο σχήμα.

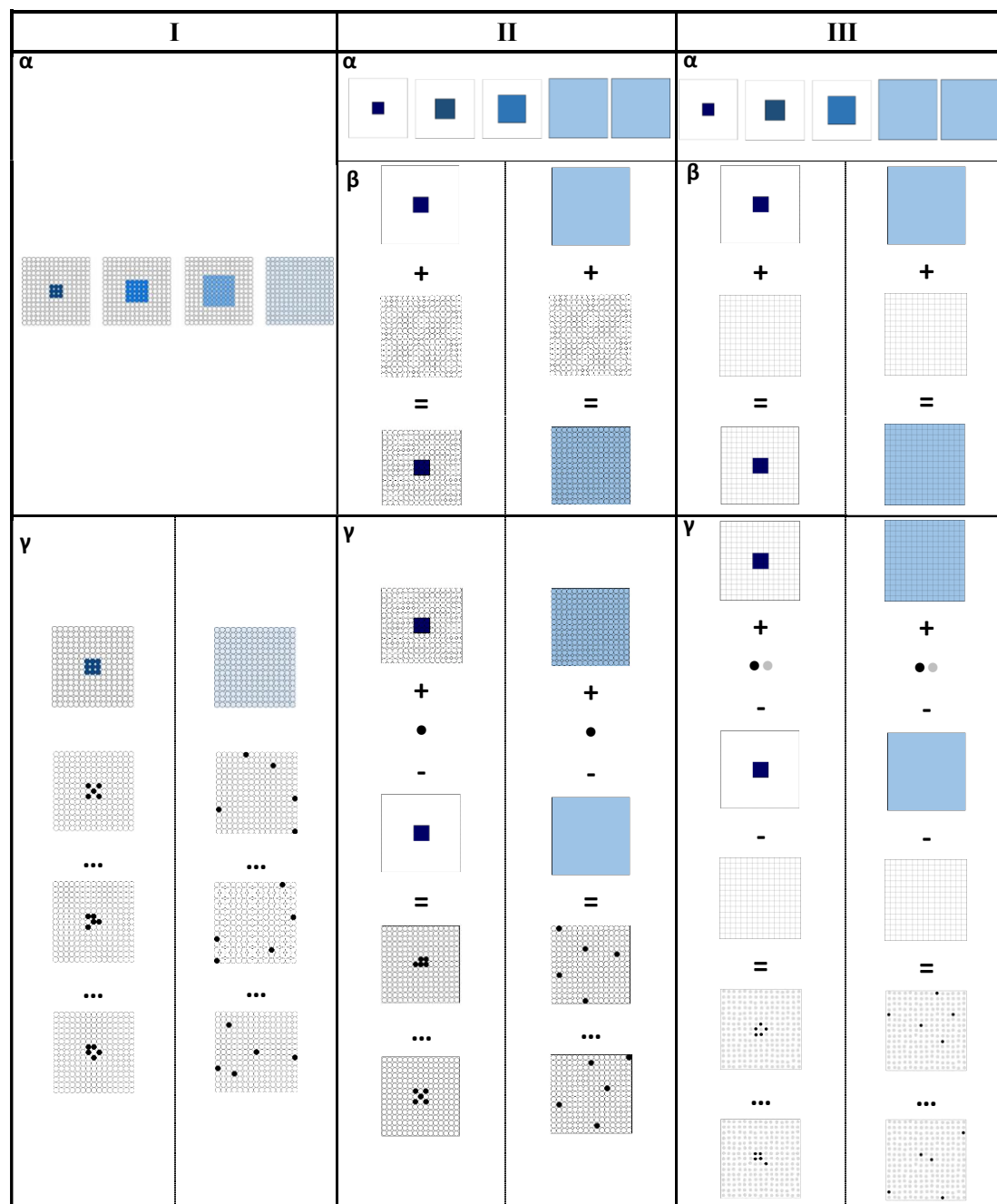
Ε: Δηλαδή είναι σαν να απεικονίσαμε τη σταγόνα;

Σ14: Στον πάτο, στο πρώτο στάδιο περίπου, λίγο πιο κοντά από το τετραγωνάκι που ήτανε πριν, το πλησιάζει λίγο περισσότερο αυτό το σχήμα.

Αναζητώντας οι ερευνητές πιθανά αίτια για την αδυναμία κάποιων φοιτητριών να μεταβούν στον μικρόκοσμο του συστήματος χρωστική - νερό, οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι δεν επαρκεί η αναφορά στον ρόλο του μοντέλου ως μέσου απεικόνισης μη παρατηρήσιμων οντοτήτων, αλλά απαιτείται οι οπτικές αναπαραστάσεις του μοντέλου να συνοδεύονται από περιγραφή και συζήτηση των παραδοχών του μοντέλου, ώστε να οδηγηθούν οι φοιτήτριες προς την επιδιωκόμενη ερμηνεία.

Την επίδειξη των δυνατών διατάξεων μορίων - μικροκαταστάσεων (Εικόνα 3, Ιγ) ακολουθεί η αντιγραφή τους σε διαφάνειες με πλέγματα θέσεων από τις φοιτήτριες. Ο σχεδιασμός σε διαφάνειες εξυπηρετεί στην τοποθέτησή τους έτσι ώστε να καλύπτουν η μια την άλλη και να προκύπτει η αρχική μικροκατάσταση. Αναδύεται κατά αυτόν τον τρόπο η ιδέα ότι σε κάθε μικροκατάσταση αντιστοιχεί ένα πλήθος μικροκαταστάσεων. Επανεξετάζοντας οι ερευνητές τον σχεδιασμό της ΔΜΑ αναφορικά με τους στόχους για την εννοιολογική κατανόηση της μικροκατάστασης και τα δεδομένα που προέκυψαν από τη χρήση του μοντέλου Ι, συμπεραίνουν ότι η αντιγραφή των μικροκαταστάσεων που τους έχουν επιδειχθεί

δεν παρέχει τη δυνατότητα στις φοιτήτριες να προτείνουν οι ίδιες δυνατές διατάξεις μορίων. Ως εκ τούτου, αποτρέπεται η αποτύπωση των νοητικών τους μοντέλων για τον μικρόκοσμο του συστήματος, η εξέλιξη των οποίων θα οδηγήσει στην εννοιολογική κατανόηση της μικροκατάστασης.



Εικόνα 3: Αναπαραστάσεις μακροκαταστάσεων-μικροκαταστάσεων μικροσκοπικού εκπαιδευτικού μοντέλου στις τρεις φάσεις εξέλιξής του (I, II, III)  
 Ια: παρατηρούμενων μακροσκοπικών μεταβλητών (μακροκαταστάσεις) και δυνατών θέσεων  
 ΙΙα, ΙΙΙα: μακροκαταστάσεων και παρατηρούμενων μακροσκοπικών μεταβλητών  
 ΙΙβ: αρχικής και τελικής μακροκατάστασης με επικάλυψη πλέγματος κύκλων-θέσεων  
 ΙΙΙβ: αρχικής και τελικής μακροκατάστασης με επικάλυψη πλέγματος τετραγώνων-θέσεων  
 Ιγ, ΙΙγ, ΙΙΙγ: δυνατών μικροκαταστάσεων στην αρχική και τελική μακροκατάσταση

### **Περιγραφή του Μοντέλου II**

Στο αναθεωρημένο μοντέλο II η ερμηνεία του πλέγματος θέσεων ως συλλογές μορίων αντιμετωπίζεται με τη δυνατότητα απόσπασης του πλέγματος θέσεων από τις αναπαραστάσεις των μακροκαταστάσεων (Εικόνα 3, IIβ, IIγ). Για την ομαλή μετάβαση από το επίπεδο παρατήρησης στο μη ορατό επίπεδο των μορίων του υποθετικού συστήματος, προηγείται της προβολής των αναπαραστάσεων των μακροκαταστάσεων (Εικόνα 3, IIα) αφενός η αναφορά στις παραδοχές του μοντέλου και αφετέρου η αντιπαράθεση του αριθμού μορίων της πραγματικής σταγόνας με τον πολύ μικρό αριθμό μορίων της σταγόνας στο μοντέλο. Επιπλέον, προβάλλονται ταυτόχρονα με τις αναπαραστάσεις δυο κύκλοι ίδιας ακτίνας, μαύρου και άσπρου χρώματος, οι οποίοι δηλώνονται ρητά ως αναπαραστάσεις μορίων χρωστικής και νερού αντίστοιχα, ενώ στη συνέχεια το πλέγμα των κύκλων-θέσεων καλύπτει τις μακροκαταστάσεις (Εικόνα 3, IIγ). Κατά τη χρήση του μοντέλου II δεν επιδεικνύονται δυνατές διατάξεις μορίων - μικροκαταστάσεις (Εικόνα 3, Iγ), αλλά οι φοιτήτριες σχεδιάζουν σε διαφάνειες με πλέγματα θέσεων, δυνατές διατάξεις που προτείνουν οι ίδιες, ενώ παράλληλα απαντούν σε ερωτήσεις για τις ιδέες που εκφράζουν στα σχέδιά τους.

### **Αξιοποίηση του Μοντέλου II στη ΔΜΑ**

Από τη χρήση του μοντέλου II προέκυψε ότι η αφαίρεση του πλέγματος και η διατήρηση ενός μόνο επιπέδου - μακροεπιπέδου στις αναπαραστάσεις του υποθετικού συστήματος (Εικόνα 3, IIα) καθιστά τις μεταβλητές των μακροκαταστάσεων περισσότερο ευδιάκριτες. Ωστόσο, ανεξάρτητα από τη δυνατότητα του πλέγματος να αφαιρείται, το γεγονός ότι μόρια και θέσεις μορίων αναπαρίστανται από κύκλους ίδιας ακτίνας σε συνδυασμό με την εναλλακτική ιδέα του μπλε χρώματος των μορίων της χρωστικής, επαναφέρουν το πρόβλημα με την υλικότητα του πλέγματος:

Ε: Εδώ μέσα στο μπλε (Εικόνα 3, IIα) τι υπάρχει;

Σ1Π: Τα μόρια της χρωστικής.

Σ2Π: Μόρια πάλι νερού;

Ε: Πώς το σκέφτηκες αυτό;

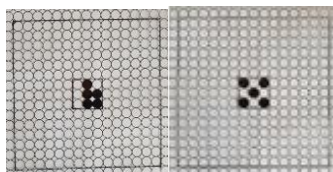
Σ2Π: Αφού δεν μπορεί να αυξηθούν τα μόρια της χρωστικής. Όσα έριξα τόσα δε θα παραμείνουν; Άρα είναι ανάμειξη της χρωστικής με νερού.

Τα σχέδια που δημιούργησαν οι φοιτήτριες Σ1Π και Σ2Π κατά την πιλοτική εφαρμογή της ΔΜΑ στις διαφάνειες με πλέγματα (Εικόνα 4) σε συνδυασμό με τις προφορικές περιγραφές των σχεδίων τους καταδεικνύουν ότι οι διατάξεις των μορίων χρωστικής (μικροκαταστάσεις) που προτείνουν, προσεγγίζουν μακροκαταστάσεις είτε του υποθετικού (Εικόνα 4, α) είτε του πραγματικού συστήματος διάχυσης (Εικόνα 4, β):

Ε: Αυτό έχει κάποια συμμετρία έτσι όπως το ζωγράφισες.

Σ2Π: Χρωματικά (δείχνει την 1η αναπαράσταση του υποθετικού συστήματος - Εικόνα 3, IIα). Δεν είναι κάπου πιο σκούρο, κάπου πιο ανοιχτό. Δηλ. αν ήταν όλα μαζεμένα εδώ, εκεί θα ήταν πιο ανοιχτό.

Σ1Π: Εγώ θα τα έβαζα μαζεμένα αρχικά εννιώ θα τα έβαζα σε ένα σημείο για να θεωρήσω ότι είναι όλα μαζί στην αρχή δηλ. κολλημένα ας το πούμε και μετά σιγά σιγά θα τα αραίωνα.



Εικόνα 4 Προτεινόμενες μικροκαταστάσεις: α) φοιτήτρια Σ1Π και β) φοιτήτρια Σ2Π

### Περιγραφή του Μοντέλου III

Για τη σαφή διάκριση των θέσεων από τα μόρια, αποφασίστηκε από τους ερευνητές τροποποίηση του πλέγματος θέσεων, ώστε να αποτελείται από τετράγωνα και όχι από κύκλους δεδομένου ότι οι κύκλοι προτυπικά αναπαριστούν μόρια (Εικόνα 3, IIIβ). Επιπρόσθετα, λαμβάνοντας υπόψη το σωματιδιακό μοντέλο (deVos & Verdonk, 1996) και επιδιώκοντας συνέπεια ως προς τις αναπαραστάσεις υγρής και στερεής κατάστασης στον μικρόκοσμο που χρησιμοποιούνται στις υπόλοιπες εφαρμογές της ΔΜΑ, οι ερευνητές αποφάσισαν τα μόρια να αναπαρίστανται με κύκλο μικρότερης διαμέτρου από την πλευρά των τετραγώνων-θέσεων, ώστε να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Ακολουθώντας πρόταση της ομάδας των ερευνητών στην οποία εφαρμόστηκε η ΔΜΑ, δεδομένου ότι με άσπρο χρώμα αναπαρίσταται ο κενός χώρος μεταξύ των μορίων, αλλάχθηκε το χρώμα της αναπαράστασης των μορίων νερού από άσπρο σε γκρι (Εικόνα 3, IIIγ), ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία παρανόησης ότι μεταξύ μορίων περιέχεται νερό.

### Συμπεράσματα

Η εργασία περιγράφει μια επαναληπτική διαδικασία σχεδιασμού, εφαρμογής, αξιολόγησης και αναδόμησης ενός μικροσκοπικού μοντέλου για την εννοιολογική κατανόηση της εντροπίας. Οι τροποποιήσεις που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1. Αυτές σχετίζονται με τον οπτικό και τον λεκτικό τρόπο αναπαράστασης του μοντέλου, ενώ οι φοιτήτριες παρωθήθηκαν προς το να εκφράσουν τα νοητικά τους μοντέλα μέσω των σχεδίων τους.

Ειδικότερα η ανάλυση του λόγου και των σχεδίων των φοιτητριών και η επανερμηνεία του μοντέλου από την ομάδα των ερευνητών κατέδειξε ότι:

α) Η στήριξη κάποιων φοιτητριών στη μακροσκοπική/αισθητηριακή τους εμπειρία για να εξηγήσουν ότι συμβαίνει στον μικρόκοσμο, είχε ως αποτέλεσμα να ερμηνεύουν τους κύκλους-θέσεις του πλέγματος ως μόρια με υλική υπόσταση. Οι οπτικές αναπαραστάσεις του μικροσκοπικού μοντέλου αναμορφώθηκαν, με στόχο να διευκολυνθεί η μετάβαση των φοιτητριών από τη μακροσκοπική παρατήρηση

στο μικροεπίπεδο του συστήματος διάχυσης για την ενίσχυση της εννοιολογικής κατανόησης της μικροκατάστασης.

β) Η αναμόρφωση των οπτικών αναπαραστάσεων του μικροσκοπικού μοντέλου δεν είναι αρκετή για την επιδιωκόμενη ερμηνεία του μοντέλου από τις φοιτήτριες, αλλά απαιτείται ο συνδυασμός οπτικού και λεκτικού τρόπου αναπαράστασης του μοντέλου (Gilbert, 2004). Η ρητή αναφορά στις παραδοχές του μοντέλου σε συνδυασμό με ακολουθία ερωτήσεων για να ελεγχθεί η κατανόηση των παραδοχών αναδεικνύονται ιδιαίτερα σημαντικές.

γ) Η αξιοποίηση των σχεδίων που δημιουργήθηκαν από τις φοιτήτριες συνδυαστικά με τις εξηγήσεις που δόθηκαν από τις ίδιες αποτελούν σημαντικό μηχανισμό ανατροφοδότησης που αποσκοπεί στην ανάδειξη των νοητικών τους μοντέλων.

Φάσεις	Τροποποιήσεις	Αυτές αφορούν σε:
Α (I σε II)	Απόσπαση πλέγματος θέσεων από τις αναπαραστάσεις των μακροκαταστάσεων.	Οπτικό τρόπο αναπαράστασης
	Αναφορά σε παραδοχές μοντέλου-μικρό αριθμό μορίων υποθετικού συστήματος πριν την προβολή των αναπαραστάσεων.	Λεκτικό τρόπο αναπαράστασης
	Ταυτόχρονη προβολή αναπαραστάσεων και δυο κύκλων μαύρου και άσπρου χρώματος – ρητή δήλωση ότι αναπαριστούν μόρια χρωστικής και νερού.	Οπτικό και λεκτικό τρόπο αναπαράστασης
	Από σχεδιασμό-αντιγραφή δυνατών μικροκαταστάσεων προτεινόμενων από τους ερευνητές σε σχεδιασμό δυνατών μικροκαταστάσεων προτεινόμενων από τις φοιτήτριες.	Παρώθηση προς την έκφραση νοητικών μοντέλων
Β (II σε III)	Τροποποίηση του πλέγματος θέσεων - τετράγωνα αντί κύκλων.	Οπτικό τρόπο αναπαράστασης
	Αναπαράσταση μορίων με κύκλο μικρότερης διαμέτρου από την πλευρά των τετραγώνων-θέσεων.	Οπτικό τρόπος αναπαράστασης
	Αλλαγή χρώματος αναπαράστασης μορίου νερού από άσπρο σε γκρι.	Οπτικό τρόπο αναπαράστασης

Πίνακας 6 Τροποποιήσεις που υλοποιήθηκαν στο αρχικό μοντέλο (Μοντέλο I)

## Βιβλιογραφία

Μπακάλη, Β., Μπαμπάτσικου, Γ., & Ασημόπουλος Σ. (2017). Ερμηνεία της έννοιας της εντροπίας μέσω ενός μικροσκοπικού μοντέλου και της έννοιας του αριθμού των μικροκαταστάσεων. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *Πρακτικά 10ο Πανελληνίου Συνέδριου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, σελ. 784-792. Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης.



- Carson, E. M., & Watson, J. R. (2002). Undergraduate students' understandings of entropy and Gibbs' free energy. *Univ. Chem. Educ.*, 6(1), 4–12. Ανακτήθηκε στις 20/04/2022 από: [https://www.perplex.ethz.ch/thermo\\_course/various\\_thermodynamics\\_texts/p2\\_carson.pdf](https://www.perplex.ethz.ch/thermo_course/various_thermodynamics_texts/p2_carson.pdf)
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053. <https://doi.org/10.1080/095006900416901>
- deVos, W., & Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 557–664. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199608\)33:6%3C657::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199608)33:6%3C657::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-N)
- Gilbert J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education* 2(2), 115-130. <http://dx.doi.org/10.1007/s10763-004-3186-4>
- Martin J. S., Smith N. A., & Francis C. D. (2013). Removing the entropy from the definition of entropy: clarifying the relationship between evolution, entropy, and the second law of thermodynamics. *Evolution: Education and Outreach*, 1-9. <https://doi.org/10.1186/1936-6434-6-30>
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Reif, F. (1999). Thermal physics in the introductory physics course: Why and how to teach it from a unified atomic perspective. *American Journal of Physics*, 67(12), 1051–1062. <https://doi.org/10.1119/1.19181>

## Ανάπτυξη της δεξιότητας της παραμετροποίησης μέσα από διερευνητικά ψηφιακά φύλλα εργασίας

**Γεώργιος Οικονομίδης<sup>1</sup>, Ελένη Πετρίδου<sup>2</sup>, Σαπφώ Φωτιάδου<sup>2</sup>,  
Αναστάσιος Μολοχίδης<sup>1</sup>, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ, <sup>2</sup>Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

### Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη ερευνάται η επίδραση μιας σειράς διερευνητικών ψηφιακών φύλλων εργασίας στην ικανότητα των μαθητών να διαχειρίζονται σωστά τις μεταβλητές κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος. Τα φύλλα εργασίας σχεδιάστηκαν με βάση το συνεχές της διερεύνησης και δόθηκαν στους μαθητές στη θέση της κατ' οίκον εργασίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές ανέπτυξαν δεξιότητες διαχείρισης μεταβλητών στον πειραματικό σχεδιασμό.

**Λέξεις κλειδιά:** Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών, Ανεστραμμένη Τάξη, Συνεχές της Διερεύνησης

## Development of the ability of the students to manage the variables of an experiment through inquiry online worksheets

**George Oikonomidis<sup>1</sup>, Eleni Petridou<sup>2</sup>, Sapfo Fotiadou<sup>2</sup>, Anastasios Molohidis<sup>1</sup> & Evripidis Hatzikraniotis<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki, <sup>2</sup>Experimental School of the University of Thessaloniki

### Abstract

This study investigates how a series of specifically designed digital worksheets affect the ability of the students to control the variables of the experiment during the experimental design. The worksheet design was based on the inquiry continuum. The students got involved with the worksheets during homework. After completing the intervention, the results indicated that the majority of the students were able to deal with the variable management of an experiment to a greater extent.

**Keywords:** Control of Variables Strategy, Flipped Classroom, Inquiry Continuum

## Εισαγωγή

Στην παρούσα έρευνα, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μία διδακτική παρέμβαση, στην οποία χρησιμοποιήθηκε η αντεστραμμένη τάξη και η διερευνητική μάθηση ως όχημα και μαθησιακό μοντέλο της εκπαιδευτικής διαδικασίας με στόχο την ανάπτυξη της δεξιότητας της σωστής διαχείρισης των μεταβλητών (παραμετροποίηση) κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος.

Η βασική αρχή της αντεστραμμένης τάξης (Flipped Classroom) είναι ότι οι μαθητές αλληλεπιδρούν με το αντικείμενο που πρόκειται να διδαχθούν μέσω videos, κειμένων και παρουσιάσεων, πριν έρθουν στο μάθημα (Bergmann & Sams, 2012). Επομένως, ο χρόνος της διά ζώσης διδασκαλίας αξιοποιείται κατάλληλα για την εκτέλεση δραστηριοτήτων, που βοηθούν τους μαθητές να εμπεδώσουν την καινούρια θεωρία, καθώς και να ξεκαθαρίσουν απορίες που μπορεί να τους έχουν δημιουργηθεί από το υλικό που μελέτησαν στο σπίτι. Για την ολοκλήρωση της προετοιμασίας του διδακτικού υλικού συνήθως χρησιμοποιείται συνδυαστικά και η προσέγγιση της έγκαιρης διδασκαλίας (Just in Time Teaching, JiTT). Η συγκεκριμένη διδακτική στρατηγική 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 ενθάρρυνση τους στη διαδικασία της μάθησης (Novak & Patterson, 2010· Rowley & Green, 2015). Ο διδάσκων ενημερώνεται έγκαιρα για τις απαντήσεις των μαθητών, ώστε να μπορεί να ανιχνεύσει τα σημεία που τους δυσκολεύουν και χρειάζονται ιδιαίτερη διαχείριση κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Παρατηρείται πως η αξιοποίηση της αντεστραμμένης τάξης και της έγκαιρης διδασκαλίας οδηγεί σε βελτίωση των εργαστηριακών δεξιοτήτων των μαθητών, όπως η συγγραφή αρτιότερων εργαστηριακών αναφορών (Gomez-Tejedor et al., 2020). Ακόμα, παρατηρήθηκε πως ο συνδυασμός της έγκαιρης διδασκαλίας με άλλες στρατηγικές, όπως η διερευνητική μάθηση, συμβάλλει καταλυτικά και στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητευομένων στην επίλυση προβλημάτων (Turnip et al., 2016).

Η διερευνητική μάθηση αποτελεί μια διδακτική στρατηγική, όπου οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και πρακτικές παρόμοιες με τις αντίστοιχες επιστημονικές με στόχο την οικοδόμηση της γνώσης (Keselman, 2003). Για να καταστεί αυτό εφικτό, ο διδάσκων παρέχει στους μαθητές του εμπειρίες με σταδιακά μειούμενη υποστήριξη, ξεκινώντας από την πλήρως καθοδηγούμενη διερεύνηση, που στηρίζεται στη μεταφορά της γνώσης με την πολλή υποστήριξη, και ολοκληρώνοντας στην ανοιχτή διερεύνηση, με την ελάχιστη έως καθόλου υποστήριξη, ώστε οι μαθητές να καταλήγουν σε συμπεράσματα μόνοι τους (Eick et al., 2005).



Εικόνα 1 Το συνεχές της διερεύνησης

Έτσι, η διερευνητική προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί ως ένα συνεχές (inquiry continuum) (Blanchard et al., 2010· Hackling, 1998) (Εικ. 1). Ο σχεδιασμός των ΦΕ ακολούθησε το μοντέλο του συνεχούς της διερεύνησης. Στο ένα άκρο βρίσκεται η τελείως καθοδηγούμενη από τον διδάσκοντα διαδικασία, ενώ στο άλλο άκρο του συνεχούς βρίσκεται η 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).

Η Στρατηγική Ελέγχου των Μεταβλητών είναι θεμελιώδης για τη σχολική επιστήμη και τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών (Chen & Klahr, 1999· Schwichow et al., 2016). Η κατανόησή της είναι απαραίτητη προκειμένου κάποιος να δημιουργήσει και να εξετάσει υποθέσεις και αιτιακές σχέσεις. Επιπρόσθετα, η κατανόηση της συγκεκριμένης στρατηγικής ενισχύει την ικανότητα σχεδιασμού έγκυρων πειραμάτων όπως και την κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους (Mayer et al., 2014). Σε επίπεδο Δημοτικού και πρώτων τάξεων Γυμνασίου, η ικανότητα να σκέφτονται οι μαθητές επιστημονικά, που περιλαμβάνει και την Στρατηγική Ελέγχου των Μεταβλητών, συνεχώς ενισχύεται και αυξάνεται (Mayer et al., 2014· Osterhaus et al., 2017). Παρόλα αυτά, όσο προχωράμε στις βαθμίδες παρατηρείται πως πολλοί μαθητές, ακόμα και φοιτητές, δυσκολεύονται να σχεδιάσουν και να αξιολογήσουν έγκυρα πειράματα (Bullock et al., 2009· Zimmerman, 2007). Το γεγονός αυτό προκαλεί ανησυχία στην προσπάθεια αποτελεσματικότερης διδασκαλίας των Θετικών Επιστημών, καθώς η κατανόηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών αποτελεί προβλεπτικό παράγοντα για την ανάπτυξη της επιστημονικής επάρκειας (Bryant et al., 2015).

Τα διερευνητικά φύλλα εργασίας (ΦΕ), στη θέση της κατ' οίκον εργασίας, δημιουργούν κατάλληλο περιβάλλον για την εμπλοκή των μαθητών σε πειραματικές δραστηριότητες με προσομοιώσεις (Μολοχίδης κ.ά., 2018). Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε μια σειρά 5 ΦΕ, στη γνωστική περιοχή του Ηλεκτρισμού της Β' Λυκείου με το κάθε ΦΕ να περιέχει από 1 έως 3 πειραματικές δραστηριότητες στα πρότυπα του συνεχούς της διερεύνησης.

Στόχος είναι να ελεγχθεί αν τα διερευνητικά ΦΕ ενισχύουν την ικανότητα των μαθητών να διαχειρίζονται σωστά τις μεταβλητές ενός πειράματος. Το ερευνητικό ερώτημα είναι αν τα διερευνητικά ΦΕ στη θέση της κατ' οίκον εργασίας είναι κατάλληλα για την ανάπτυξη της δεξιότητας της σωστής διαχείρισης των μεταβλητών (παραμετροποίηση) κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος.

## Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος της Φυσικής κατά το σχολικό έτος 2020-2021. Το δείγμα αποτέλεσαν 47 μαθητές (μοιρασμένοι σε δύο τμήματα) της Β΄ Λυκείου του Πειραματικού Σχολείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Οι μαθητές συμμετείχαν στη διαδικασία εμπλεκόμενοι ατομικά με τα ειδικά σχεδιασμένα ψηφιακά ΦΕ ως κατ' οίκον εργασία δηλαδή εκτός του σχολικού ωραρίου. Στα ΦΕ οι μαθητές διερευνούσαν καθημερινά βιωματικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα το πώς πρέπει να είναι συνδεδεμένες οι λάμπες σε ένα σπίτι, ώστε σε περίπτωση που καεί μία από αυτές να μη μείνει όλο το σπίτι στο σκοτάδι. Παράλληλα με τη διαχείρισή τους προετοιμάζονταν για τις έννοιες και τα φαινόμενα, που ήταν αντικείμενο της επόμενης διδασκαλίας. Ο σύνδεσμος πρόσβασης σε κάθε ΦΕ δινόταν τη 2η εβδομαδιαία ώρα της Φυσικής (πχ. κάθε Πέμπτη) και τα συμπεράσματα του ΦΕ συζητούνταν στην εισαγωγή και διαπραγμάτευση της νέας γνώσης στην επόμενη ώρα Φυσικής (πχ. κάθε Τρίτη). Οι μαθητές είχαν προθεσμία να στείλουν τις απαντήσεις τους μία μέρα πριν από το μάθημα. Έτσι ο διδάσκων ενημερωνόταν έγκαιρα για τα σημεία που έχρηζαν ιδιαίτερης διαχείρισης κατά το μάθημα και προσαρμοζε κατάλληλα τη διδασκαλία του. Η υλοποίηση της έρευνας περιλάμβανε τόσο εκ του σύνεγγυς διδασκαλίες (ανοικτά σχολεία) όσο και από απόσταση διδασκαλίες (κλειστά σχολεία), λόγω της μεταβολής των συνθηκών της εκπαίδευσης εξαιτίας της πανδημίας. Η παρέμβαση σχεδιάστηκε με άξονα τη διερευνητική προσέγγιση στο γνωστικό περιεχόμενο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και αναφέρεται σε έννοιες του ηλεκτρικού κυκλώματος. Πιο συγκεκριμένα, το 1<sup>ο</sup> ΦΕ αφορούσε στον ρόλο της πηγής στο κύκλωμα, το 2<sup>ο</sup> στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, το 3<sup>ο</sup> στον νόμο του Ωμ, ενώ το 4<sup>ο</sup> και το 5<sup>ο</sup> αφορούσαν στην σε σειρά και παράλληλη συνδεσμολογία αντιστατών αντίστοιχα.

Ο σχεδιασμός των ΦΕ ακολούθησε το μοντέλο του συνεχούς της διερεύνησης (inquiry continuum) (Hackling, 1998), όπως παρουσιάζεται σε προηγούμενη εργασία (Μολοχίδης κα, 2018). Σε κάθε ΦΕ αναπτύσσονται δραστηριότητες, όπου διακρίνονται οι 5 φάσεις της διερευνητικής προσέγγισης (προσανατολισμός, σχεδίαση της έρευνας, υλοποίηση του πειράματος, διαχείριση μετρήσεων και συμπεράσματα). Στη φάση της σχεδίασης της έρευνας εμπεριέχονται τα στάδια του αρχικού ερωτήματος, της υπόθεσης και του σχεδιασμού του πειράματος, το οποίο περιλαμβάνει και την επιλογή του εξοπλισμού και της παραμετροποίησης. Μ' αυτή την αυστηρά δομημένη μορφή σε κάθε ΦΕ εστιάζεται ρητά η προσοχή των μαθητών τόσο στις φάσεις της διερεύνησης όσο και στα επί μέρους στάδια που αυτή περιλαμβάνει.

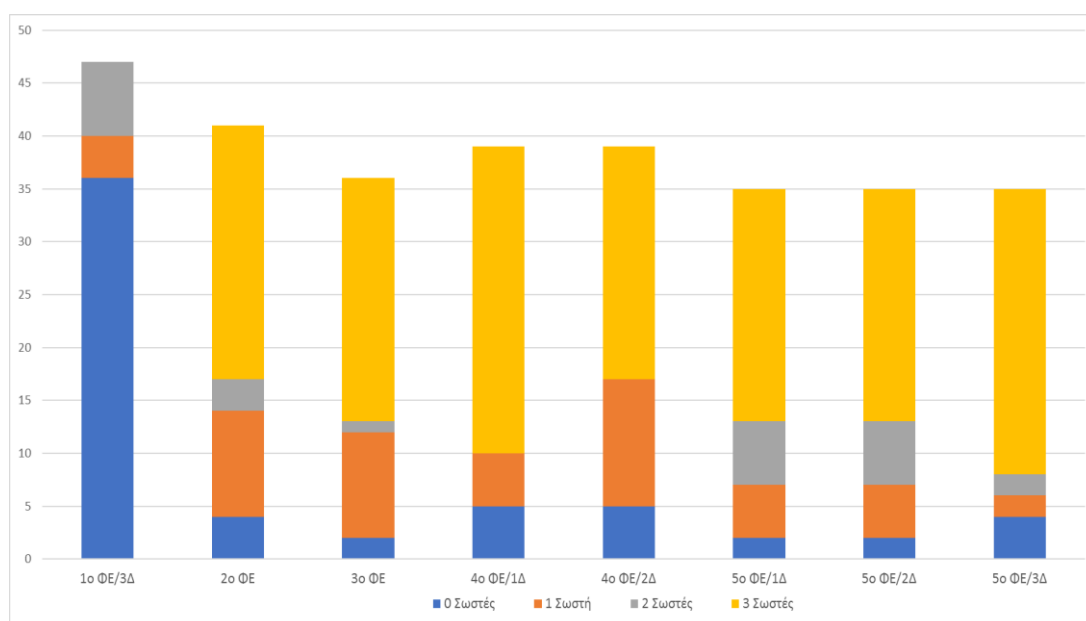
Εργαλεία αξιολόγησης της έρευνας αποτέλεσαν τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας, τα φύλλα αξιολόγησης που δόθηκαν στο τέλος της διδακτικής παρέμβασης καθώς και συζητήσεις σε επίπεδο τάξης με τους μαθητές και τον εκπαιδευτικό. Στην παρούσα εργασία, η συλλογή δεδομένων για την αξιολόγηση του ερευνητικού ερωτήματος έγινε από τις απαντήσεις των μαθητών στα αντίστοιχα πεδία των ΦΕ, που αφορούσαν στο στάδιο της διαχείρισης των μεταβλητών (παραμετροποίηση). Συγκεκριμένα, σ' αυτό το στάδιο οι μαθητές επιλέγουν ποιες μεταβλητές θα κρατάνε σταθερές, ποιες θα αλλάζουν και ποιες θα ελέγχουν.

Σωστές απαντήσεις θεωρήθηκαν *μόνον* αυτές που διαχειρίζονται σωστά και τα τρία σημεία της παραμετροποίησης.

## Αποτελέσματα

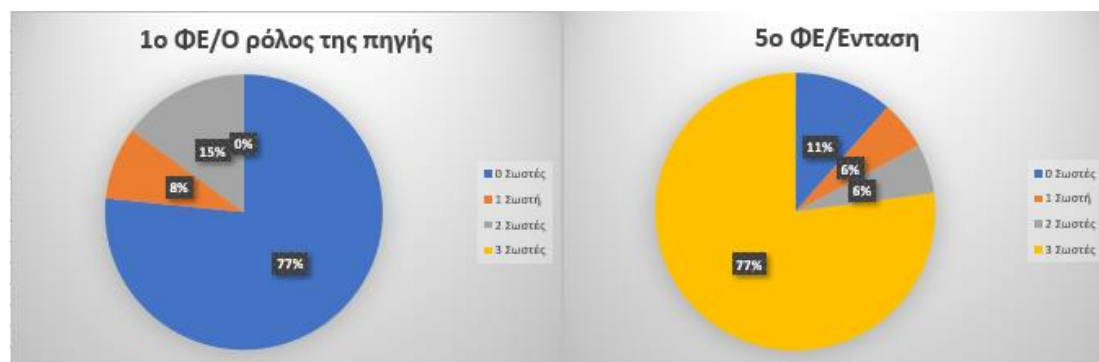
Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται ο αριθμός των σωστών απαντήσεων των μαθητών σε κάθε ΦΕ.

Όπως φαίνεται από τις απαντήσεις, οι μαθητές στην αρχή της παρέμβασης δεν μπορούν να διαχειριστούν σωστά τις μεταβλητές ενός πειράματος. Μάλιστα την 1<sup>η</sup> φορά που τους ζητήθηκε να διαχειριστούν τις μεταβλητές, 36 στους 47 μαθητές δεν κατάφεραν να απαντήσουν σωστά σε κανένα από τα τρία σημεία της παραμετροποίησης, με τους υπόλοιπους να απαντούν σωστά σε ένα ή δύο σημεία της.



Εικόνα 2 Παραμετροποιήσεις μαθητών ανά ΦΕ

Συγκεκριμένα, στο 1ο ΦΕ 76,6% των μαθητών δεν διαχειρίστηκε σωστά κανένα από τα τρία σημεία της παραμετροποίησης, 8,5% των μαθητών διαχειρίστηκε σωστά το ένα από τα τρία σημεία της παραμετροποίησης, ενώ 14,9% των μαθητών διαχειρίστηκαν σωστά τα δύο από τα τρία σημεία της παραμετροποίησης. Αντίθετα, στο 5ο ΦΕ φαίνεται η σημαντική αλλαγή στον τρόπο διαχείρισης των μεταβλητών από τους μαθητές, αφού πάνω από το 60% διαχειρίζεται σωστά και τα τρία σημεία της παραμετροποίησης (Εικόνα 3). Φαίνεται, λοιπόν, ότι ύστερα από την εμπλοκή με τα διερευνητικά ΦΕ, στη θέση της κατ' οίκον εργασίας, η πλειοψηφία των μαθητών είναι σε θέση να εκτελέσει σωστά την παραμετροποίηση ενός πειράματος.



Εικόνα 3 Ποσοστά απαντήσεων στο 1ο και 5ο ΦΕ

## Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αποτίμηση της επίδρασης των διερευνητικών ψηφιακών ΦΕ στην ικανότητα των μαθητών να διαχειρίζονται σωστά τις μεταβλητές κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν πως οι μαθητές της Β΄ Λυκείου δεν γνωρίζουν και δεν έχουν αναπτύξει τη συγκεκριμένη πειραματική δεξιότητα κατά την ενασχόλησή τους με το μάθημα της Φυσικής στα 5 χρόνια φοίτησής τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι δεν υπάρχει η κατάλληλη κουλτούρα κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής. Επιπρόσθετα, παρατηρείται πως ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών, μέσα από την επαναλαμβανόμενη εμπλοκή με τα διερευνητικού τύπου ΦΕ είναι σε θέση να εκτελέσει ικανοποιητικά τη διαχείριση των μεταβλητών κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος. Συμπερασματικά, η παραμετροποίηση αποτελεί σημαντική δεξιότητα για τον σωστό σχεδιασμό ενός πειράματος και εισηγούμαστε την ένταξή της στη διδασκαλία της Φυσικής. Το περιβάλλον της πειραματικής διδασκαλίας στην Α΄ Γυμνασίου ενδείκνυται για την εισαγωγή των μαθητών στη διερευνητική προσέγγιση και στη σωστή διαχείριση των μεταβλητών.

## 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. 19-21 Οκτωβρίου 2018, ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη. ISBN: 978-618-83186-2-5.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: reach every student in every class every day*. ASCD: International Society for Technology in Education. Alexandria, VA. ISBN: 978-1-56484-315-9
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V., Annetta, L. A., & Granger, E. M., (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94 (4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>
- Bryant, P., Nunes, T., Hillier, J., Gilroy, C., & Barros, R. (2015). The importance of being able to deal with variables in learning science. *International Journal of Science and*

- Mathematics Education*, 13(Suppl. 1), 145–163. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9469-x>
- Bullock, M., Sodian, B., & Koerber, S. (2009). Doing experiments and understanding science. Development of scientific reasoning from childhood to adulthood. In W. Schneider, & M. Bullock (Eds.). *Human development from early childhood to early adulthood: Finding from a 20 year longitudinal study*, pp. 173–197. New York, NY: Psychology Press.
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081>.
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R., (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68 (2), 179–202. <https://doi.org/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. ERIC No: EJ727895
- Gómez-Tejedor, J. A., Vidaurre, A., Tort-Ausina, I., Molina-Mateo, J., Serrano, M. A., Meseguer-Dueñas, J. M., Martínez Sala, R. M., Quiles, S., & Riera, J. (2020). Data set on the effectiveness of flip teaching on engineering students' performance in the physics lab compared to Traditional Methodology. *Computers and Education*, 144, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103708>
- Hackling, M. W., (1998). *Working scientifically: implementing and assessing open investigation work in science*. Western Australia: Education Department of W.A., p. 2. ISBN 0 7307 4146 X.
- Keselman, A., (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898–921. <https://doi.org/10.1002/tea.10115>.
- Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, 29, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.005>.
- 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*, p. 3. Stylus publ. ISBN: 978-1579222932.
- Osterhaus, C., Koerber, S., & Sodian, B. (2017). Scientific thinking in elementary school: Children's social cognition and their epistemological understanding promote experimentation skills. *Developmental Psychology*, 53(3), 450–462. <https://doi.org/10.1037/dev0000260>.
- Rowley, N., & Green, J. (2015). Just-in-time Teaching and Peer Instruction in the Flipped Classroom to Enhance Student Learning. *Education in Practice*, 2(1). Retrieved from: <https://intranet.birmingham.ac.uk/staff/teaching-academy/documents/public/eip-dec15/rowley.pdf>
- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T., & Härtig, H. (2016a). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, 39, 37–63. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001>.
- Turnip, B., Wahyuni, I., & Tanjung, Y. I. (2016). The effect of inquiry training learning model based on just in time teaching for problem solving skill. *Journal of Education and Practice*, 7(15), 177–181. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001>.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172–223. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001>.



## Δυσκολίες των μαθητών Λυκείου στην κατανόηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών

**Αριστείδης Ταυλόπουλος<sup>1</sup>, Αναστάσιος Ζουπίδης<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>4ο Γενικό Λύκειο Πύργου, <sup>2</sup>Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνούμε τις δυσκολίες μαθητών Λυκείου στην κατανόηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών, μία από τις πιο σημαντικές πτυχές της επιστημονικής μεθόδου (Μελέτη 1 N=11, Μελέτη 2 N=85). Συγκεκριμένα, διερευνούμε τις δυσκολίες στην κατανόηση: (α) του σχεδιασμού έγκυρου πειράματος, (β) της διάκρισης έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων, (γ) της ερμηνείας έγκυρου πειράματος, και (δ) της αναγνώρισης της αοριστίας μη έγκυρων πειραμάτων. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγιο είκοσι ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, οι οποίες ισοκατανέμονται στις τέσσερις πτυχές της μεθόδου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές Λυκείου δυσκολεύονται ιδιαίτερα στις πτυχές (α) και (δ) της μεθόδου.

**Λέξεις κλειδιά:** Διερεύνηση, Στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση

## Secondary level students' difficulties in understanding the Control of Variables Strategy method

**Aristeidis Tavlopoulos<sup>1</sup>, Anastasios Zoupidis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>4<sup>th</sup> Lyceum of Pyrgos, <sup>2</sup>Democritus University of Thrace

### Abstract

In this research we explore the difficulties of high school students in understanding the Control of Variables Strategy, an important aspect of the scientific method (Study 1 N=11, Study 2 N=85). Specifically, we explore the difficulties in understanding: (a) the design of valid experiments, (b) the distinction between valid and invalid experiments, (c) the interpretation of valid experiments, and (d) the recognition of the vagueness of invalid experiments. Data were collected with twenty multiple-choice questions, evenly distributed in the four aspects of the method. The results showed that the students had particular difficulty in aspects (a) and (d) of the method.

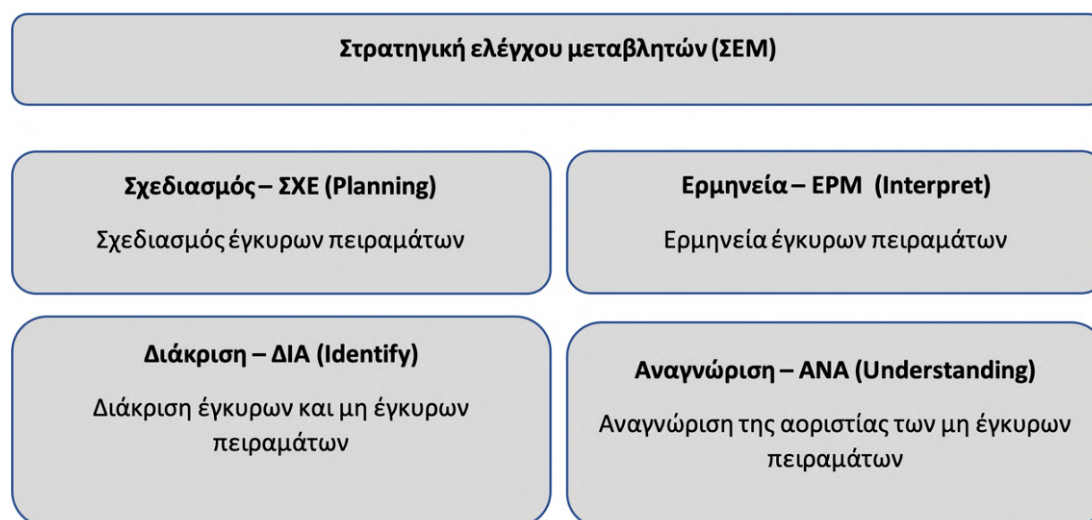
**Keywords:** Inquiry, Control of variables strategy, Secondary education

## Εισαγωγή

Η κατανόηση πτυχών της διερεύνησης μπορεί να συμβάλλει στην ορθολογική αντίληψη και αντιμετώπιση των πολύπλοκων ζητημάτων, που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες (Rocard et al., 2007). Οι ερευνητές των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) χρησιμοποιούν τη διερεύνηση ως στοιχείο της επιστημονικής μεθόδου, ενώ στο σχολείο προτείνεται να αξιοποιηθεί ως μέθοδος διδασκαλίας και μάθησης για την αποτελεσματικότερη προσέγγιση επιστημονικών εννοιών και πρακτικών (NGSS, 2013· NRC, 2012· Pedaste et al., 2015).

Η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) είναι μια από τις πιο σημαντικές πτυχές της επιστημονικής μεθόδου (Chen & Klahr, 1999). Σε όλες τις φάσεις της επιστημονικής έρευνας, όπως η αναγνώριση μεταβλητών, η δημιουργία και ο έλεγχος υποθέσεων, ο πειραματικός σχεδιασμός και η αξιολόγηση, η ανάλυση δεδομένων και η λήψη αποφάσεων, απαιτείται η σωστή χρήση της ΣΕΜ (Zhou et al., 2016). Στη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση, οι μαθητές συμμετέχουν συχνά στον πειραματισμό, ωστόσο ο σχεδιασμός και η ερμηνεία των πειραμάτων απαιτούν επαρκή κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ (Kuhn et al., 2008). Για αυτόν τον λόγο είναι σημαντικό οι μαθητές να διδάσκονται πώς να σχεδιάζουν και να εκτελούν πειράματα κατά τη διαδικασία μάθησης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αυτή (Arnold et al., 2014· Lazonder & Egberink, 2014).

Συγκεκριμένα, ο τρόπος με τον οποίο θα διαχειριστούμε τις μεταβλητές ενός πειράματος εξαρτάται από τη σχέση που θέλουμε να ελέγξουμε (Boudreaux et al., 2008). Για να ελέγξουμε εάν μια μεταβλητή επηρεάζει το αποτέλεσμα ενός συστήματος, χρειάζεται να αναγνωρίσουμε ότι η υπό έλεγχο μεταβλητή πρέπει να αλλάξει από τη μία δοκιμή στην επόμενη, ενώ οι υπόλοιπες (εν δυνάμει ανεξάρτητες) μεταβλητές θα παραμείνουν σταθερές. Εάν το αποτέλεσμα αλλάξει από τη μία δοκιμή στην άλλη, το συμπέρασμα θα είναι ότι η συγκεκριμένη μεταβλητή επηρεάζει το αποτέλεσμα (Εικόνα 1). Σε αντίθετη περίπτωση, η μεταβλητή δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα τουλάχιστον στο συγκεκριμένο εύρος τιμών της μεταβλητής (Ζουπίδης κ. ά., 2018).



Εικόνα 1 Κατηγορίες υποδεξιότητων της ΣΕΜ

Η μέθοδος ΣΕΜ στην εννοιολογική της διάσταση περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες υποδεξιότητων (Εικόνα 1): τον Σχεδιασμό ενός έγκυρου πειράματος (ΣΧΕ), τη Διάκριση έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων (ΔΙΑ), την Ερμηνεία έγκυρων πειραμάτων (ΕΡΜ) και την Αναγνώριση της αοριστίας των μη έγκυρων πειραμάτων (ΑΝΑ) (Chen & Klahr, 1999· Schwichow et al., 2020).

Είναι γνωστό ότι ακόμη και μαθητές δημοτικού σχολείου έχουν μια διαισθητική κατανόηση των έγκυρων πειραμάτων (Schwichow et al., 2016). Πολλοί μαθητές δημοτικού σχολείου γνωρίζουν το γεγονός ότι τα πειράματα χρησιμοποιούνται για τη δοκιμή υποθέσεων ή εικασιών. Με βάση αυτή τη διαισθητική κατανόηση, μπορούν να εντοπίσουν και να ερμηνεύσουν έγκυρα πειράματα. Ωστόσο, οι παρανοήσεις επηρεάζουν την επίδοση τους στην ΣΕΜ και προκαλούν σφάλματα σχεδιασμού, όταν οι μαθητές σχεδιάζουν πειράματα. Τέτοια σφάλματα σχεδιασμού παραβιάζουν τους κανόνες για την παραγωγή έγκυρων πειραμάτων (Siler et al., 2012· Siler & Klahr, 2012). Ο Πίνακας 1 παρέχει μια επισκόπηση των σφαλμάτων σχεδιασμού των μαθητών και των επτά παρανοήσεων από τις οποίες προέρχονται και βασίζεται σε πληροφορίες που αντλήθηκαν από τους Siler & Klahr (2012).

Παρανόηση σχετικά με τη ΣΕΜ	Σφάλμα σχεδιασμού	Συντομογραφία σφάλματος σχ.
1) ΣΕΜ σωστά, για λάθος μεταβλητή	Σχεδιασμός έγκυρων πειραμάτων για ΛΑΘος ανεξάρτητη μεταβλητή	ΛΑΘ
2) ΣΕΜ σωστά, διαφέρουν οι τιμές ανεξάρτητων μεταβλητών που γνωρίζουμε ότι δεν επηρεάζουν	Σχεδιασμός (ΠΟλλαπλά) μη έγκυρων πειραμάτων	ΠΟΛ
3) Έλεγχος πολλών ανεξάρτητων μεταβλητών ταυτόχρονα	Σχεδιασμός (ΠΟλλαπλά) μη έγκυρων πειραμάτων	ΠΟΛ
4) Άγνοια προϋποθέσεων για έγκυρο πείραμα	Σχεδιασμός (ΠΟλλαπλά) μη έγκυρων πειραμάτων	ΠΟΛ
5) Πείραμα με απaráλλαχτες δοκιμές	Σχεδιασμός (ΑΠΑράλλαχτες δοκιμές) μη έγκυρων πειραμάτων	ΑΠΑ
6) Πείραμα με μία μόνο δοκιμή	Σχεδιασμός (ΜΟΝο μία δοκιμή) μη έγκυρων πειραμάτων	ΜΟΝ
7) Πείραμα σύγκρισης δοκιμών όχι μεταβλητών	Σχεδιασμός (ΠΟλλαπλά) μη έγκυρων πειραμάτων	ΠΟΛ

Πίνακας 1 Παρανοήσεις και επαγόμενα σφάλματα σχεδιασμού σχετικά με τη ΣΕΜ

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου στην κατανόηση των τεσσάρων πτυχών της μεθόδου έχουν μελετηθεί διεξοδικά (Chen & Klahr, 1999· Schwichow et al., 2016· Schwichow et al., 2020), ενώ οι έρευνες σε μαθητές Λυκείου είναι ελάχιστες (Schwichow et al., 2020), ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία επικεντρωνόμαστε σε αυτή την ηλικιακή ομάδα. Η υπόθεση που κάνουμε, με βάση την βιβλιογραφική επισκόπηση, είναι ότι οι μαθητές Λυκείου θα έχουν σημαντική δυσκολία κυρίως στον σχεδιασμό έγκυρων πειραμάτων και την αναγνώριση της αοριστίας των μη έγκυρων πειραμάτων.

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν μαθητές ενός Γενικού Λυκείου του Νομού Ηλείας. Η Μελέτη 1, είχε στόχο τη δοκιμή του ερωτηματολογίου. Η Μελέτη 2 πραγματοποιήθηκε με στόχο τη συλλογή του κυρίου όγκου των δεδομένων. Στη Μελέτη 1 συμμετείχαν 11 μαθητές από την Α΄ τάξη Λυκείου (2 κορίτσια). Στη Μελέτη 2 συμμετείχαν συνολικά 85 μαθητές (51 κορίτσια), 40 από την Α΄ και 45 από την Β΄ τάξη Λυκείου.

Το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι «Ποια είναι η κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ από μαθητές Λυκείου;». Για να απαντηθεί αυτό το ερευνητικό ερώτημα θέσαμε τα εξής 4 υποερωτήματα:

1. Μπορούν οι μαθητές να σχεδιάσουν έγκυρα πειράματα;
2. Μπορούν οι μαθητές να διακρίνουν μεταξύ έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων;
3. Μπορούν οι μαθητές να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα ενός έγκυρου πειράματος;
4. Μπορούν οι μαθητές να αναγνωρίσουν την αοριστία ενός μη έγκυρου πειράματος;

Επομένως, στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθούν οι δυσκολίες των μαθητών να κατανοήσουν τις τέσσερις υποδεξιότητες της ΣΕΜ και να καταγραφούν οι λανθασμένες επιλογές που πραγματοποιούν οι μαθητές σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις, οι οποίες για τις υποδεξιότητες Σχεδιασμού έγκυρου πειράματος και Διάκρισης έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα σφάλματα σχεδιασμού (Πίνακας 1).

Φαινόμενο / Θεματική περιοχή	Μεταβλητές	
	Εξαρτημένη	Ανεξάρτητες
Η ταλάντωση ενός ελατηρίου γύρω από την θέση ισορροπίας του (Ταλάντωση Ελατηρίου - Ελατήριο)	Ο χρόνος πραγματοποίησης 10 πλήρων ταλαντώσεων ελατηρίου (Περίοδος)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μέγεθος σφαίρας</li> <li>• Μήκος ελατηρίου</li> <li>• Υλικό σφαίρας</li> </ul>
Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από έναν αντιστάτη (Ροή ηλεκτρικού ρεύματος - ΑΝτιστάτης)	Ηλεκτρική αντίσταση του αντιστάτη (Αντίσταση)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μήκος αντιστάτη</li> <li>• Υλικό αντιστάτη</li> <li>• Διάμετρος αντιστάτη</li> </ul>

Πίνακας 2 Φαινόμενα και μεταβλητές

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγιο 20 ερωτήσεων, το οποίο σχεδιάστηκε με βάση την έρευνα των Schwichow et al. (2020). Οι ερωτήσεις ισοκατανέμονται στις τέσσερις πτυχές της μεθόδου (ΣΧΕ, ΔΙΑ, ΕΡΜ, ΑΝΑ) και σε πέντε θεματικές περιοχές της Φυσικής (Εκκρεμές/Περίοδος–ΕΚ, Ράμπες/Τριβή–ΡΑ, Ελατήριο/Περίοδος–ΕΛ, Σκάλα/Ισορροπία–ΣΚ, Αντιστάτης/Αντίσταση–ΑΝ). Ενδεικτικά, παραθέτουμε αναλυτικότερες πληροφορίες για τις ερωτήσεις που αφορούν τις θεματικές περιοχές Ελατήριο / Περίοδος – ΕΛ και Αντιστάτης / Αντίσταση – ΑΝ (Πίνακας2).

Οι επιλογές στις ερωτήσεις, εκτός από τη σωστή απάντηση, περιλαμβάνουν απαντήσεις που αντιστοιχούν στις δυσκολίες των μαθητών να κατανοήσουν τη

μέθοδο, όπως έχουν καταγραφεί στη σχετική βιβλιογραφία (Πίνακας 1). Για παράδειγμα, στις ερωτήσεις (ΣΧΕ) οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν ένα πείραμα για τη διερεύνηση της επίδρασης μιας μεταβλητής σε ένα φαινόμενο, π.χ. την περίοδο ενός εκκρεμούς, επιλέγοντας τις τιμές δύο ανεξάρτητων μεταβλητών και να αιτιολογήσουν την επιλογή τους. Η σωστή επιλογή περιλαμβάνει διαφορετική τιμή στις δύο δοκιμές για την υπό μελέτη ανεξάρτητη μεταβλητή και ίδια τιμή για όλες τις υπόλοιπες. Οι λανθασμένες επιλογές μπορούν να είναι α) διαφορετική τιμή και για τις δύο μεταβλητές, β) ίδια τιμή για την υπό μελέτη μεταβλητή, και γ) ίδια τιμή και για τις δύο μεταβλητές. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε δια ζώσης και εντός μιας διδακτικής ώρας.

### Αποτελέσματα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων της Μελέτης 2 (N=85). Ο στόχος υλοποίησης της Μελέτης 1 ήταν κυρίως ο έλεγχος και η δοκιμή του ερωτηματολογίου, ώστε να διαπιστωθεί εάν γίνεται πλήρως κατανοητό από τους μαθητές και τις μαθήτριες.

Στη Μελέτη 2, ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbach’s α για τις τέσσερις πεντάδες ερωτήσεων που αντιστοιχούν στις τέσσερις πτυχές της μεθόδου είναι πολύ καλός σε όλες τις περιπτώσεις, αφού είναι μεγαλύτερος από 0,700 ( $\alpha_{\text{ΣΧΕ}}=0,906$ ,  $\alpha_{\text{ΔΙΑ}}=0,708$ ,  $\alpha_{\text{ΕΡΜ}}=0,735$ ,  $\alpha_{\text{ΑΝΑ}}=0,779$ ).

Για λόγους συντομίας, παρουσιάζουμε ενδεικτικά τα αποτελέσματα μόνο για τις δύο από τις πέντε θεματικές περιοχές της Φυσικής (Ελατήριο/Περίοδος [ΕΛ] και Αντίσταση/Αντιστάτης [ΑΝ], Πίνακας 3). Από τον Πίνακα 3 φαίνεται ότι στη θεματική περιοχή ΕΛ, από τους 85 μαθητές οι 36 κάνουν σωστή επιλογή στον σχεδιασμό έγκυρου πειράματος, οι 57 διακρίνουν σωστά μεταξύ έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων, οι 61 ερμηνεύουν σωστά ένα έγκυρο πείραμα και οι 41 αναγνωρίζουν την αοριστία ενός μη έγκυρου πειράματος. Αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα στην περίπτωση της θεματικής ΑΝ.

	σχεδιασμός έγκυρου πειράματος		διάκριση έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων		ερμηνεία έγκυρου πειράματος		αναγνώριση της αοριστίας των μη έγκυρων πειραμάτων	
	Ελατήριο/ Περίοδος	Αντιστάτης /Αντίσταση	Ελατήριο/ Περίοδος	Αντιστάτης /Αντίσταση	Ελατήριο/ Περίοδος	Αντιστάτης /Αντίσταση	Ελατήριο/ Περίοδος	Αντιστάτης /Αντίσταση
Σωστή	36	34	57	61	61	61	41	37
Λανθασμένη	49	51	28	24	24	24	44	48
Σύνολο	85	85	85	85	85	85	85	85

Πίνακας 3 Συγκεντρωτικός πίνακας των επιλογών των μαθητών (N=85) στις τέσσερις πτυχές της μεθόδου

Από τους 49 μαθητές που κάνουν λανθασμένη επιλογή στον Σχεδιασμό έγκυρου πειράματος στη θεματική περιοχή Ελατήριο/Περίοδος – ΕΛ (Πίνακας 4), οι 33 μαθητές επιλέγουν την απάντηση που αντιστοιχεί σε σχεδιασμό πολλαπλά μη έγκυρου πειράματος, οι 8 μαθητές επιλέγουν την απάντηση που αντιστοιχεί σε

σχεδιασμό έγκυρου πειράματος για λάθος ανεξάρτητη μεταβλητή (επιλέγοντας ταυτόχρονα να κρατήσουν σταθερή την υπό έλεγχο μεταβλητή), οι 6 μαθητές επιλέγουν την απάντηση που αντιστοιχεί σε σχεδιασμό μη έγκυρου πειράματος με απαράλλαχτες δοκιμές και οι 2 μαθητές δεν απαντούν. Αντίστοιχα είναι τα αποτελέσματα για την θεματική περιοχή Αντιστάτης/Αντίσταση – AN.

	σχεδιασμός έγκυρου πειράματος		διάκριση έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων	
	Ελατήριο/ Περίοδος	Αντιστάτης/ Αντίσταση	Ελατήριο/ Περίοδος	Αντιστάτης/ Αντίσταση
Σχεδιασμός πολλαπλά μη έγκυρων πειραμάτων (ΠΟΛ)	33	37	20	17
Σχεδιασμός έγκυρων πειραμάτων για λάθος ανεξάρτητη μεταβλητή (ΛΑΘ)	8	8	8	6
Σχεδιασμός μη έγκυρων πειραμάτων με απαράλλαχτες δοκιμές (ΑΠΑ)	6	2	0	0
Κενά	2	4	0	1
ΣΥΝΟΛΟ λανθασμένων απαντήσεων	49	51	28	24

Πίνακας 4 Συγκεντρωτικός πίνακας των σχεδιαστικών σφαλμάτων των μαθητών (N=85) στις πτυχές ΣΧΕ και ΔΙΑ της μεθόδου ΣΕΜ

Από τους 28 μαθητές που κάνουν λανθασμένη επιλογή στη Διάκριση έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων στην θεματική περιοχή Ελατήριο/Περίοδος – ΕΛ, οι 20 μαθητές επιλέγουν την απάντηση που αντιστοιχεί σε σχεδιασμό πολλαπλά μη έγκυρου πειράματος και οι 8 μαθητές επιλέγουν την απάντηση που αντιστοιχεί σε σχεδιασμό έγκυρου πειράματος για λάθος ανεξάρτητη μεταβλητή (επιλέγοντας ταυτόχρονα να κρατήσουν σταθερή την υπό έλεγχο μεταβλητή) (Πίνακας 4). Αντίστοιχα είναι τα αποτελέσματα για τη θεματική περιοχή Αντιστάτης/Αντίσταση – AN.

Τέλος, στις λανθασμένες απαντήσεις στις άλλες δύο πτυχές της μεθόδου ΣΕΜ, δηλαδή Ερμηνεία έγκυρων πειραμάτων (ΕΡΜ) και Αναγνώριση της αοριστίας των μη έγκυρων πειραμάτων (ΑΝΑ), υπερτερεί η επιλογή «και οι δύο μεταβλητές έχουν επίδραση».

## Συμπεράσματα

Στόχος της εργασίας αυτής ήταν να διερευνήσουμε τις δυσκολίες μαθητών Λυκείου στην κατανόηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών, η οποία είναι μία από τις πιο σημαντικές πτυχές της επιστημονικής μεθόδου. Επίσης, να καταγραφούν τα σφάλματα σχεδιασμού που πραγματοποιούν οι μαθητές σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις.

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας έδειξαν ότι οι μαθητές Λυκείου δυσκολεύονται σε σημαντικό βαθμό στην κατανόηση του Σχεδιασμού έγκυρων πειραμάτων, γεγονός που συμφωνεί με την γενικότερη δυσκολία των μαθητών στην συγκεκριμένη υποδεξιότητα (Schwichow et al., 2016). Ακόμη και στο επίπεδο των πρώτων τάξεων του Γενικού Λυκείου πολλοί μαθητές έχουν προβλήματα στον

σχεδιασμό έγκυρων πειραμάτων και φαίνεται να χρειάζονται υποστήριξη στη μάθηση σύμφωνα και με τη μελέτη των Arnold et al. (2014). Επίσης, οι μαθητές Λυκείου φαίνεται ότι δυσκολεύονται σε σημαντικό βαθμό και στην Αναγνώριση της αοριστίας μη έγκυρων πειραμάτων, ενώ φαίνεται να δυσκολεύονται σε μικρότερο βαθμό στη Διάκριση έγκυρων και μη έγκυρων πειραμάτων και στην Ερμηνεία έγκυρου πειράματος.

Από τα αποτελέσματα στις τέσσερις υποδεξιότητες της ΣΕΜ, φαίνεται ότι οι μαθητές Λυκείου αλλάζουν περισσότερες από μία μεταβλητές ταυτόχρονα, γεγονός που συμφωνεί με τη μελέτη των Schwichow et al. (2020). Συγκεκριμένα, πολλοί μαθητές προσπάθησαν να βγάλουν συμπεράσματα σχετικά με το αποτέλεσμα μιας μεταβλητής, ακόμη και όταν άλλαζαν πολλές μεταβλητές. Εξάλλου, μερικοί κατέληγαν σε συμπεράσματα, ακόμη και όταν η υπό μελέτη μεταβλητή δεν άλλαζε από δοκιμή σε δοκιμή. Παράλληλα, φαίνεται ότι οι μαθητές που απαντούν σωστά στις ερωτήσεις ΑΝΑ, απαντούν επίσης σωστά στις περισσότερες από τις προηγούμενες ερωτήσεις, δηλαδή οι μαθητές φαίνεται να κυριαρχούν πρώτα στις δεξιότητες ΣΧΕ, ΔΙΑ και ΕΡΜ και έπειτα στην υποδεξιότητα ΑΝΑ, κάτι που συμφωνεί με την μελέτη των Schwichow et al. (2020).

Συγκεντρωτικά, παρατηρούμε ότι οι μαθητές Λυκείου, όταν καλούνται να εφαρμόσουν τη μέθοδο ΣΕΜ, δυσκολεύονται κυρίως στον Σχεδιασμό έγκυρων πειραμάτων και στην Αναγνώριση της αοριστίας των μη έγκυρων πειραμάτων. Επίσης, παρατηρούμε ότι τα κυρίαρχα σχεδιαστικά σφάλματα που πραγματοποιούν είναι κατά βάση ο σχεδιασμός πολλαπλά μη έγκυρων πειραμάτων και δευτερευόντως ο σχεδιασμός έγκυρων πειραμάτων για λάθος ανεξάρτητη μεταβλητή.

## Βιβλιογραφία

- Ζουπίδης Α., Στράγγας Α., & Καριώτογλου Π. (2018). Η επίδραση της ρητής διδασκαλίας της στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών στην κατανόηση της μεθόδου από φοιτήτριες νηπιαγωγούς. *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση. Προκλήσεις και προοπτικές*.
- Arnold, J.C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding Students' Experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks?. *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719–2749. doi:10.1080/09500693.2014.930209
- Boudreaux, A., Shaffer, P., Heron, P., & McDermott, L. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*. doi:10.1119/1.2805235
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120. doi:10.1111/1467-8624.00081
- Kuhn, D., Iordanou, K., Pease, M., & Wirkala, C. (2008). Beyond control of variables: What needs to develop to achieve skilled scientific thinking. *Cognitive Development*, 23(4), 435–451. doi:10.1016/j.cogdev.2008.09.006
- Lazonder, A. W., & Egberink, A. (2014). Children's acquisition and use of the control-of-variables strategy: effects of explicit and implicit instructional guidance. *Instructional Science*, 42(2), 291–304. doi:10.1007/s11251-013-9284-3

- National Research Council (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. *Washington, DC: The National Academies Press*. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, by States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A.N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review, 14(2015), 47–61*. doi:10.1016/j.edurev.2015.02.003
- 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.
- Siler, S. A., & Klahr, D. (2012). Detecting, classifying and remediating: Children’s explicit and implicit misconceptions about experimental design. In R. W. Proctor & E. J. Capaldi (Eds.), *Psychology of science: Implicit and explicit processes* (pp. 137–180). Oxford University Press.
- Siler, S. A., Klahr, D., & Price, N. (2012). Investigating the mechanisms of learning from a constrained preparation for future learning activity. *Instructional Science*. doi:10.1007/s11251-012-9224-7.
- Schwichow, M., Christoph, S., Boone, W. J., & Härtig, H. (2016). The impact of sub-skills and item content on students’ skills with regard to the control-of-variables strategy. *International Journal of Science Education, 38(2), 216–237*. doi:10.1080/09500693.2015.1137651
- Schwichow, M., Osterhaus, C., & Edelsbrunner, P. A. (2020). The relation between the control-of-variables strategy and content knowledge in physics in secondary school. *International Journal of Science Education 38 (2)*. doi:10.35542/osf.io/82xdk
- Zhou, S., Han, J., Koenig, K., Raplinger, A., Pi, Y., Li, D., Xiao, H., & Bao, L. (2016). Assessment of scientific reasoning: The effects of task context, data, and design on student reasoning in control of variables. *Thinking Skills and Creativity, 19, 175-187*.



«Αναζητώντας τη Σελήνη»: μια διδακτική παρέμβαση με βάση την παρατήρηση για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον ουράνιο θόλο κατά τη διάρκεια ενός μήνα

**Ελισάβετ Μίχα<sup>1</sup>, Ιωάννης Σταράκης<sup>2</sup>, Κρυσταλλία Χαλκιά<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, <sup>2</sup>Σχολή Επιστημών Αγωγής, ΕΚΠΑ

<sup>3</sup>Ομότιμη Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ

### Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση του βαθμού στον οποίο οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού μπορούν να διαπιστώσουν ότι για ακίνητο παρατηρητή στη Γη και συγκεκριμένη ώρα της μέρας ή της νύχτας η Σελήνη είναι ορατή τις μισές περίπου ημέρες κάθε μήνα και ότι φαίνεται να ανατέλλει κάθε ημέρα με περίπου 50 λεπτά καθυστέρηση. Για να διερευνηθεί αυτό, εφαρμόστηκε μια διδακτική παρέμβαση βασισμένη στη συστηματική παρατήρηση του ουράνιου θόλου για ένα μήνα. Η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές/τριες μπορούν να εξαγάγουν τα παραπάνω συμπεράσματα και να τα αξιοποιήσουν στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης για την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη με περίοδο ένα συνοδικό μήνα.

**Λέξεις κλειδιά:** περιφορά Σελήνης γύρω από τη Γη, φαινόμενη κίνηση Σελήνης, παρατήρηση

"In Search of the Moon": a teaching intervention based on observation about the frequency of the Moon's appearance in the celestial sphere over the course of a month

**Elisavet Micha<sup>1</sup>, Ioannis Starakis<sup>2</sup>, Krystallia Halkia<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Primary School Teacher, <sup>2</sup>School of Education, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>3</sup>Emeritus Professor, National and Kapodistrian University of Athens

### Abstract

The purpose of this research is to investigate the extent to which students of upper elementary school (6th grade) can reach the conclusion that for an immovable observer on Earth and at a specific time during the day or night the moon is visible about half the days of each month and that the moon appears to rise each day with approximately 50 minutes delay. To investigate this, a teaching intervention was designed, which was based on the systematic observation of the celestial sphere over a period of a month. The investigation showed that students can reach the above conclusions and use this data to construct the scientific view of the revolution of the Moon around the Earth within a synodic month.

**Keywords:** revolution of the Moon around the Earth, apparent movement of the Moon, observation

## Εισαγωγή

Βασική προϋπόθεση για την κατανόηση της δομής του ηλιακού μας συστήματος είναι η γνώση των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στη Γη, τον Ήλιο και τη Σελήνη Συγκεκριμένα, θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση η κατανόηση των σχετικών μεγεθών, των κινήσεων και των αποστάσεων μεταξύ του Ήλιου, της Γης και της Σελήνης, καθώς τα στοιχεία αυτά διαμορφώνουν τα διάφορα φαινόμενα που προκύπτουν από τη δυναμική του συγκεκριμένου συστήματος (Χαλκιά, 2006).

Στο ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της Γεωγραφίας, όπου εντάσσεται η διδασκαλία αστρονομικών εννοιών και φαινομένων, προβλέπεται η διδασκαλία της περιστροφής της Γης γύρω από το νοητό της άξονα και της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο, καθώς και η σύνδεση αυτών των κινήσεων με τα φαινόμενα της εναλλαγής μέρας και νύχτας και της εναλλαγής των εποχών κατά τη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2003). Αντίθετα, η διδασκαλία της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη δεν προβλέπεται σε καμία βαθμίδα, παρόλο που εμπλέκεται στον ερμηνευτικό μηχανισμό πολλών αστρονομικών φαινομένων που γίνονται αντιληπτά από τη Γη, όπως η φαινόμενη κίνηση της Σελήνης, οι φάσεις της Σελήνης, οι εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης κ.ά. (Starakis & Halkia, 2010). Συνεπώς η οικοδόμηση του επιστημονικού περιεχομένου της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι απαραίτητη για την κατανόηση διαφόρων φαινομένων.

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα προηγούμενων ερευνών (Starakis & Halkia, 2010, Plummer et al. 2010, Treagust et al. 1989), η βασική εναλλακτική ιδέα των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι πάντα ορατή τη νύχτα αποτελεί εμπόδιο στην οικοδόμηση της αντίληψης ότι η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη με περίοδο 29,5 ημέρες και κατά συνέπεια ότι η Σελήνη δε βρίσκεται συνεχώς σε εκ διαμέτρου αντίθετη θέση με τον Ήλιο, σε σχέση με τη Γη.

Με βάση τα παραπάνω, σχεδιάστηκε μια διδακτική παρέμβαση βασισμένη στη συστηματική παρατήρηση του ουράνιου θόλου για ένα μήνα, ώστε να αντιμετωπιστεί η συγκεκριμένη εναλλακτική ιδέα, καθώς και η αντίληψη ότι η Σελήνη δεν είναι ορατή κατά τη διάρκεια της μέρας.

Τα ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι: Μπορούν οι μαθητές/τριες Στ' Δημοτικού να οικοδομήσουν την επιστημονικά αποδεκτή αντίληψη ότι -για ακίνητο παρατηρητή στη Γη- η Σελήνη α) είναι ορατή -για συγκεκριμένη ώρα της μέρας ή της νύχτας- το μισό συνοδικό μήνα (περίπου 15 μέρες) και β) (φαίνεται να) ανατέλλει κάθε ημέρα με περίπου 50 λεπτά καθυστέρηση;

## Μεθοδολογία

### *Δείγμα και εργαλείο έρευνας*


Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα 21/2 – 10/5/2019 με τη συμμετοχή 21 μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού (14 αγόρια – 7 κορίτσια) ενός δημόσιου δημοτικού σχολείου της Αττικής.

Το εργαλείο έρευνας ήταν η ατομική συνέντευξη, στην οποία απάντησε κάθε μαθητής/τρια μία εβδομάδα πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης (pre-test)

και τρεις εβδομάδες μετά το τέλος της (post-test). Οι συνεντεύξεις ήταν ημι-δομημένες και περιλάμβαναν ερωτήσεις κλειστού και ανοιχτού τύπου που αφορούσαν τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης, την περιοδικότητά της, το αν η Σελήνη είναι ορατή κατά τη διάρκεια της μέρας και αν είναι πάντα ορατή κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι μαθητές/τριες καλούνταν να εκφράσουν τις απόψεις τους προφορικά, συμπληρώνοντας, παράλληλα, σκίτσα που αναπαριστούσαν το οπτικό πεδίο ενός ακίνητου παρατηρητή στη Γη αλλά και με τρισδιάστατη αναπαράσταση των θέσεων και των κινήσεων των ουράνιων σωμάτων με τη χρήση μοντέλων.

*Σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης*

Οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν συστηματική παρατήρηση του ουρανού για ένα μήνα, δύο φορές την ημέρα σε καθορισμένες ώρες (μία στις 10 το πρωί και μία στις 9 το βράδυ). Για κάθε παρατήρηση που πραγματοποιούσαν, συμπλήρωναν σε ένα ημερολόγιο αν είδαν ή όχι τη Σελήνη στον ουρανό και παρέθεταν μια φωτογραφία ή ένα σκίτσο του ουρανού που αποτύπωνε τη θέση της Σελήνης στον ουράνιο θόλο (Εικόνα 1). Το σημείο από το οποίο γίνονταν οι παρατηρήσεις ήταν σταθερό: ένα συγκεκριμένο σημείο στο προαύλιο του σχολείου το πρωί και ένα συγκεκριμένο σημείο στο σπίτι κάθε μαθητή/τριας (από το οποίο το οπτικό πεδίο δεν περιορίζεται σημαντικά). Με τον τρόπο αυτό, το τμήμα του ουρανού που απαθανατιζόταν παρέμενε σταθερό σε όλες τις φωτογραφίες/σκίτσα στη διάρκεια του μήνα, ώστε να είναι εφικτή αργότερα η σύγκριση της θέσης της Σελήνης στον ουρανό από τη μία μέρα στην άλλη.

Δευτέρα 25/2/2019	
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid gray;" type="checkbox"/> Ώρα: 10:00 το πρωί                 </div> <div style="border: 1px dashed gray; height: 100px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">  </div> <p>Καιρικές συνθήκες:</p> <p>Σχόλια:</p>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid gray;" type="checkbox"/> Ώρα: 21:00 το βράδυ                 </div> <div style="border: 1px dashed gray; height: 100px; margin-bottom: 5px;"></div> <p>Καιρικές συνθήκες:</p> <p>Σχόλια:</p>
Ανατολή Σελήνης: ..... Δύση Σελήνης: .....	

*Εικόνα 11 Απόσπασμα από το ημερολόγιο παρατήρησης*

Συμπληρωματικά, οι μαθητές/τριες κατέγραφαν στα ημερολόγια τις ώρες ανατολής και δύσης της Σελήνης για κάθε ημέρα, αξιοποιώντας ιστοσελίδες στο διαδίκτυο που παρέχουν αυτές τις πληροφορίες, καθώς θα ήταν πρακτικά αδύνατο να παρατηρούν τον ουρανό για πολλές ώρες (Εικόνα 2).

## Moonrise and moonset Athens

March 2019

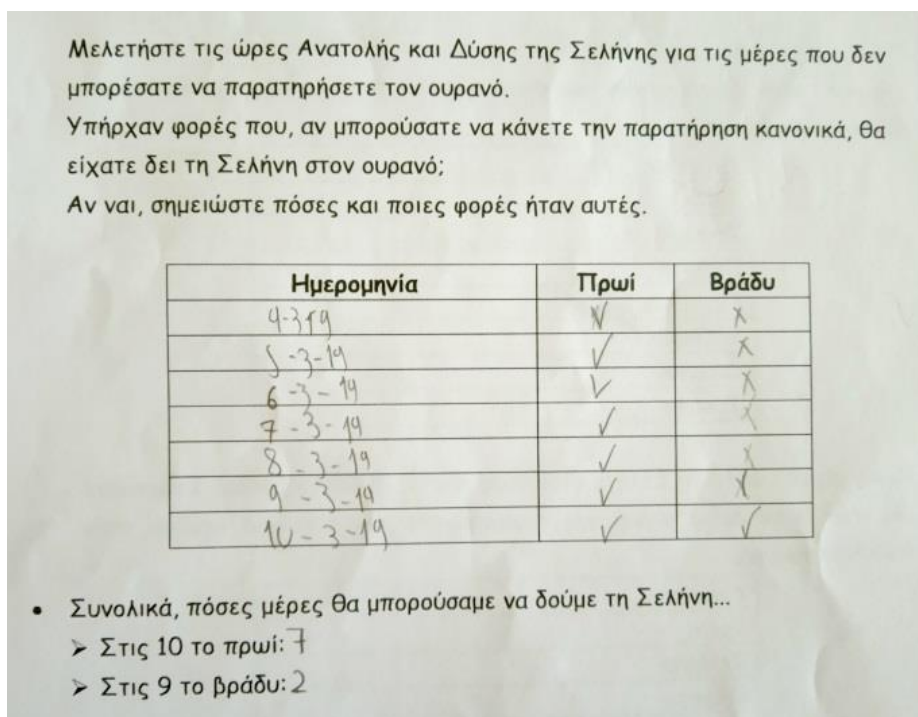
March	2019	Go
-------	------	----

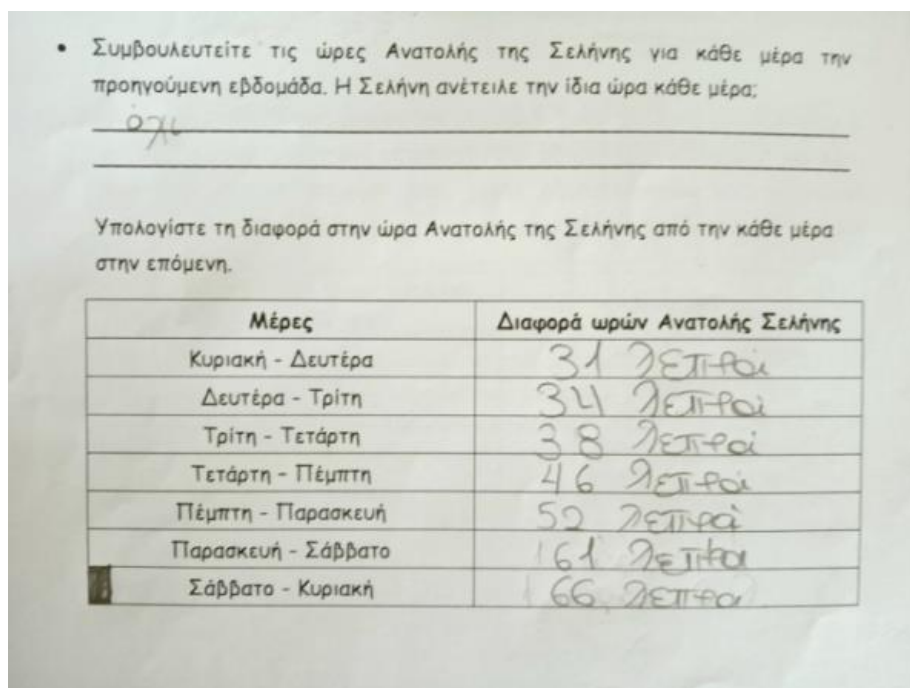
Date	Moonrise	Moonset	Moonrise
4 March 2019, Monday	05:54	16:20	-
5 March 2019, Tuesday	06:27	17:16	-
6 March 2019, Wednesday	06:59	18:13	-
7 March 2019, Thursday	07:28	19:10	-
8 March 2019, Friday	07:56	20:07	-
9 March 2019, Saturday	08:24	21:05	-
10 March 2019, Sunday	08:52	22:04	-

*Εικόνα 2 Στοιχεία για τις ώρες Ανατολής και Δύσης της Σελήνης για την εβδομάδα 4 – 10/3/2019*

Στη διάρκεια του μήνα, μία φορά την εβδομάδα, πραγματοποιούταν συνάντηση με τους/τις μαθητές/τριες, κατά την οποία οργάνωναν και μελετούσαν τα δεδομένα της παρατήρησης της προηγούμενης εβδομάδας και αναζητούσαν επαναλαμβανόμενα μοτίβα σε αυτά, με τη βοήθεια ενός φύλλου παρατήρησης που συμπληρωνόταν στο πλαίσιο μικρών ομάδων (Εικόνες 3 και 4).



*Εικόνα 3 Απόσπασμα από φύλλο παρατήρησης μαθητή όπου καταγράφονται οι φορές που η Σελήνη ήταν ορατή στον ουρανό το πρωί και το βράδυ την εβδομάδα 4 – 10/3/2019*



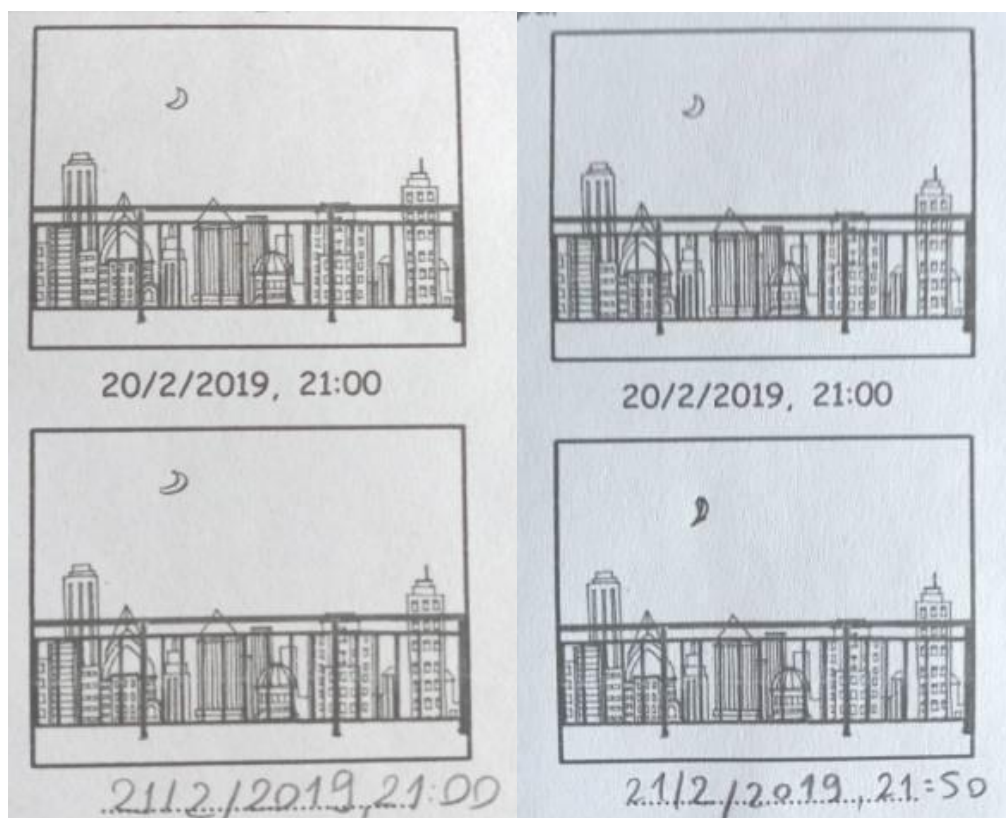
Εικόνα 4 Απόσπασμα από φύλλο παρατήρησης μαθήτριας όπου καταγράφονται οι διαφορές στις ώρες Ανατολής της Σελήνης για την εβδομάδα 10 -17/3/2019

Στην τελική συνάντηση, με τη μελέτη των φύλλων παρατήρησης των τεσσάρων εβδομάδων, οι μαθητές/τριες διαπίστωσαν ότι η Σελήνη: α) ήταν ορατή τις μισές περίπου ημέρες του μήνα για κάθε ώρα παρατήρησης, β) μετά από 24 ώρες βρισκόταν σε διαφορετική θέση στον ουρανό (συγκεκριμένα λίγο πιο ανατολικά) και κάθε ημέρα ανέτειλε με περίπου 50 λεπτά καθυστέρηση.

### Αποτελέσματα

Οι συνεντεύξεις των μαθητών/τριών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ηχογραφήθηκαν και ακολούθησε η απομαγνητοφώνησή τους, η ανάλυση και η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων (ως επιστημονικά αποδεκτές, μερικώς αποδεκτές και μη αποδεκτές).

Στο pre-test ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των μαθητών/τριών (85,7%) απέδωσε 24ωρη περιοδικότητα στη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης, ενώ στο post-test το συγκεκριμένο ποσοστό μειώθηκε αισθητά (23,8%). Αντίστοιχα, στο pre-test, κανένας μαθητής δεν έδωσε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση(περιοδικότητα 24 ωρών και περίπου 50 λεπτών), ενώ στο post-test, το ποσοστό των μαθητών/τριών που έδωσε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση ανήλθε στο 33,3% και το ποσοστό των μαθητών/τριών που έδωσε απαντήσεις που προσεγγίζουν την επιστημονικά αποδεκτή στο 28,6%, δηλαδή ένα συνολικό ποσοστό 62% υιοθέτησε την αντίληψη ότι η περιοδικότητα της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης είναι λίγο μεγαλύτερη από 24 ώρες (Εικόνα 5).



Εικόνα 5 Αποσπάσματα από τις απαντήσεις μαθήτριας στην ερώτηση «Πόσες ώρες ή μέρες ή μήνες θα πρέπει να περάσουν για να δω ξανά τη Σελήνη στην ίδια θέση στην οποία τη βλέπω τώρα;» (στα αριστερά η απάντηση στο pre-test και στα δεξιά η απάντηση στο post-test)

Στην ερώτηση σχετικά με τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στο οπτικό πεδίο ακίνητου παρατηρητή στη Γη σε δεδομένη χρονική στιγμή της μέρας (12 το μεσημέρι) στη διάρκεια ενός μήνα, οι μαθητές/τριες σε πολύ μεγάλο ποσοστό (76,2%) πριν τη διδακτική παρέμβαση απάντησαν ότι η Σελήνη δεν είναι ποτέ ορατή τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή της μέρας, ενώ το ποσοστό αυτό μετά τη διδακτική παρέμβαση έπεσε στο 9,5%. Στο pre-test, κανένας μαθητής δεν έδωσε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση ότι η Σελήνη είναι ορατή περίπου τις μισές μέρες του μήνα, ενώ στο post-test το ποσοστό ανήλθε στο 71,4%.

Στην ερώτηση σχετικά με τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στο οπτικό πεδίο ακίνητου παρατηρητή στη Γη σε δεδομένη χρονική στιγμή της νύχτας (12 τα μεσάνυχτα) στη διάρκεια ενός μήνα, η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών/τριών (95,2%) στο pre-test απάντησαν ότι η Σελήνη είναι πάντα ορατή τη συγκεκριμένη ώρα και ότι είναι αδύνατο να υπάρξει νύχτα που η Σελήνη δεν θα είναι ορατή, εφόσον οι καιρικές συνθήκες είναι καλές. Το ποσοστό αυτό στο post-test μειώθηκε σε 14,3%. Μόνο μία μαθήτρια στο pre-test (4,8%) έδωσε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση, δηλαδή ότι η Σελήνη τη συγκεκριμένη ώρα είναι ορατή κάποιες φορές στη διάρκεια του μήνα, χωρίς όμως να μπορεί να προσδιορίσει πόσες φορές συμβαίνει αυτό, ενώ στο post-test το 71,4% έδωσε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση ότι η Σελήνη είναι ορατή τις μισές νύχτες του μήνα.

Με βάση τις απαντήσεις κάθε μαθητή/τριας, αποδόθηκε στον/στην καθένα/καθεμία ένα σκορ που αντιστοιχεί στην συνολική επίδοση στις ερωτήσεις

του pre-test και του post-test. Για την σύγκριση των επιδόσεων στο pre-test και στο post-test αξιοποιήσαμε το εργαλείο Paired Samples Test. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών/τριών στο pre-test και στο post-test:  $t(20)=-9,42$ ,  $p=0,00$  (Πίνακας 1).

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pre-test-Post-test	-4,62	2,25	,49	-5,64	-3,60	-9,42	20	,000

Πίνακας 7 Αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των συνολικών επιδόσεων των μαθητών/τριών στις ερωτήσεις του pre-test και του post-test

### Συμπεράσματα

Από την έρευνα προέκυψε ότι οι μαθητές/τριες στην πλειοψηφία τους μπορούν να διαπιστώσουν ότι για ακίνητο παρατηρητή στη Γη και συγκεκριμένη ώρα της μέρας ή της νύχτας η Σελήνη είναι ορατή τις μισές περίπου ημέρες κάθε μήνα και ότι φαίνεται να ανατέλλει κάθε ημέρα με περίπου 50 λεπτά καθυστέρηση. Ως επόμενο βήμα σχεδιάστηκε σχετική έρευνα με σκοπό τη διερεύνηση του βαθμού στον οποίο οι μαθητές/τριες μπορούν να οικοδομήσουν τη γνώση που είναι απαραίτητη για την ερμηνεία της χρονικής καθυστέρησης της ανατολής της Σελήνης. Τα αποτελέσματα της εν λόγω έρευνας αποτελούν αντικείμενο άλλης εργασίας.

Κατά τη διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης, ανασταλτικοί παράγοντες υπήρξαν: α) οι κακές καιρικές συνθήκες για ορισμένες μέρες στη διάρκεια του μήνα που δεν επέτρεψαν την παρατήρηση και την καταγραφή της παρουσίας της Σελήνης (η οποία καλύφθηκε από τα δεδομένα που λήφθηκαν από το διαδίκτυο), και β) η μη συστηματική βραδινή παρατήρηση και καταγραφή της θέσης της Σελήνης από ορισμένους/ες μαθητές/τριες (η οποία καλύφθηκε από τα δεδομένα που συνέλεξαν με συνέπεια οι άλλοι/ες συμμαθητές/τριές τους).

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις δυσκολίες αυτές, προτείνουμε τις εξής αλλαγές στον σχεδιασμό και την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης: Δεδομένου ότι οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη δυνατότητα παρατήρησης του ουράνιου θόλου, προτείνεται η διδακτική παρέμβαση να πραγματοποιείται τους τελευταίους μήνες του σχολικού έτους (Απρίλιο, Μάιο ή Ιούνιο), ώστε οι πιθανότητες εκδήλωσης άσχημων καιρικών συνθηκών να ελαχιστοποιούνται και οι μαθητές/τριες να έχουν όσο το δυνατόν περισσότερες ευκαιρίες να παρατηρήσουν τον ουρανό.

Επιπλέον, για την επιλογή της ημερομηνίας έναρξης της διδακτικής παρέμβασης είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπ' όψιν οι ώρες Ανατολής και Δύσης της Σελήνης αλλά και οι φάσεις της. Θεωρούμε ότι είναι προτιμότερο η παρατήρηση

να ξεκινάει την χρονική περίοδο του μήνα κατά την οποία η Σελήνη είναι ορατή τις πρωινές ώρες, προκειμένου να επιτευχθεί εξαρχής η γνωσιακή σύγκρουση και να κεντριστεί η προσοχή των μαθητών/τριών. Το στοιχείο αυτό είναι σημαντικό, καθώς η μεγάλη διάρκεια της παρέμβασης απαιτεί συστηματική προσπάθεια και ενδιαφέρον εκ μέρους των μαθητών/τριών. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η διδακτική παρέμβαση να ξεκινάει 2-4 ημέρες πριν τη φάση του τελευταίου τετάρτου, κατά τις οποίες η Σελήνη ανατέλλει αργά το βράδυ (λίγο πριν ή λίγο μετά τα μεσάνυχτα) και δύει το πρωί μετά τις 10:00. Τις συγκεκριμένες ημέρες αναμένεται η Σελήνη να είναι ορατή κατά την πρωινή παρατήρηση στις 10:00, διότι αφενός η έκταση της επιφάνειάς της που φωτίζεται από τον Ήλιο είναι μεγάλη και αφετέρου τη συγκεκριμένη ώρα βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του ουράνιου θόλου, αρκετά μακριά από τον Ήλιο που βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα.

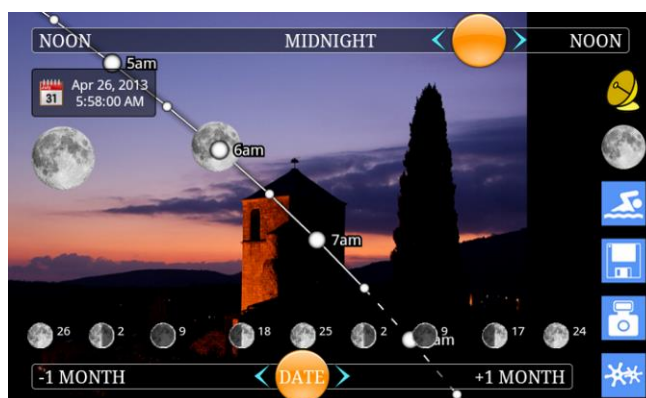
Τέλος, την ημέρα που η Σελήνη βρίσκεται στη φάση της Νέας Σελήνης και τις ημέρες που προηγούνται και έπονται αυτής, παρόλο που η Σελήνη ανατέλλει τις πρωινές ώρες και δύει το απόγευμα ή το βράδυ, είναι πιθανό να μην είναι ορατή κατά την πρωινή παρατήρηση λόγω της μικρής της φωτεινότητας. Στην περίπτωση αυτή, μπορούν να αξιοποιηθούν εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα οι οποίες, όταν η κάμερα του τηλεφώνου στρέφεται προς τον ουρανό, παρουσιάζουν την πορεία που διαγράφει η Σελήνη στον ουράνιο θόλο και τη θέση στην οποία βρίσκεται τη συγκεκριμένη ώρα (Εικόνα 6). Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές/τριες μπορούν να αντιληφθούν ότι η Σελήνη βρίσκεται εντός του οπτικού τους πεδίου αλλά δεν είναι ορατή λόγω της μικρής της φωτεινότητας. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να αξιοποιηθούν και σε περίπτωση άσχημων καιρικών συνθηκών που εμποδίζουν την παρατήρηση. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι τα εξής:

- MoonTrajectory.net

([https://play.google.com/store/apps/details?id=net.sylde.Moon&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=net.sylde.Moon&hl=en_US))

- MoonLocator

([https://play.google.com/store/apps/details?id=com.genewarrior.sunlocator.moon&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.genewarrior.sunlocator.moon&hl=en_US))



Εικόνα 6 Στιγμιότυπο από την εφαρμογή «MoonTrajectory.net» η οποία απεικονίζει τη θέση της Σελήνης στον ουράνιο θόλο στις 26/4/2013 στις 06:00 για τον συγκεκριμένο τόπο

Προτείνεται λοιπόν, ως προέκταση της έρευνάς μας, να εφαρμοστεί η διδακτική παρέμβαση που περιγράψουμε στην παρούσα εργασία, με την πραγματοποίηση των παραπάνω αλλαγών, και να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά της.



## Βιβλιογραφία

- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003). ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Γεωλογίας – Γεωγραφίας, ΦΕΚ 304Β/13-3-2003
- Χαλκιά, Κ. (2006). Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Plummer, J. D., & Krajcik, J. (2010). Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 768-787.
- <https://doi.org/10.1002/tea.20355>
- Starakis, J. & Halkia, K. (2010). Primary School Students' Ideas Concerning the Apparent Movement of the Moon. *Astronomy Education Review*, 9(1).010109-1.
- Treagust, D. F., & Smith, C. L. (1989). Secondary students' understanding of gravity and the motion of planets. *School Science and Mathematics*, 89(5), 380-391.

## Ενσώματες προσεγγίσεις της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης στο πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος: μελέτη περίπτωσης

**Ιωάννης Σταράκης, Παντίδος Παναγιώτης, Κρυσταλλία Χαλκιά**

*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Επιστημών της Αγωγής*

### Περίληψη

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μελέτη περίπτωσης ενός μαθητή Ε' Δημοτικού αναφορικά με τη δυνατότητά του να παράγει ενσώματους συλλογισμούς για τις εννοιολογικές διαστάσεις της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης, στο πλαίσιο ενός Διδακτικού Πειράματος. Από την ανάλυση του βιντεοσκοπημένου Διδακτικού Πειράματος προέκυψε ότι ο εκπαιδευόμενος μέσω της σωματικής του έκφρασης καταφέρνει να: α) μεταβεί από έναν δισδιάστατο οπτικό κώδικα στον τρισδιάστατο χώρο που περιέχει τις οντότητες Γη-Σελήνη, β) νοηματοδοτήσει τις διαφορετικές συχνότητες κίνησης των οντοτήτων αυτών, γ) προσεγγίσει την έννοια της σχετικής κίνησης.

**Λέξεις κλειδιά:** ενσώματη μάθηση, διδακτικό πείραμα, φαινόμενη κίνηση Σελήνης

## Embodied perspective of the Moon's Apparent Motion in the context of Teaching Experiment: a case study

**Ioannis Starakis, Panagiotis Pantidos, Krystallia Halkia**

*National and Kapodistrian University of Athens, School of Education*

### Abstract

The present research refers to the possibility of a 5<sup>th</sup> grade student (case study) to produce embodied reasoning about the conceptual dimensions of the Moon's Apparent Motion, in the context of a Teaching Experiment. The analysis of the recorded, on video, Teaching Experiment revealed that the student, through bodily expression, managed to: a) go from a two-dimensional visual code to the three-dimensional space that includes the Earth-Moon entities, b) make sense of the different frequencies of motion of these entities, c) conceptualize the relative motion.

**Keywords:** embodied learning, teaching experiment, moon's apparent motion

## Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη εργασία αξιοποιώντας το πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος προσπαθεί να αναδείξει τη σωματική έκφραση ως δυναμικό μέσο παραγωγής νοήματος.

Το Διδακτικό Πείραμα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από το Steffe (1983) στο πεδίο της διδακτικής των μαθηματικών, ενώ στη διδακτική των φυσικών επιστημών απαντάται 10 χρόνια αργότερα από τους Katu, Lunetta & Van Den Berg (1993). Από τον Steffe η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε υπό τη μορφή προσωπικής συνέντευξης συμπεριλαμβάνοντας τα εξής δύο μεθοδολογικά εργαλεία: i) τις κλινικές συνεντεύξεις σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Piaget, όπου ο ερευνητής διερευνά τις υπάρχουσες γνωστικές δομές του υποκειμένου με βασικές ερωτήσεις σε πρώτο χρόνο και διευκρινιστικές ερωτήσεις στη συνέχεια, ii) τον Σωκρατικό διάλογο στον οποίο ο υποβάλλων τις ερωτήσεις έχει ως απώτερο του στόχο να κατευθύνει το υποκείμενο στην οικοδόμηση νέων απόψεων. Οι Komorek & Duit (2004), στο πεδίο της διδακτικής των φυσικών επιστημών, διαφοροποίησαν το κατά Steffe διδακτικό πείραμα αυξάνοντας των αριθμό των συμμετεχόντων από έναν (1), σε δύο (2) έως τέσσερις (4), δημιουργώντας «κοινότητες μαθητών» και αποσκοπώντας, αφενός μεν στη διερεύνηση και το χειρισμό ιδεών και διαδικασιών μάθησης σε ένα πλαίσιο κοινωνικής οικοδόμησης της γνώσης, αφετέρου δε στην όσο το δυνατό πιο ρεαλιστική αποτύπωση διαδικασιών που προκύπτουν λόγω των αλληλεπιδράσεων σε μία πραγματική τάξη. Κοιτολογίς είναι μία μέθοδος που συνδυάζει στοιχεία κλασικής συνέντευξης και διδασκαλίας (Komorek & Duit 2004) και δίνει την δυνατότητα στους/ες εκπαιδευόμενους/ες να ενεργοποιούν διαφορετικά μέσα έκφρασης για την κατασκευή νοήματος, μεταξύ αυτών και το ανθρώπινο σώμα.

Στο πλαίσιο της πολυτροπικής προσέγγισης για τη δημιουργία των νοημάτων το ανθρώπινο σώμα κατέχει κομβικό ρόλο (Jaipal 2010). Ο προφορικός λόγος, τα γραπτά κείμενα, οι δισδιάστατες απεικονίσεις (σχέδια, γραφήματα κλπ.), τα υλικά αντικείμενα προσεγγίζονται ως φορείς νοήματος, με το ανθρώπινο σώμα να λειτουργεί όχι μόνο ως παράγοντας συνάρμοσης μεταξύ των σημειωτικών πόρων, αλλά και να διασυνδέει τις εσωτερικές γνωστικές διεργασίες με οτιδήποτε πράττεται εξωτερικά μέσω των κινήσεων, των χειρισμών και των μετατοπίσεων στον χώρο (Wilson 2002). Ουσιαστικά, η ενσώματη προσέγγιση για τη μάθηση θεωρεί ότι η σωματική έκφραση αποτελεί σκέψη, με τους εκπαιδευόμενους να παράγουν συλλογισμούς αλληλεπιδρώντας, μέσω του σώματός τους, με τον υλικό κόσμο (Kontra, Lyons, Fisher & Beilock 2015). Στη διδακτική των φυσικών επιστημών, έρευνες έχουν καταδείξει ότι οι χειρονομίες αποτελούν πρωταρχικοί φορείς σκέψης για τους εκπαιδευόμενους ειδικά σε συνθήκες εργαστηρίου, ενώ η βελτίωση στη σωματική εννοιολόγηση από τους/τις εκπαιδευόμενους/νες δηλώνει και γνωστική πρόοδο (Roth & Lawless 2002, Herakleioti & Pantidos 2016, Χαχλιουτάκη, Παντίδος & Καμπεζά 2018). Οι αισθητικοκινητικές εμπειρίες, αλλά και οι δομημένες ενσώματες δραστηριότητες σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, ενεργοποιούν τους/τις εκπαιδευόμενους/νες να σκέφτονται μέσω της σωματικής τους έκφρασης και να εμφανίζουν εννοιολογικές βελτιώσεις για έννοιες και φαινόμενα από τον φυσικό κόσμο όπως είναι η μηχανική ισορροπία, η διατήρηση της στροφορμής, ο σχηματισμός της σκιάς και η δημιουργία των σεισμών και των

ηφαιστειών (Hadzigeorgiou, Anastasiou, Konsolas & Prevezanou 2009, Kontra, Goldin-Meadow & Beilock 2012, Chachlioutaki, Pantidos & Kampeza 2016).

Το Διδακτικό Πείραμα που συζητείται εδώ πραγματοποιήθηκε σε μαθητές Ε΄ δημοτικού. Αποτελεί μελέτη περίπτωσης ενός μαθητή και επιχειρεί να διερευνήσει εάν και πώς ο μαθητής παράγει ενσώματους συλλογισμούς για τις εννοιολογικές διαστάσεις της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης.

## Μεθοδολογία

Το εν λόγω Διδακτικό Πείραμα αποτελεί μέρος μιας ακολουθίας τριών (3) διδακτικών πειραμάτων:

- α) Φαινόμενη Κίνηση του Ήλιου (Σταράκης & Χαλκιά 2020)
- β) Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης (Starakis & Halkia 2014),
- γ) Εναλλαγή των Εποχών (Σταράκης & Χαλκιά 2015).

που χρησιμοποιήθηκαν ως μέσα οικοδόμησης εννοιολογικού πλαισίου για:

- α) την ιδιοπεριστροφή της Γης,
- β) την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη,
- γ) την περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο,

αντίστοιχα.

Η διάρθρωση των διδακτικών πειραμάτων είναι σπονδυλωτή καθώς τα συμπεράσματα καθενός από αυτά αποτελούν προαπαιτούμενα για την μελέτη των επόμενων. Στην προκειμένη περίπτωση, οι μαθητές που συμμετέχουν στο διδακτικό πείραμα για τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης αναμένεται να έχουν αποκτήσει εμπειρίες μάθησης για το εννοιολογικό πλαίσιο της ιδιοπεριστροφής της Γης με φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών ενός ρολογιού, από τη συμμετοχή τους στο πρώτο διδακτικό πείραμα για την ερμηνεία της Φαινόμενης Κίνησης του Ήλιου.

Το διδακτικό πείραμα για τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης συγκροτείται από μια σωματική προσομοίωση στην οποία οι μαθητές υιοθετώντας τους ρόλους της Γης και της Σελήνης, διατυπώνουν και ελέγχουν τις ιδέες τους. Αρχικά παρατηρούν φωτογραφίες που απεικονίζουν διαφορετικές θέσεις της Σελήνης στον ουρανό σε σχέση με ακίνητο παρατηρητή πάνω στη Γη. Οι φωτογραφίες αυτές έχουν τραβηχτεί με χρονική καθυστέρηση 25 λεπτών η κάθε μία από την προηγούμενη (βλέπε εικόνα 1).

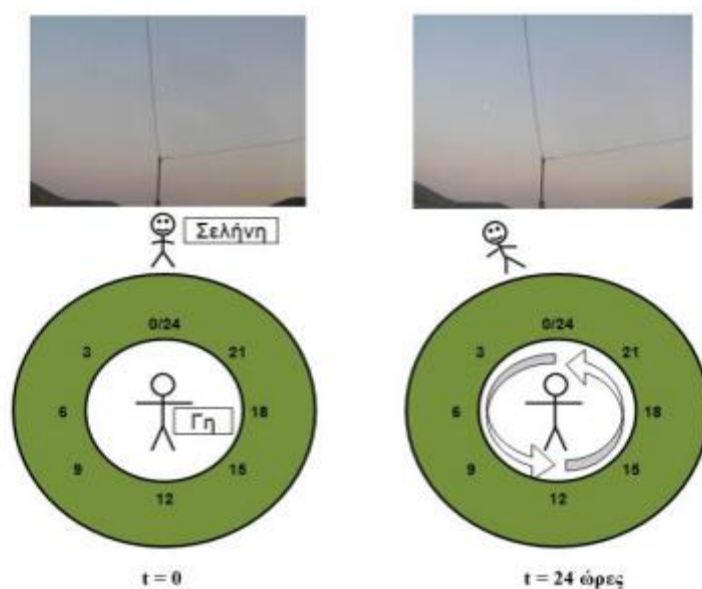


Εικόνα 12: Ακολουθία φωτογραφιών η οποία δείχνει τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης

Στη συνέχεια εκφράζουν τις ιδέες τους, για να εξηγήσουν την κίνηση της Σελήνης στον ουράνιο θόλο, είτε προφορικά, είτε μέσω σχεδίου, είτε μέσω σωματικής προσομοίωσης. Στο πλαίσιο της σωματικής προσομοίωσης οι μαθητές σχηματίζουν δυάδες όπου ο ένας αναπαριστά τη Γη και ο άλλος τη Σελήνη. Ο

μαθητής που αναπαριστά κάθε φορά τη Γη, είτε προσομοιώνει με το σώμα του κινήσεις της Γης που θεωρεί ότι συμβαίνουν, είτε κατευθύνει τον μαθητή που αναπαριστά τη Σελήνη να προσομοιώσει κινήσεις της Σελήνης (που και πάλι θεωρεί ότι συμβαίνουν), έτσι ώστε οι μεμονωμένες αυτές κινήσεις ή οι συνδυασμοί τους να ερμηνεύουν την κίνηση της Σελήνης που είδαν στις φωτογραφίες. Από τη θέση της Γης περνούν υποχρεωτικά όλοι οι μαθητές.

Σε δεύτερο χρόνο οι μαθητές καλούνται να ερμηνεύσουν το περιεχόμενο δύο φωτογραφιών (πάλι σε σχέση με ακίνητο παρατηρητή πάνω στη Γη) που είναι τραβηγμένες με 24ωρη καθυστέρηση. Οι φωτογραφίες αποκαλύπτουν ότι ύστερα από 24 ώρες η Σελήνη δεν βρίσκεται στο ίδιο σημείο στον ουρανό. Με δεδομένη τη γνώση της 24ωρης ιδιοπεριστροφής της Γης, που αναμένεται να έχει προκύψει από το πρώτο διδακτικό πείραμα, η σωματική προσομοίωση χρησιμοποιείται στη φάση αυτή, ως εργαλείο διερεύνησης, για να βοηθήσει τους μαθητές που προσομοιώνουν τη Γη, να αποδώσουν το περιεχόμενο των εν λόγω φωτογραφιών στην περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη και να αισθητοποιήσουν τις συχνότητες αλλά και τη φορά: α) της ιδιοπεριστροφής της Γης και β) της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη (βλέπε εικόνα 2). Στη φάση αυτή οι μαθητές που προσομοιώνουν τη Γη τοποθετούνται μέσα σε ένα επιδαπέδιο ρολόι 24ωρης περιοδικότητας.



Εικόνα 2: Ερμηνεία της μη 24ωρης περιοδικότητας της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης, με τη χρήση επιδαπέδιου ρολογιού (δακτύλιος) και με τη διενέργεια σωματικής προσομοίωσης

Ο μαθητής που μελετάται αποτελεί μέρος μιας 4μελούς ομάδας. Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 40 μαθήτριες και μαθητές Ε΄ δημοτικού από πέντε (5) δημόσια δημοτικά σχολεία του λεκανοπεδίου Αττικής, τα οποία χωρίστηκαν σε δέκα (10) 4μελεις ομάδες. Το Διδακτικό Πείραμα διήρκεσε δύο διδακτικές ώρες και η όλη διαδικασία βιντεοσκοπήθηκε.

### *Κωδικοποίηση*

Αρχικά σημειώθηκαν οι εννοιολογικές διαστάσεις του φαινομένου που προσέγγισε ο εκπαιδευόμενος μέσω του προφορικού λόγου. Στη συνέχεια, σημειώθηκε στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα εμφάνισής της, το είδος της χειρονομίας/σωματικής έκφρασης που χρησιμοποίησε για να αποδώσει νόημα σε κάποια όψη του φαινομένου (Ηρακλειώτη & Παντίδος 2019). Για τον σκοπό αυτό οι ερευνητές χρησιμοποίησαν την τυπολογία των εικονιζουσών, δεικτικών και εργοτικών σωματικών εκφράσεων (McNeil 1992). Σε δεύτερο επίπεδο, στην κάθε χειρονομία οι ερευνητές απέδωσαν το νόημα που μεταφέρει αναφορικά με τις εννοιολογικές διαστάσεις του φαινομένου. Για την απόδοση νοήματος στις χειρονομίες λήφθηκε υπόψη το πλαίσιο που δημιουργούνται από τη διδακτική διαδικασία (Χαχλιουτάκη, Παντίδος & Ηρακλειώτη 2018). Έτσι, κάποιες φορές μία ερώτηση οδηγούσε τον εκπαιδευόμενο σε ενσώματη απόκριση, ενώ κάποιες άλλες φορές ένα σχέδιο/μια φωτογραφία οδηγούσε σε ενσώματη διερεύνηση. Επιπλέον, σημάνθηκαν ως στοιχεία νοήματος και τα σχέδια που παρήγαγε ο εκπαιδευόμενος αποδίδοντας όψεις των κινήσεων του συστήματος Γης-Σελήνης. Η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε παράλληλα από τους δύο πρώτους συγγραφείς. Σε περιπτώσεις ασυμφωνίας συζητούσαν επιχειρηματολογώντας μεταξύ τους μέχρι να επιτευχθεί συμφωνία (Jordan & Henderson 1995). Οι περιπτώσεις στις οποίες αυτό δεν ήταν εφικτό (<1%) εξαιρέθηκαν από την διαδικασία.

### *Ανάλυση των δεδομένων*

Καταχωρήθηκαν τα νοήματα που κοινωνήθηκαν από τον εκπαιδευόμενο ανά σημειωτικό σύστημα (προφορικός λόγος, σωματική έκφραση, σχέδιο). Έτσι δόθηκε η δυνατότητα να διαπιστωθεί εάν υπήρχαν εννοιολογικές διαστάσεις του φαινομένου που εκφράστηκαν με ένα ή περισσότερα σημειωτικά συστήματα. Για κάθε διάσταση που νοηματοδοτήθηκε σωματικά, οι δύο ερευνητές προχώρησαν σε περαιτέρω ποιοτική ανάλυση περιγράφοντας τον τρόπο που η σωματική έκφραση μεταφέρει νοήματα.

## **Αποτελέσματα**

### *Γη-Σελήνη και Περιφορά της Σελήνης*

Από την ανάλυση προκύπτει ότι ο εκπαιδευόμενος αναπαριστά τις οντότητες Γη-Σελήνη αποκλειστικά μέσω σωματικής έκφρασης, ενώ κάποιες φορές με δική του πρωτοβουλία εναλλάσσεται μεταξύ αυτών των οντοτήτων ώστε να διερευνήσει τις κινήσεις από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Έτσι, ενώ ιδιοπεριστρέφεται ως Γη, ταυτόχρονα δεικνύει μέσω χειρονομιών τη θέση της Σελήνης σε αντίστοιχες χρονικές στιγμές, άλλοτε προβλέποντας και άλλοτε επιβεβαιώνοντας τη θέση της. Επιπλέον, μόνο με το σώμα του προσεγγίζει και την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια του Διδακτικού Πειράματος διερεύνησε σωματικά, μετακινούμενος σε κυκλική τροχιά, και τις δύο δυνατές κατευθύνσεις

περιφοράς της Σελήνης. Μέσα από τη διδακτική διαδικασία επέλεξε φορά ίδια με εκείνη της ιδιοπεριστροφής της Γης (βλέπε Εικόνα 2).

### *Συχνότητες κίνησης Γης-Σελήνης*

Οι συχνότητες αυτές νοηματοδοτούνται με τον εκπαιδευόμενο στον ρόλο: α) ιδιοπεριστρεφόμενης Γης και β) περιφερόμενης Σελήνης. Ως Γη εκκινεί την ιδιοπεριστροφή του από μια αρχική θέση έχοντας απευθείας βλεμματική επαφή με τη μαθήτρια-Σελήνη. Ιδιοπεριστρεφόμενος, ενώ προσπαθεί να εντοπίσει τις επικείμενες θέσεις της Σελήνης στο δικό του (σωματικό) πλαίσιο, διαπιστώνει, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση της Σελήνης στον ουρανό από τις φωτογραφίες, ότι η μαθήτρια-Σελήνη ακολουθεί μεν την κατεύθυνση της δικής του περιστροφής αλλά με χρονική καθυστέρηση. Αυτό πιστοποιείται διότι χάνεται η απευθείας βλεμματική επαφή ανάμεσα στα δύο παιδιά. Αντίστοιχη διαδικασία βιώνει και όταν έχει τον ρόλο της περιφερόμενης Σελήνης. Επιπλέον, η διακρίβωση των διαφορετικών συχνοτήτων πραγματοποιείται και με βήμα 24ώρου. Δηλαδή, ο εκπαιδευόμενος περιφέρεται ως Σελήνη προσπαθώντας να διατηρήσει την χρονική υστέρηση με το παιδί-Γη, το οποίο πραγματοποιεί διαδοχικές ιδιοπεριστροφές. Έτσι, η σωματοποίηση της σχετικής κίνησης των δύο σωμάτων επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να συνειδητοποιήσει ότι οι δύο κινήσεις πραγματοποιούνται με διαφορετικές συχνότητες.

### *Αισθητοποίηση της σχετικής κίνησης*

Κατά τον έλεγχο της αρχικής του αντίληψης: ιδιοπεριστροφή Γης-ακίνητη Σελήνη, στο Διδακτικό Πείραμα, ο εκπαιδευόμενος φαίνεται να αισθητοποιεί τη φαινόμενη, μη πραγματική, κίνηση της Σελήνης. Καθώς ιδιοπεριστρέφεται αριστερόστροφα ως Γη, παράγει μια εικονίζουσα χειρονομία η οποία παραπέμπει σε μια προς τα δεξιά τροχιά της, σύμφωνα με την αρχική του αντίληψη, ακίνητης Σελήνης. Δηλαδή, παρόλο που στο συγκεκριμένο πλαίσιο η Σελήνη είναι και φαίνεται ακίνητη, ο εκπαιδευόμενος παράγει ενσώματα την σχετική της κίνηση, δηλαδή την κατευθυνόμενη προς τα δεξιά, αντίθετη σε σχέση με την κίνησή του, εικονίζουσα χειρονομία η οποία αντιστοιχεί έως ένα βαθμό στην κατεύθυνση της σχετικής ταχύτητας της Σελήνης ως προς την Γη. Πράγματι, η κίνηση ενός σώματος Α το οποίο απομακρύνεται από ένα ακίνητο σώμα Β ισοδυναμεί με την κίνηση προς την αντίθετη κατεύθυνση του Β ως προς το «ακίνητο» Α.

### **Συμπεράσματα**

Στην περίπτωση που μελετήθηκε, ο εκπαιδευόμενος προτίμησε να σωματοποιήσει στον χώρο και στον χρόνο τις δύο αλληλοεξαρτώμενες κινήσεις. Ίσως το συγκεκριμένο φαινόμενο να λειτουργεί καταλυτικά στην ενεργοποίηση ενσώματων συλλογισμών, καθώς η προφορική περιγραφή κινήσεων δημιουργεί χωρικές πολυσημίες, ενώ το σχέδιο λειτουργεί περιοριστικά καθώς περιέχει στατικές δισδιάστατες οντότητες.

Η μεταφορά της φωτογραφικής απεικόνισης των διαδοχικών θέσεων της Σελήνης στον ουρανό, στο ενσώματο πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος, έδωσε στον εκπαιδευόμενο τη δυνατότητα να: α) διερευνήσει το φαινόμενο στον τρισδιάστατο χώρο, β) μετατρέψει τις διαδοχικές στατικές δισδιάστατες εικόνες της Σελήνης, σε τρισδιάστατη κίνησή της, γ) συμπεριλάβει στον ενσώματο αφηγηματικό του κόσμο και τη Γη ως ορατή/αντιληπτή οντότητα. Σημειώνεται ότι οι φωτογραφίες απεικονίζουν ρεαλιστικά τη Σελήνη στον ουρανό, αλλά όχι τη Γη. Αντίθετα, η ενσώματη δραστηριότητα δίνει τη δυνατότητα στο παιδί-Γη και στο παιδί-Σελήνη να αντιλαμβάνονται ταυτόχρονα δύο κινήσεις: την ιδιοπεριστροφή του ενός (Γη) και την περιφορά του άλλου (Σελήνη).

Επιπλέον, οι ισόχρονες επαναλήψεις των κινήσεων Γης-Σελήνης μέσω της σωματικής έκφρασης, έδωσαν τη μοναδική δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να διαπιστώσει τη διαφορετική συχνότητα κίνησης κάθε ουράνιου σώματος. Ειδικά το σωματικό βίωμα της χρονικής καθυστέρησης της Σελήνης, αποτέλεσε προπαρασκευή για περαιτέρω υπολογισμούς αναφορικά με τη θέση της Σελήνης στον ουρανό, σε διαδοχικές μέρες για έναν συγκεκριμένο τόπο, που έλαβαν χώρα σε επόμενες δράσεις του Διδακτικού Πειράματος.

Με την εικονίζουσα χειρονομία με κατεύθυνση αντίθετη από την δική του, ο εκπαιδευόμενος παρόλο που λειτουργεί ως Γη καταφέρνει να «μεταβεί» στην οντότητα Σελήνη και να προσεγγίσει τη σχετική της κίνηση ως προς τη Γη. Δημιουργεί έτσι έναν φανταστικό κόσμο όπου αισθητοποιεί μία μη αισθητή κίνηση: τη σχετική κίνηση της Σελήνης ως προς τη Γη. Να σημειωθεί ότι η ιδέα την ορθότητά της οποίας εξετάζει εκείνη τη στιγμή ο μαθητής (ιδιοπεριστροφή Γης-ακίνητη Σελήνη), δεν του παρέχει την αντίληψη της κίνησης της Σελήνης. Εντούτοις επιτυγχάνει με το σώμα του να παράγει τον συλλογισμό: «εφόσον η Γη κινείται προς τα αριστερά η Σελήνη θα είναι σαν να κινείται προς τα δεξιά», παρόλο που όπως αναφέρθηκε δε βιώνει οπτικά την εμπειρία της κίνησης της Σελήνης.

Αποτελεί πρόθεση των ερευνητών η πραγματοποίηση αντίστοιχης ανάλυσης για όλους/όλες τους/τις μαθητές/τριες που συμμετείχαν ώστε να διερευνηθεί πλήρως η σχέση των ενσώματων συλλογισμών με τη συγκεκριμένη σωματική προσομοίωση.

## Βιβλιογραφία

- Ηρακλειώτη, Ε., & Παντίδος, Π. (2019). Τρόποι έκφρασης και κατασκευή νοήματος: εφαρμογή σε παιδιά προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας/νύχτας. Στο Π. Παντίδος (επιμ.) Ο ρόλος των φυσικών επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- Σταράκης, Ι. & Χαλκιά, Κ. (2015). Διδακτική προσέγγιση του φαινομένου της εναλλαγής των εποχών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, (σελ. 287-295), Θεσσαλονίκη 8-10 Μαΐου 2015, ISBN: 978-960-243-702-5.
- Σταράκης, Ι. & Χαλκιά, Κ. (2020). Διδακτική προσέγγιση της φαινόμενης κίνησης του Ήλιου στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Πρακτικά 11<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου: Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση, (σελ. 266-281), Ιωάννινα 6-8 Νοεμβρίου 2020, ISBN: 978-960-233-269-6.



- 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.
- Χαχλιουτάκη, Μ.-Ε., Παντίδος, Π., & Καμπεζά, Μ. (2018). Η εξέλιξη στον συλλογισμό παιδιών προσχολικής ηλικίας μέσα από τη συνέργεια διαφορετικών σημειωτικών συστημάτων: η περίπτωση των ηφαιστειών. 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, (σελ. 731-740), <http://synedrio2017.enepnet.gr>
- Chachlioutaki, M.-E., Pantidos, P., & Kampeza, M. (2016). Changing semiotic modes indicates the introduction of new elements in children's reasoning: the case of earthquakes. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), 198–208.
- 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.
- Jaipal, K. (2010). Meaning making through multiple modalities in a biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. *Science Education*, 94(1), 48- 72.
- Jordan, B., & Henderson, A. (1995). Interaction analysis: foundations and practice. *The Journal of Learning Sciences*, 4, 39-103.
- Katu, N., Lunetta, V.N., & Van Den Berg, E. (1993). Teaching experiment methodology. Paper presented at the Third International seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Ithaca, NY.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. Chicago: The University of Chicago Press.
- 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.
- Kontra, C., Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2012). Embodied learning across the life span. *Topics in cognitive science*, 4(4), 731-739.
- Kontra, C., Lyons, D., Fisher, S., & Beilock, S. (2015). Physical Experience Enhances Science Learning. *Psychological Science*, 1-13.
- Roth, W.-M., & Lawless, D. (2002). Signs, deixis, and the emergence of scientific explanation. *Semiotica*, 138(1/4), 95–130.
- Steffe, L. P. (1983) The teaching experiment methodology in a constructivist research program. In M. Zwerg et al. (eds.) *Proceedings of the Fourth International Congress on Mathematical Education* (Bosten: Birkh"auser), 469–471.
- Starakis, J. and Halkia, K. (2014). Design implementation and evaluation of a teaching and learning sequence concerning the moon's apparent movement, In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. Part 16 (co-ed. Kariotoglou Petros, Russell Terence), (pp. 34-43) Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association. ISBN: 978-9963-700-77-6.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625-636.

## Η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για το εκκρεμές στις ικανότητες των μαθητών του Γυμνασίου που αφορούν στο σχεδιασμό επιστημονικών διερευνήσεων

**Ιωάννα Καπογιάννη<sup>1</sup>, Μιχαήλ Σκουμιός<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

### Περίληψη

Η εργασία διερευνά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης στις ικανότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων για το εκκρεμές. Για την διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε σε 46 μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου, αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για το εκκρεμές το οποίο βασίστηκε στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών». Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίου το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση. Από την ανάλυση των απαντήσεων προέκυψε ότι μέσω αυτής της διδακτικής παρέμβασης είναι εφικτή η βελτίωση των ικανοτήτων των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων για το εκκρεμές (και ειδικότερα, να διατυπώνουν ένα ερευνητικό ερώτημα και μια υπόθεση, να αναγνωρίζουν την ανεξάρτητη, την εξαρτημένη μεταβλητή και τις μεταβλητές που παραμένουν σταθερές, και να περιγράφουν την πειραματική διαδικασία που σχετίζεται με το ερώτημα).

**Λέξεις κλειδιά:** επιστημονικές διερευνήσεις, πρακτικές Φυσικών Επιστημών και Μηχανικής, εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, εκκρεμές

## The impact of a teaching intervention about the pendulum on middle school students' abilities to plan science investigations

**Ioanna Kapogianni<sup>1</sup>, Michael Skoumios<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Secondary Education, <sup>2</sup>University of the Aegean*

### Abstract

This study aims at investigating the impact of a teaching intervention about the students' abilities to plan investigations on the pendulum. For the teaching intervention that was implemented on 46 students of 9th grade, instructional material on the pendulum was developed, which was based on the "learning through practices" approach. Data was gathered through a questionnaire which was filled by the students before and after the teaching intervention. The analysis of the answers showed that the students' abilities to plan investigations for the pendulum (to formulate a research question and a hypothesis, to

identify the independent variable, the dependent variable, and the control variables, and to describe the experimental procedure which relates to the scientific question) can be improved.

**Keywords:** science investigations, science and engineering practices, science education, pendulum

## Εισαγωγή

Το ερευνητικό πεδίο στο οποίο εντάσσεται αυτή η εργασία είναι αυτό της μελέτης της επίδρασης διδακτικών παρεμβάσεων στις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αναπτύσσουν οι μαθητές. Η χρήση από τους μαθητές αυτών των πρακτικών μπορεί να τους βοηθήσει να κατανοήσουν πως αναπτύσσεται η επιστημονική γνώση (NRC, 2012· Schwarz et al., 2017). Συνεπώς, θεωρείται σημαντική η ανάπτυξη αυτών των πρακτικών στους μαθητές.

Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών είναι οι κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον φυσικό κόσμο (NRC, 2012). Ο όρος πρακτικές αναφέρεται όχι μόνο σε ένα σύνολο ικανοτήτων αλλά και σε ένα σύνολο γνώσεων γύρω από αυτές τις ικανότητες (NGSS Lead States, 2013). Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες έχουν προταθεί οι ακόλουθες οκτώ επιστημονικές πρακτικές (NGSS Lead States, 2013): (α) υποβολή ερωτημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδιασμός 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.

Ανάμεσα στις οκτώ πρακτικές που έχουν προταθεί για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, συμπεριλαμβάνεται η πρακτική που αφορά στο σχεδιασμό διερευνήσεων. Μέσω αυτής της πρακτικής, επιδιώκεται οι μαθητές να είναι ικανοί: (α) να διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα, (β) να εκφέρουν υποθέσεις, (γ) να πραγματοποιούν έλεγχο των μεταβλητών (αναγνωρίζοντας την ανεξάρτητη μεταβλητή, την εξαρτημένη μεταβλητή και τις μεταβλητές που παραμένουν σταθερές) και (δ) να επινοούν και να περιγράφουν την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσουν (NRC, 2012).

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων από τους μαθητές, προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν έχουν ιδιαίτερα αναπτυγμένες τις παραπάνω ικανότητες (Boudreaux et al., 2008· Krut et al., 2018· Pedaste et al., 2021). Μάλιστα, η έρευνα που μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις ικανότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων είναι περιορισμένη και έχει επικεντρωθεί σε ορισμένες από αυτές τις ικανότητες και κυρίως στον έλεγχο των μεταβλητών (Chen & Klahr, 1999· Edelsbrunner et al., 2018· Klahr & Nigam, 2004). Έχει επισημανθεί ότι είναι αναγκαία η περαιτέρω μελέτη αυτού του ζητήματος (Arnold et al., 2014). Από τα παραπάνω προκύπτει ότι είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά συστηματικά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων για θέματα των Φυσικών Επιστημών στις ικανότητες των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις. Μάλιστα, απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις

ικανότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων για το εκκρεμές.

## Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης στις ικανότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων για τους παράγοντες που επηρεάζουν την περίοδο του εκκρεμούς. Ειδικότερα, η εργασία επιδιώκει να απαντήσει στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: ποια η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» στις ικανότητες των μαθητών της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου να διατυπώνουν ένα ερευνητικό ερώτημα και μια υπόθεση για παράγοντες που επηρεάζουν την περίοδο του εκκρεμούς, να αναγνωρίζουν και να ελέγχουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα;

Για τη σχεδίαση αυτής της έρευνας επιλέχθηκε ο οιονεί πειραματικός σχεδιασμός για μια ομάδα με χρήση προ-τεστ και μετά-τεστ. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο συγκροτήθηκαν το εκπαιδευτικό υλικό της διδακτικής παρέμβασης καθώς και το ερωτηματολόγιο που αποτέλεσε το μέσο συλλογής δεδομένων και έγινε εφαρμογή τους σε μαθητές (πιλοτική έρευνα). Στο δεύτερο στάδιο εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση στους μαθητές του δείγματος της έρευνας και τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία. Πριν τη διεξαγωγή της έρευνας ζητήθηκε άδεια από τον διευθυντή του σχολείου. Επίσης, πραγματοποιήθηκε ενημέρωση προς τους γονείς των μαθητών σχετικά με τους στόχους της έρευνας και δόθηκε η συγκατάθεσή τους. Η παρούσα έρευνα εγκρίθηκε επιπρόσθετα από την επιτροπή δεοντολογίας του Πανεπιστημίου του Αιγαίου.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 46 μαθητές οι οποίοι φοιτούσαν στη Γ΄ τάξη του Γυμνασίου δημοσίου σχολείου.

Το εκπαιδευτικό υλικό για το εκκρεμές βασίστηκε στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» (Schwarz et al., 2017). Αυτή η προσέγγιση θεωρεί τη διδασκαλία ως μια διαδικασία εμπλοκής των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών, ώστε να κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν τη γνώση (Krajcik et al., 2014; Schwarz et al., 2017). Στη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού αξιοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006) το οποίο αποτελείται από πέντε φάσεις: ενεργοποίηση, διερεύνηση, εξήγηση, εφαρμογή, αξιολόγηση. Οι δραστηριότητες που συγκροτήθηκαν για κάθε μια από τις παραπάνω φάσεις πέραν των γνώσεων ενέπλεκαν και πρακτικές των Φυσικών Επιστημών.

Δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με σχεδιασμό διερευνήσεων και ειδικότερα, να διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα, να εκφέρουν υποθέσεις, να εντοπίζουν σε κάθε έρευνα την ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές που παραμένουν σταθερές και την εξαρτημένη μεταβλητή, καθώς επίσης και να περιγράφουν την πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί (Σχήμα 1). Σε άλλες δραστηριότητες παρουσιάστηκαν και εξηγήθηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος στους

μαθητές και τους προτάθηκαν υποστηρικτικά πλαίσια τα οποία μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για να συγκροτήσουν επιχειρήματα ή για να τα αξιολογήσουν.

Η διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε διήρκεσε 5 διδακτικές ώρες.

<u>Σχεδίαση της έρευνας</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;</li> <li>•Ποιες είναι οι απόψεις μας;</li> <li>•Συμπληρώνουμε τον πίνακα.</li> </ul>		
Τι αλλάζουμε;	Τι κρατούμε ίδια;	Τι ελέγχουμε;
<u>Πραγματοποίηση της έρευνας</u>		
Τι χρειαζόμαστε; Τι θα κάνουμε; Βήμα 1: ... Βήμα 2: ... Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα σε ένα πίνακα.		
<u>Συμπεράσματα</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;</li> <li>•Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περιμέναμε;</li> <li>•Τι δυσκολίες συναντήσαμε σε αυτή την έρευνα;</li> <li>•Πώς μπορούμε να βελτιώσουμε την έρευνα αυτή;</li> <li>•Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;</li> </ul>		

Σχήμα 1: Φύλλο εργασίας για τη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων

Ως μέσο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε περιείχε ερωτήσεις ανοικτού τύπου (βλ. Παράρτημα). Ειδικότερα, περιλάμβανε ένα εισαγωγικό κείμενο και έξι ερωτήσεις που διερευνούσαν τις ικανότητες των μαθητών να διατυπώσουν το σχετικό ερευνητικό ερώτημα (ερώτημα 1), να εκφέρουν μια σχετική υπόθεση (ερώτημα 2), να αναγνωρίσουν την ανεξάρτητη μεταβλητή (ερώτημα 3), την εξαρτημένη μεταβλητή (ερώτημα 4), τις μεταβλητές που παραμένουν σταθερές (ερώτημα 5) και να περιγράψουν την πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί (ερώτημα 6).

Το προ-τεστ δόθηκε στους μαθητές δύο εβδομάδες πριν τη διδακτική παρέμβαση. Το μετά-τεστ δόθηκε στους μαθητές δύο εβδομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση στους μαθητές. Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών έγινε ανάλυση περιεχομένου και με τη βοήθεια κλιμάκων διαβαθμισμένων κριτηρίων, που βασίστηκαν στις κλίμακες των Arnold et al. (2014), κατηγοριοποιήθηκαν οι απαντήσεις σε τέσσερα επίπεδα (επίπεδα 0, 1, 2 και 3) (Πίνακας 1).

	Επίπεδα	Περιγραφή
Διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος	0	Ο μαθητής δεν προτείνει ένα ερώτημα
	1	Ο μαθητής προτείνει ένα μη σχετικό ερώτημα
	2	Ο μαθητής προτείνει ένα σχετικό αλλά ελλιπές ερώτημα
	3	Ο μαθητής προτείνει ένα σχετικό και πλήρες ερώτημα
Εκφορά υπόθεσης	0	Ο μαθητής δεν προτείνει καμία υπόθεση
	1	Ο μαθητής προτείνει μια μη σχετική υπόθεση
	2	Ο μαθητής προτείνει μια σχετική υπόθεση με ακατάλληλο περιεχόμενο
	3	Ο μαθητής προτείνει μια σχετική υπόθεση με κατάλληλο περιεχόμενο
Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής	0	Ο μαθητής δεν προτείνει την ανεξάρτητη μεταβλητή
	1	Ο μαθητής αναφέρει περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές
	2	Ο μαθητής προτείνει μια μη σχετική ανεξάρτητη μεταβλητή
	3	Ο μαθητής προτείνει την ανεξάρτητη μεταβλητή
Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής	0	Ο μαθητής δεν προτείνει την εξαρτημένη μεταβλητή
	1	Ο μαθητής αναφέρει περισσότερες από μια εξαρτημένες μεταβλητές
	2	Ο μαθητής προτείνει μια μη σχετική εξαρτημένη μεταβλητή
	3	Ο μαθητής προτείνει την εξαρτημένη μεταβλητή
Αναγνώριση μεταβλητών που παραμένουν σταθερές	0	Ο μαθητής δεν προτείνει μεταβλητές που παραμένουν σταθερές
	1	Ο μαθητής προτείνει κάποιες μεταβλητές με ασαφή τρόπο ή προτείνει μη σχετικές μεταβλητές που παραμένουν σταθερές
	2	Ο μαθητής προτείνει μία ή δύο κατάλληλες μεταβλητές που παραμένουν σταθερές
	3	Ο μαθητής προτείνει περισσότερες από δύο κατάλληλες μεταβλητές που παραμένουν σταθερές
Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας	0	Ο μαθητής δεν προτείνει πειραματική διαδικασία
	1	Ο μαθητής προτείνει μη σχετική πειραματική διαδικασία
	2	Ο μαθητής προτείνει πειραματική διαδικασία και κάνει σαφή αναφορά σε 1 έως 3 από τα παρακάτω: στην ανεξάρτητη μεταβλητή, της μεταβλητές που παραμένουν σταθερές, στην εξαρτημένη μεταβλητή και στο όργανο μέτρησης
	3	Ο μαθητής προτείνει πειραματική διαδικασία και κάνει σαφή αναφορά στην ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές που παραμένουν σταθερές, στην εξαρτημένη μεταβλητή και στο όργανο μέτρησης

Πίνακας 8 Κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων για την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι συχνότητες των επιπέδων των απαντήσεων στο προ-τεστ και το μετά-τεστ. Η μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών (επίπεδα 0 και 1, επίπεδα 2 και 3) και στο είδος του τεστ (προ-τεστ, μετά-τεστ) πραγματοποιήθηκε με το τεστ McNemar (Berenson & Koppel, 2005).

### Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι διαφοροποιούνται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο μετά-τεστ σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα στο προ-τεστ για κάθε ικανότητα (βλ. Πίνακα 2). Η αύξηση στο ποσοστό των απαντήσεων των επιπέδων 2 και 3 ανάμεσα στο προ-τεστ και το μετά-τεστ κυμάνθηκε από 21,7% μέχρι 28,3%.

Ικανότητες	Επίπεδα	Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
		f	%	f	%
Διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος	0 και 1	21	45,7	10	21,7
	2 και 3	25	54,3	36	78,3
Διατύπωση υπόθεσης	0 και 1	23	50	12	26,1
	2 και 3	23	50	34	73,9
Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής	0 και 1	24	52,2	13	28,3
	2 και 3	22	47,8	33	71,7
Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής	0 και 1	24	52,2	12	26,1
	2 και 3	22	47,8	34	73,9
Αναγνώριση μεταβλητών που παραμένουν σταθερές	0 και 1	27	58,7	17	37
	2 και 3	19	41,3	29	63
Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας	0 και 1	32	69,6	19	41,3
	2 και 3	14	30,4	27	58,7

Πίνακας 2 Τα επίπεδα των απαντήσεων στο προ-τεστ και το μετά-τεστ ανά ικανότητα: συχνότητες, ποσοστά

Ειδικότερα, προέκυψε με το τεστ McNemar ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών (επίπεδα 0 και 1, επίπεδα 2 και 3) και στο είδος του τεστ (προ-τεστ, μετά-τεστ) για: (α) την ικανότητα διατύπωσης ερευνητικού ερωτήματος με  $\chi^2=9,09$ ,  $p<0,05$ , (β) την ικανότητα διατύπωσης υπόθεσης με  $\chi^2=9,09$ ,  $p<0,05$ , (γ) την ικανότητα αναγνώρισης της ανεξάρτητης μεταβλητής με  $\chi^2=9,09$ ,  $p<0,05$ , (δ) την ικανότητα αναγνώρισης της εξαρτημένης μεταβλητής με  $\chi^2=10,08$ ,  $p<0,05$ , (ε) την ικανότητα αναγνώρισης των μεταβλητών που παραμένουν σταθερές με  $\chi^2=8,1$ ,  $p<0,05$  και (στ) την ικανότητα περιγραφής της πειραματικής διαδικασίας με  $\chi^2=11,08$ ,  $p<0,05$ .

### Συμπεράσματα

Διαπιστώθηκε ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές δεν είχαν αναπτυγμένες τις ικανότητες που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων. Η διαπίστωση αυτή συνάδει με συμπεράσματα ερευνών (Kruit et al., 2018; Pedaste et

al., 2021). Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι, μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε, οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά τις ικανότητες που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων. Η βελτίωση των ικανοτήτων αυτών θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες που εφαρμόστηκαν. Υπήρχαν δραστηριότητες που παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών. Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι πρακτικές αυτές μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των ικανοτήτων σχεδιασμού διερευνήσεων (Chen et al., 2016). Άλλες δραστηριότητες παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να αναγνωρίζουν και να ελέγχουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί. Οι δραστηριότητες αυτές έχει καταδειχθεί ότι μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των ικανοτήτων σχεδιασμού διερευνήσεων (Roth & Roychoudhury, 1993).

Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο δείγμα της. Πρόσθετος περιορισμός είναι και το ότι στην έρευνα αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, η εργασία αυτή εστίασε σε μια διάσταση της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό διερευνήσεων και συγκεκριμένα στις ικανότητες και όχι στις γνώσεις γύρω από αυτές.

Προτείνεται να μελετηθεί η εξέλιξη των ικανοτήτων και των γνώσεων των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, μέσω της ανάλυσης του λόγου των μαθητών, ώστε να προσδιοριστούν οι δραστηριότητες που συνέβαλαν στην ανάπτυξη αυτών. Επίσης, απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να μελετηθεί η συμβολή αυτής της διδακτικής παρέμβασης και σε άλλες πρακτικές, όπως είναι οι πρακτικές που αφορούν στην ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, τη συγκρότηση εξηγήσεων και την εμπλοκή σε επιχειρηματολογία.

## Βιβλιογραφία

- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding Students' Experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719-2749. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.930209>
- Berenson, M. L., & Koppel, N. B. (2005). Why McNemar's procedure needs to be included in the Business Statistics Curriculum. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 3(1), 125-136.
- Boudreaux, A., Shaffer, P.S., Heron, P.R.L., & McDermott, L.C. (2008). Student understanding of control of variables: deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76(2), 163–170. <https://doi.org/10.1119/1.2805235>
- 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.
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child development*, 70(5), 1098-1120. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081>
- Chen, H.-T., Wang, H.-H., Lu, Y.-Y., Lin, H., & Hong, Z.-R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170–191. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1134849>

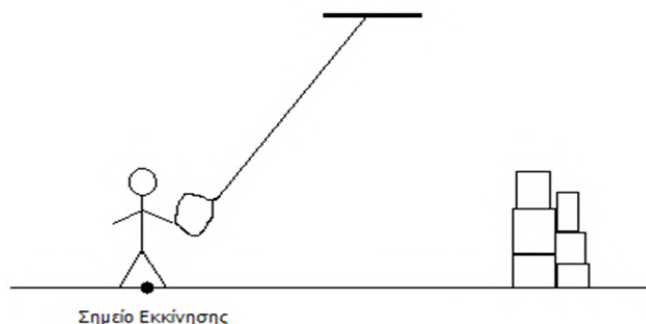


- Edelsbrunner, P.A., Schalk, L., Schumacher, R., & Stern, E. (2018). Variable control and conceptual change: A large-scale quantitative study in elementary school. *Learning and Individual Differences*, 66, 38-53. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.02.003>
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-667. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x>
- Krajcik, J., 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. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9383-2>
- Kruit, P.M., Oostdam, R.J, Berg, E., & Schuitema, J.A. (2018). Assessing students' ability in performing scientific inquiry: instruments for measuring science skills in primary education, *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 413-439. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1421530>
- 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.
- Pedaste, M., Baucal, A. & Reisenbuk, E. (2021). Towards a science inquiry test in primary education: development of items and scales. *International Journal of STEM Education*, 8(19), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00278-z>
- Roth, W. M., & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 127-152. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300203>
- Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. J. (Eds.). (2017). *Helping students make sense of the world using Next Generation Science and Engineering Practices*. NSTA Press.

## Παράρτημα

### Το ερωτηματολόγιο

Στο χωριό του Νικόλα τα παιδιά έχουν κατασκευάσει ένα αυτοσχέδιο παιχνίδι που αποτελείται από ένα σακί γεμάτο με χρώμα το οποίο χρησιμοποιούν για να γκρεμίζουν στοίβες από άδεια χαρτόκουτα. Αναλόγως με το πλήθος των χαρτόκουτων που πέφτουν τα παιδιά παίρνουν πόντους και νικητής είναι εκείνος που θα φτάσει πρώτος τους 20 πόντους. Ωστόσο τα παιδιά παραπονιούνται ότι το σακί κινείται πολύ αργά και καθυστερεί να φτάσει στα χαρτόκουτα με αποτέλεσμα να μην προλαβαίνουν να παίξουν πολλά παιχνίδια στον ελεύθερο χρόνο τους.



Ο Νικόλας πιστεύει ότι η λύση στο πρόβλημά τους είναι να γεμίσουν το σακί με περισσότερο χρώμα έτσι ώστε να γίνει πιο βαρύ και να κινείται γρηγορότερα προς τα

χαρτόκουτα. Η φίλη του η Ελένη όμως διαφωνεί με την άποψή του και ισχυρίζεται ότι θα πρέπει να αδειάσουν χώμα από το σακί ώστε να γίνει ελαφρύτερο και θεωρεί ότι με τον τρόπο αυτό θα φτάνει γρηγορότερα στα χαρτόκουτα-στόχους.

Για να ελέγξουν τις ιδέες τους αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα. Ζητούν την βοήθειά σου στον σχεδιασμό και στην οργάνωση της έρευνας που θα πραγματοποιήσουν.

Ερώτηση 1: Ποιο είναι το ερώτημα που έχουν να ερευνήσουν;

Ερώτηση 2: Ποια είναι η δική σου απάντηση στο ερώτημα που έχουν να διερευνήσουν;

Ερώτηση 3: Τι θα πρέπει να αλλάξουν στην έρευνα που θα κάνουν;

Ερώτηση 4: Τι θα πρέπει να μην αλλάξουν στην έρευνα που θα κάνουν;

Ερώτηση 5: Τι θα πρέπει να μετρήσουν στην έρευνα που θα κάνουν;

Ερώτηση 6: Να περιγράψεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς τη διαδικασία που θα κάνουν προκειμένου να απαντήσουν στο ερώτημα που έχουν να ερευνήσουν.

## Εργαστήριο φυσικής με τη χρήση κινητών τηλεφώνων - Η περίπτωση της εφαρμογής Phyphox

**Παναγιώτης Λάζος<sup>1</sup>, Παύλος Τζαμαλής<sup>2</sup>, Σεραφείμ Τσούκος<sup>3</sup>,  
Αλέξανδρος Κατέρης<sup>4</sup>, Αθανάσιος Βελέντζας<sup>5</sup>**

*<sup>1</sup>ΕΚΦΕ Ηλιούπολης, <sup>2</sup>Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>3</sup>2<sup>ο</sup> Πρότυπο Γυμνάσιο Αθήνας, <sup>4</sup>2<sup>ο</sup> Πρότυπο Λύκειο Αθήνας, <sup>5</sup>Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

### Περίληψη

Οι σύγχρονες έξυπνες κινητές συσκευές διαθέτουν αρκετούς ψηφιακούς αισθητήρες για μία σειρά λειτουργιών τους. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όμως, και για τη λήψη και επεξεργασία μετρήσεων στα πλαίσια εργαστηριακών δραστηριοτήτων φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση μέσω κατάλληλων εφαρμογών (applications). Στο εργαστήριο παρουσιάστηκε μία σειρά εργαστηριακών δραστηριοτήτων μηχανικής και ακουστικής, στις οποίες η λήψη των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της ελεύθερης εφαρμογής Phyphox.

**Λέξεις κλειδιά:** Phyphox, Εργαστήριο, Φυσική

## Physics laboratory with the use of mobile phones - The case of the Phyphox application

**Panagiotis Lazos<sup>1</sup>, Pavlos Tzamalīs<sup>2</sup>, Serafeim Tsoukos<sup>3</sup>, Alexandros  
Kateris<sup>4</sup>, Athanasios Velentzas<sup>5</sup>**

*<sup>1</sup>4<sup>th</sup> Laboratory Center of Natural Sciences of Athens, <sup>2</sup>Agricultural University of Athens, <sup>3</sup>2<sup>nd</sup> Model Junior High School of Athens, <sup>4</sup>2<sup>nd</sup> Model General Lyceum of Athens, <sup>5</sup>National Technical University of Athens*

### Abstract

Modern smart mobile devices have several digital sensors for a range of functions. Moreover, these sensors can also be used to take and process measurements in the context of physics laboratory activities in secondary education through appropriate applications. During this workshop a series of laboratory activities in mechanics and acoustics were presented, in which the measurements had been taken with the free application Phyphox.

**Keywords:** Phyphox, School Laboratory, Physics

## Εισαγωγή

Η ευρεία διάδοση των έξυπνων κινητών συσκευών (ΕΚΣ) (smartphones), η ευκολία χρήσης τους και ο εξοπλισμός τους με μια ποικιλία από ψηφιακούς αισθητήρες έχει καταστήσει τις ΕΚΣ ένα εξαιρετικό εργαλείο για τη λήψη και επεξεργασία μετρήσεων στα σχολικά εργαστήρια φυσικών επιστημών (Klein et al., 2017· Pörn & Braskén, 2016· Tzamalis et al., 2021· Vogt & Kuhn, 2014). Ως αποτέλεσμα, αρκετές σχετικές εφαρμογές (apps) είναι ήδη διαθέσιμες στους εκπαιδευτικούς. Η ελεύθερη εφαρμογή Phyphox αποτελεί μία διαδεδομένη επιλογή, καθώς συνδυάζει πολλαπλές δυνατότητες, εύκολο χειρισμό, δυνατότητα εξαγωγής των δεδομένων, ενώ επιπλέον έχει μεταφραστεί στα ελληνικά.

## Σκοπός του εργαστηρίου

Ο σκοπός του επιμορφωτικού εργαστηρίου ήταν η εξοικείωση των συμμετεχόντων με την ελεύθερη εφαρμογή Phyphox και με κάποιες από τις δυνατότητες που αυτή παρέχει στην εκτέλεση διαφόρων πειραμάτων φυσικής.

Για την επίτευξη του σκοπού προηγήθηκε μία συνοπτική εισαγωγή στα είδη αισθητήρων που διαθέτουν γενικά οι ΕΚΣ. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για τους διάφορους τύπους αισθητήρων που απαντώνται στις ΕΚΣ (π.χ. επιταχυνσιόμετρο, μικρόφωνο κ.λπ.), καθώς και για τις συνηθισμένες λειτουργίες που αυτοί επιτελούν.

Στη συνέχεια έγινε μία συνοπτική παρουσίαση της εφαρμογής Phyphox με έμφαση στη δομή, τη λειτουργία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, η οποία διευκόλυνε την εκτέλεση των δραστηριοτήτων που ακολούθησαν (Carroll & Lincoln, 2020· Stacks et al., 2018).

## Εκπαιδευτική προστιθέμενη αξία

Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο γνώρισαν την εφαρμογή Phyphox και εξοικειώθηκαν με αρκετές από τις δυνατότητές της. Κρίνοντας από την αλληλεπίδραση με τους συμμετέχοντες στις επιμέρους δραστηριότητες θεωρούμε πως τους δόθηκε το έναυσμα για να εμβυθύνουν περισσότερο στις πιθανές χρήσεις της εφαρμογής Phyphox, ώστε να την εντάξουν αποτελεσματικά στη διδακτική τους πράξη.

## Οργάνωση εργαστηρίου

Για την υλοποίηση του επιμορφωτικού εργαστηρίου οι συμμετέχοντες χρειάστηκε μόνο να διαθέτουν μία ΕΚΣ και να εγκαταστήσουν την εφαρμογή Phyphox. Σε όποια δραστηριότητα χρειάστηκαν συγκεκριμένα υλικά, αυτά είχαν τοποθετηθεί εκ των προτέρων σε εργαστηριακούς πάγκους. Ο αρχικός σχεδιασμός του εργαστηρίου προέβλεπε οι συμμετέχοντες να χωριστούν σε ομάδες των δύο ατόμων και να

εκτελούν κυκλικά τις δραστηριότητες. Ωστόσο, το πρωτόκολλο για τον COVID-19 προκάλεσε κάποιες αλλαγές στην οργάνωση του εργαστηρίου. Συγκεκριμένα, οι δραστηριότητες στις οποίες ήταν απαραίτητη η χρήση υλικών, πραγματοποιήθηκαν με επίδειξη από τους οργανωτές του εργαστηρίου με την ταυτόχρονη προβολή μέσω βιντεοπροβολέα της οθόνης της ΕΚΣ. Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο εκτέλεσαν οι ίδιοι τις δραστηριότητες που αφορούν τον ήχο και την ατμοσφαιρική πίεση.

## Σύνοψη δραστηριοτήτων

Οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου ήταν οι εξής:

1. Δραστηριότητα με την επιλογή «Ηχητικός παλμογράφος». Οι συμμετέχοντες κατέγραψαν έναν απλό ήχο με την επιλογή «Ηχητικός παλμογράφος» της εφαρμογής Rhyrbox, μέτρησαν το πλάτος του και υπολόγισαν τη συχνότητά του. Στη συνέχεια επανέλαβαν τα βήματα για έναν δεύτερο απλό ήχο διαφορετικής συχνότητας και σύγκριναν τα αποτελέσματα με τα χαρακτηριστικά των ήχων. Οι ήχοι παρήχθησαν με χρήση της επιλογής «Γεννήτρια συχνοτήτων» της εφαρμογής Rhyrbox, που λειτουργούσε σε ΕΚΣ των οργανωτών του εργαστηρίου.

2. Δραστηριότητα για παραγωγή διακροτήματος. Χρησιμοποιώντας και πάλι την επιλογή «Γεννήτρια συχνοτήτων» της εφαρμογής Rhyrbox, που λειτουργούσε σε δύο ΕΚΣ των οργανωτών του εργαστηρίου, παρήχθησαν δυο αρμονικοί ήχοι με ελαφρώς διαφορετική συχνότητα ο καθένας. Ταυτόχρονα, οι συμμετέχοντες χρησιμοποιώντας τις δικές τους ΕΚΣ, κατέγραψαν τους ήχους με την επιλογή «Ηχητικός παλμογράφος» της εφαρμογής Rhyrbox και παρατήρησαν πως το αποτέλεσμα από την ταυτόχρονη αναπαραγωγή των δύο ήχων είναι διακρότημα.

3. Δραστηριότητα με την επιλογή «Ακουστικό χρονόμετρο». Οι οργανωτές παρουσίασαν μία πρόταση μελέτης της ελεύθερης πτώσης χρησιμοποιώντας μία απλή διάταξη και την επιλογή «Ακουστικό χρονόμετρο». Το ακουστικό χρονόμετρο μετρούσε τον πολύ μικρό χρόνο μεταξύ του ήχου από την εκτόξευση της σφαίρας και την πρόσκρουσή της στο πάτωμα, που είναι ουσιαστικά ο χρόνος πτώσης.

4. Δραστηριότητα με την επιλογή «Οπτικό χρονόμετρο». Οι οργανωτές του εργαστηρίου τοποθέτησαν μία ΕΚΣ πάνω σε εργαστηριακό αμαξίδιο, αφού πρώτα εκκίνησαν το «Οπτικό χρονόμετρο». Στη συνέχεια ανάγκασαν το σώμα να κινηθεί δίπλα σε μία σειρά από φωτεινές πηγές, των οποίων οι μεταξύ τους αποστάσεις είναι γνωστές (χρησιμοποιήθηκε μία σειρά από χριστουγεννιάτικα λαμπάκια). Από τις μετρήσεις υπολογίστηκε η μέση ταχύτητα για τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα (Pierratos & Polatoglou, 2018).

5. Δραστηριότητα με την επιλογή «Μαγνητικός χάρακας». Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα οι οργανωτές του εργαστηρίου παρουσίασαν τη μελέτη της κίνησης ενός αντικειμένου, που εκτελούσε ευθύγραμμη κίνηση, με χρήση της επιλογής «Μαγνητικός χάρακας». Για τον σκοπό αυτόν μία ΕΚΣ σταθερά τοποθετημένη πάνω στο κινούμενο σώμα (εργαστηριακό αμαξίδιο) διερχόταν δίπλα από μία σειρά ακίνητων μαγνητών, οι οποίοι είχαν τοποθετηθεί σε ίσες αποστάσεις. Η εφαρμογή παρείχε δεδομένα για την τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε συνάρτηση

με τον χρόνο επιτρέποντας τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας του σώματος στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα.

6. Δραστηριότητα με την επιλογή «Κλίση» και την επιλογή «Επιτάχυνση (χωρίς το  $g$ )». Αρχικά οι συμμετέχοντες μέτρησαν την κλίση κεκλιμένου επιπέδου χρησιμοποιώντας την επιλογή «Κλίση» της εφαρμογής Phyrhox. Στη συνέχεια η ΕΚΣ τοποθετήθηκε πάνω σε σώμα το οποίο αφέθηκε να ολισθήσει στο συγκεκριμένο κεκλιμένο επίπεδο, ενώ είχε επιλεγεί η επιλογή «Επιτάχυνση (χωρίς το  $g$ )». Στόχος της συγκεκριμένης δραστηριότητας ήταν ο υπολογισμός του συντελεστή τριβής ολίσθησης ανάμεσα στο σώμα και το επίπεδο (Τσούκος κ.ά., 2018).

7. Δραστηριότητα με την επιλογή «Πίεση» Βαρόμετρο. Οι συμμετέχοντες υπολόγισαν το ύψος τους από τη διαφορά ανάμεσα στην τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης που λάμβαναν όταν η ΕΚΣ τοποθετήθηκε πάνω στο κεφάλι τους και την αντίστοιχη τιμή όταν η ΕΚΣ ήταν τοποθετημένη στο πάτωμα.

Σημειώνεται πως στα πλαίσια κάποιων από τις προτεινόμενες δραστηριότητες παρουσιάστηκαν παράλληλα ορισμένες ενδιαφέρουσες δυνατότητες της εφαρμογής Phyrhox, όπως η εξαγωγή δεδομένων, ο διαμοιρασμός εικόνας οθόνης και η χρονομετρημένη εκτέλεση.

## Ολοκλήρωση - Συζήτηση

Το εργαστήριο ολοκληρώθηκε με μία συζήτηση ανάμεσα στους συμμετέχοντες και τους οργανωτές σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των ΕΚΣ στο σχολικό εργαστήριο. Εντοπίστηκαν κάποιες τεχνικές δυσκολίες, καθώς και το κενό που υπάρχει προς το παρόν στην εκπαιδευτική νομοθεσία σχετικά με τη χρήση των ΕΚΣ εντός του σχολείου. Συζητήθηκαν, τέλος, ιδέες σχετικά με άλλες πιθανές χρήσεις της εφαρμογής Phyrhox σε εργαστηριακές δραστηριότητες.

## Βιβλιογραφία

- Τσούκος, Σ., Βελέντζας, Α., Κατέρης, Α., & Λάζος, Π. (2018). Διερεύνηση της Δυνατότητας Χρήσης Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδακτική Πράξη. Η Περίπτωση της Αξιοποίησης του Αισθητήρα Επιτάχυνσης. Πανελλήνιο Συνέδριο Scientix για την εκπαίδευση STEM, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2018. Στο Ν. Τζιμόπουλος & Μ. Ιωσηφίδου (επιμ.), Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την εκπαίδευση STEM (σ. 27-35), Αθήνα.
- Carroll, R., & Lincoln, J. (2020). Phyrhox app in the physics classroom. *The Physics Teacher*, 58, 606.
- Klein, P., Muller, A., Grober, S., Molz, A., & Kuhn, J. (2017). Rotational and frictional dynamics of the slamming of a door. *American Journal of Physics*, 85(1), 30-37.
- Pierratos T., & Polatoglou H. M. (2018). Study of the conservation of mechanical energy in the motion of a pendulum using a smartphone. *Physics Education*, 53 (1), 1-5.
- Pörn, R., & Braskén, M. (2016). Interactive modeling activities in the classroom - rotational motion and smartphone gyroscopes. *Physics Education*, 51 (6) 1-7.
- Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H., & Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone based experiments: phyrhox. *Physics Education*, 53, 045009.
- Tzamalīs, P., Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S., & Velentzas A. (2021). An educational proposal for students' experimentation in a distance learning environment. *Physics Education*, 56, 065010.

Vogt, P., & Kuhn, J. (2014). Analyzing collision processes with the smartphone acceleration sensor. *The Physics Teacher*, 52, 118-9.

Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021

13:30 – 15:00

**Εργασίες Εφαρμογών**



## Ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για την Κλιματική Αλλαγή

**Ασημένια Βησσαρίτη, Ιωάννης Μεταξάς, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε με σκοπό την ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για την Κλιματική Αλλαγή, βασιζόμενου στις αρχές της διερευνητικής μάθησης. Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν e-books, προσομοιώσεις και διαδραστικά βίντεο. Όλα είναι πλαισιωμένα με δραστηριότητες, ερωτήσεις και παρατηρήσεις που οδηγούν στα ανάλογα συμπεράσματα. Το διδακτικό υλικό είναι χωρισμένο σε τέσσερις ενότητες που αφορούν το λιώσιμο των πάγων, τη λευκαύγεια, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δίνεται επομένως η ευκαιρία να μελετηθεί ένα επίκαιρο πρόβλημα μέσω ενός ψηφιακού υλικού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά περίπτωση για μικτή μάθηση ή και αποκλειστικά για εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

**Λέξεις κλειδιά:** ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κλιματική αλλαγή, λευκαύγεια, λιώσιμο των πάγων, φαινόμενο του θερμοκηπίου

## Development of digital teaching material for Climate Change

**Asimonia Vissariti, Ioannis Metaxas, Emily Michailidi, Dimitris Stavrou**

*Department of Primary Education, University of Crete*

### Abstract

The purpose of the present study was the development of digital instructive material for Climate Change, based on principles of inquiry learning. Specifically, we used e-books, simulations and interactive videos. Everything is framed with activities, questions and remarks that conduct to the appropriate conclusions. The teaching material of the study is divided into four sections concerning the melting of ice, the albedo-reflection, the greenhouse effect and the renewable energy sources. The opportunity is therefore given to study a current real-world problem via a digital material that can be used either for blended learning or exclusively for distance learning.

**Keywords:** renewable energy resources, climate change, albedo, melting of ice, greenhouse effect

## Εισαγωγή

Ο όρος «κλιματική αλλαγή» αναφέρεται σε οποιαδήποτε αλλαγή του κλίματος με την πάροδο του χρόνου είτε λόγω φυσικής μεταβολής είτε ως αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας (IPCC, 2007). Ωστόσο, οι επιστήμονες πλέον έχουν καταλήξει πως στις μέρες μας το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής οφείλεται κυρίως στον ανθρώπινο παράγοντα και τις δραστηριότητές του από την εποχή της Βιομηχανικής επανάστασης και μετά.

Προκειμένου οι νέοι να κατανοήσουν το πρόβλημα και να αναλάβουν δράση για την αντιμετώπισή του, είναι απαραίτητη όχι μόνο η περιβαλλοντική ευαισθητοποίησή τους, αλλά και η εμπάθυνση σε όψεις που αφορούν τις επιστημονικές διαστάσεις αυτού του φαινομένου. Παρ' όλα αυτά, αν και η κλιματική αλλαγή έχει αναδειχθεί ως σημαντικό ζήτημα στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, δεν υπάρχουν αρκετές έρευνες που να εξετάζουν το φαινόμενο από τη σκοπιά έννοιών των Φυσικών Επιστημών (Sharma, 2012).

Καθώς η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα θέμα πολυδιάστατο και διεπιστημονικό, δεν αφορά μόνο μία επιστήμη και δεν μπορεί να περιοριστεί σε ένα μόνο επιστημονικό πεδίο. Για τον λόγο αυτό, ενδείκνυται για αξιοποίηση με μια STEM διερευνητική προσέγγιση, κατά την οποία οι μαθητές/τριες καλούνται να απαντήσουν σε πραγματικά προβλήματα μέσα από τη διατύπωση υποθέσεων, την παρατήρηση, τον πειραματισμό, τη συλλογή δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Με βάση τα παραπάνω, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για την κλιματική αλλαγή που να βασίζεται στη διερεύνηση και την επίλυση ρεαλιστικών προβλημάτων.

## Μεθοδολογία

Η εργασία δομήθηκε με βάση τη διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Σύμφωνα με αυτή οι μαθητές/τριες διενεργούν μικρές έρευνες με σκοπό να απαντήσουν στα προς μελέτη ερωτήματα. Έτσι, εμπλέκονται στις επιστημονικές διαδικασίες οι ίδιοι/ες, χωρίς να αποτελούν απλούς/ές παρατηρητές/τριες, αλλά αποκτούν δεξιότητες πάνω σε καθημερινά ζητήματα. Πιο αναλυτικά, αξιοποιήθηκε το μοντέλο των 5E που συμπεριλαμβάνει 5 φάσεις: Εμπλοκή, Εξερεύνηση, Επεξήγηση, Επεξεργασία και Αξιολόγηση (Bybee et al., 2006).

Η παραπάνω προσέγγιση πλαισιώθηκε από την χρήση των ΤΠΕ, οι οποίες επιτρέπουν την ανταλλαγή πληροφοριών και την επικοινωνία μεταξύ ατόμων ή ομάδων, ενώ παράλληλα προάγουν τη διαδραστικότητα του υλικού και βοηθούν στην οπτικοποίηση φαινομένων και διαδικασιών, πράγμα αναγκαίο όσον αφορά την μελέτη σύνθετων εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Κόμης, 2004).

Οι επιστημονικές έννοιες στις οποίες επικεντρώθηκε το διδακτικό υλικό ήταν (i) η τήξη των πάγων και η μελέτη της επίδρασής τους στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, (ii) το φαινόμενο της λευκαύγειας, δηλαδή της ανακλαστικότητας των επιφανειών και η επίδρασή του στην αύξηση της θερμοκρασίας στους πόλους, (iii) το φαινόμενο του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα η αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και η συνεπακόλουθη αύξηση της

παγκόσμιας θερμοκρασίας, καθώς και (iv) οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα η ηλιακή ενέργεια.

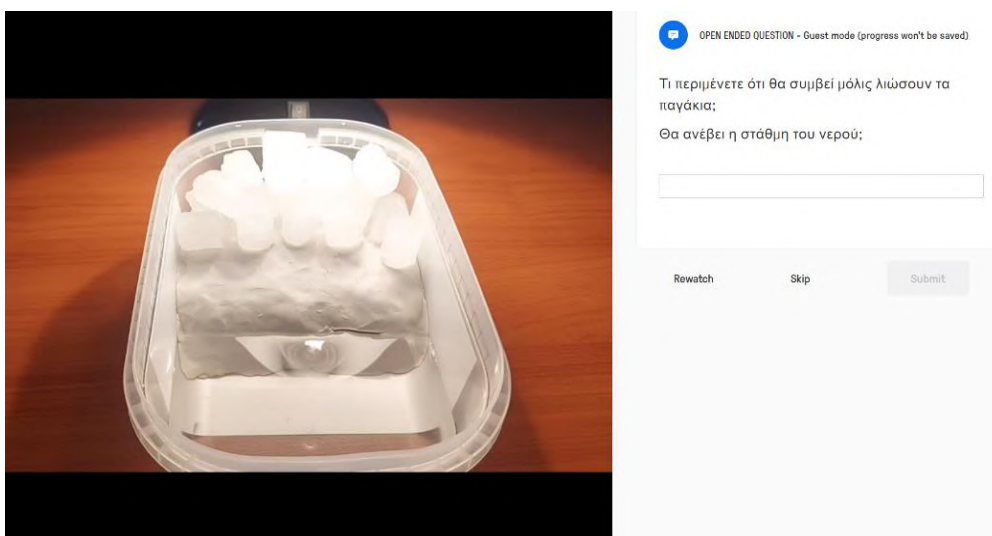
## Αποτελέσματα

Το υλικό που αναπτύχθηκε έχει τη μορφή ενός ψηφιακού βιβλίου (e-book) το οποίο λειτουργούσε ως ηλεκτρονικό φύλλο εργασίας για τους μαθητές/τριες. Στο πλαίσιο του e-book οι μαθητές/τριες ακολουθούν το ταξίδι τεσσάρων ηρώων, οι οποίοι τους καλούν να εξερευνήσουν την περιοχή της Αλάσκας και να μελετήσουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.

Το διδακτικό υλικό χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες που αφορούν το λιώσιμο των πάγων, τη λευκαύγεια, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με εξέχουσα την ηλιακή ενέργεια, ως τρόπο αντιμετώπισης του ζητήματος. Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων τα φαινόμενα αυτά οργανώθηκαν όλα σε μορφή αιτίων, αποτελεσμάτων/συνεπειών και τρόπων αντιμετώπισης, ώστε να δουν οι μαθητές/τριες την κλιματική αλλαγή ολιστικά - όσο καλύτερα γίνεται - χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως πρόκειται για μια γραμμική διαδικασία.

Ως προς τα αξιοποιούμενα ψηφιακά μέσα, το υλικό είναι εμπλουτισμένο με διαδραστικά βίντεο πειραμάτων και προσομοιώσεων, μέσω των οποίων πραγματοποιούνται ο πειραματισμός των μαθητών/τριών αλλά και με διαδικτυακές εφαρμογές, με τις οποίες υλοποιούνταν δραστηριότητες προσανατολισμού, ανάδειξης ιδεών και επέκτασης/εμπέδωσης, ενώ υπάρχουν και δύο δραστηριότητες αξιολόγησης σε μορφή παιχνιδιού.

Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν δύο διαδραστικά βίντεο πειραμάτων για την ενότητα της τήξης των πάγων που παρουσιάζουν τον βαθμό επίδρασης της τήξης των παγόβουνων και των πάγων ξηράς στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Τα βίντεο αυτά διακόπτονταν σε κατάλληλα σημεία, έτσι ώστε οι μαθητές/τριες να μπορέσουν να εκφράσουν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους, να κάνουν τις προβλέψεις τους (βλ. Εικόνα 1) ή τις παρατηρήσεις τους και να τις καταγράψουν σε αναδυόμενα πεδία, ώστε να έχει πρόσβαση σε αυτές ο/η εκπαιδευτικός.



Εικόνα 13 Παράδειγμα διαδραστικού βίντεο για την τήξη των πάγων

Κατ' αντίστοιχο τρόπο αναπτύχθηκε ένα διαδραστικό βίντεο πειραματισμού επί μιας μακέτας/μοντελοποίησης της Αλάσκας για την προσέγγιση του φαινομένου της λευκαύγειας, που βοηθά τις μετρήσεις της λευκαύγειας και της θερμοκρασίας των εκάστοτε περιοχών (πάγος, χώμα, χορτάρι).

Όσον αφορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενσωματώθηκε σε διαδραστικό βίντεο μια προσομοίωση με οδηγίες χειρισμού που διευκολύνουν τη διατύπωση ερωτήσεων και την κατανόηση των μαθητών/τριών. Τέλος, στην ενότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, δημιουργήθηκε ένα ηλιακό αυτοκινητάκι, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως μέσο πειραματισμού για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα για τη διερεύνηση από πλευράς των μαθητών/τριών των παραγόντων που επηρεάζουν την μέγιστη απόδοση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, όπως η κλίση, η θέση και το μέγεθος της επιφάνειάς του.

Παράλληλα, αξιοποιήθηκαν και άλλες ψηφιακές εφαρμογές που λειτουργούν ως σύγχρονοι διαδικτυακοί πίνακες απόθεσης υλικού, όπως το radlet, το jamboard και το lino. Κάθε μια από αυτές είχε τον ρόλο της στην ανάδειξη ιδεών, στην εξερεύνηση, στην επέκταση του διαδραστικού υλικού αλλά και την αξιολόγηση των μαθητών/τριών.

## Συμπεράσματα

Το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε παρέχει στους/τις μαθητές/τριες τη δυνατότητα να εξετάσουν όψεις του πολυπαραγοντικού φαινομένου της κλιματικής αλλαγής από τη σκοπιά των Φυσικών Επιστημών.

Στην προσπάθεια να ξεπεραστεί η δυσκολία της εξ αποστάσεως διεξαγωγής διερευνήσεων και πειραμάτων από τους/τις ίδιους/ες μαθητές/τριες, αξιοποιήθηκαν τεχνολογικά μέσα όπως τα διαδραστικά βίντεο που τους έδιναν τη δυνατότητα να διατυπώνουν τις προβλέψεις τους, να συλλεγούν δεδομένα και να καταλήγουν στα συμπεράσματά τους. Ως εκ τούτου, το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε δύναται να αξιοποιηθεί σε μορφές μικτής μάθησης, χωρίς όμως να διασφαλίζει την αυτονομία ενός υλικού αποκλειστικά για εξ αποστάσεως χρήση του.

## Βιβλιογραφία

- Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών και των Επικοινωνιών. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, C., Westbrook, A., Landes, N., (2006) *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Full Report.
- IPCC (2007). *Fourth assessment report on climate change*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Sharma, A. (2012). Global climate change: What has science education got to do with it? *Science & Education*, 21(1), 33-53. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9372-1>

Ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για την  
πραγμάτευση φυσικών φαινομένων με βάση τις αρχές  
της διερευνητικής και πλαίσιοθετημένης μάθησης

**Μαρία-Ιωάννα Μαγκούτα, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### **Περίληψη**

Στη παρούσα εργασία, αναπτύχθηκε διδακτικό ψηφιακό υλικό με τη μορφή ηλεκτρονικού βιβλίου για την πραγμάτευση επιστημονικών εννοιών με μαθητές, με βάση τις προσεγγίσεις της διερευνητικής και πλαίσιοθετημένης μάθησης. Στο εν λόγω ηλεκτρονικό βιβλίο οι μαθητές συμμετέχουν στη διαμόρφωση μίας ιστορίας, μέσα από ένα ταξίδι στον χωρόχρονο, εμπλεκόμενοι σε διαφορετικούς κύκλους διερεύνησης. Μέσα από τέσσερις επισκέψεις σε σημαντικές για την πρόοδο των φυσικών επιστημών προσωπικότητες του παρελθόντος, πραγματεύονται φαινόμενα όπως είναι ο ήχος και οι ιδιότητές του, η βαρύτητα και οι τροχιές των πλανητών, ο προγραμματισμός και η σύνδεσή του με τη διαστημική εξερεύνηση και η δημιουργία αλεξιπτωτού.

**Λέξεις κλειδιά:** Διερευνητική μάθηση, Πλαίσιοθετημένη μάθηση, Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, Ταξίδι στον Χωρόχρονο

Development of digital teaching material for the  
negotiation of scientific concepts based on the principles  
of inquiry-based learning and context-based learning

**Maria-Ioanna Magkouta, Aimilia Michailidi, Dimitris Stavrou**

*Department of Primary Education, University of Crete*

### **Abstract**

In the present work, a digital teaching module was developed in the form of an e-book, with the aim of negotiating scientific concepts with students, based on the approaches of inquiry-based learning, context-based learning. In this e-book, students actively participate in the story, through a journey in space-time, engaging in different circles of inquiry. They are visiting four important, for the progress of science, personalities, of the past. Together, they are engaging with phenomena such as sound and its properties, gravity and the orbits of the planets, programming, and its connection with space exploration and lastly the construction of a parachute.

**Keywords:** Inquiry-based learning, Context-based learning, Teaching Science, Space-time Journey

## Εισαγωγή

Στην εν λόγω εργασία, αναπτύχθηκε διδακτικό ψηφιακό υλικό με τη μορφή ηλεκτρονικού βιβλίου (e-book), με σκοπό τη διαπραγμάτευση επιστημονικών εννοιών, που εντάσσονται στα πλαίσια των σχολικών εγχειριδίων και των αναλυτικών προγραμμάτων με βάση τις αρχές της πλακαιοθετημένης μάθησης, της διερευνητικής μάθησης και των STEM προσεγγίσεων.

Οι μαθητές, μέσα από το πλαίσιο μιας ιστορίας, ενός ταξιδιού στον χωρόχρονο, καλούνται να ολοκληρώσουν τέσσερις διερευνητικούς κύκλους που σχετίζονται με τη βαρύτητα, τον ήχο, τον προγραμματισμό και την κατασκευή αλεξίπτωτου. Αλληλεπιδρώντας με το ψηφιακό υλικό έχουν τη δυνατότητα ασύγχρονα να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους, δίνοντας τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να τις λαμβάνει και να αξιολογεί την πορεία μάθησής τους. Παράλληλα με τους διερευνητικούς κύκλους, μέσα από τους οποίους οι μαθητές καλούνται να αναλάβουν τον ρόλο του ερευνητή, συμμετέχουν ενεργά και σε μία περιπέτεια, την περιπέτεια των πρωταγωνιστών της ιστορίας, που έχει τη μορφή κυνηγιού του θησαυρού, καθώς συλλέγοντας στοιχεία φτάνουν στο τέλος μίας αποστολής. Μέσα από αυτήν την «αποστολή», το ταξίδι στον χωρόχρονο, το οποίο επίσης περιλαμβάνει στοιχεία και της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.), αναδεικνύουν τις ιδέες τους, πειραματίζονται, παρατηρούν, αναδιαμορφώνουν τις ιδέες τους για τα φαινόμενα που μελετώνται και καταλήγουν σε συγκεκριμένα συμπεράσματα.

## Μεθοδολογία

Η βασική αρχή στην οποία βασιστήκαμε για να δομήσουμε το υλικό μας είναι εκείνη της διερευνητικής μάθησης. Το διερευνητικό μοντέλο που επιλέξαμε είναι εκείνο των 5E και απαρτίζεται από 5 φάσεις. Το παρόν μοντέλο αναπτύχθηκε από τον οργανισμό BSCS (Biology Sciences Curriculum Study) το 1987 (Bybee et al., 2006). Καθένα από τα «5E» αντιπροσωπεύει μία φάση διδασκαλίας. Έτσι έχουμε Engage = Εμπλοκή, Explore = Εξερεύνηση, Explain = Επεξήγηση, Elaborate = Επέκταση, Evaluate = Αξιολόγηση). Η λειτουργία της κάθε φάσης είναι συγκεκριμένη και ικανοποιεί συγκεκριμένους επίσης στόχους. Όλες μαζί δομούν μία διαδικασία κατά την οποία ο μαθητής έχοντας περάσει από τα επιμέρους στάδια διερεύνησης οικοδομεί μία ουσιαστικότερη κατανόηση του περιεχομένου προς διερεύνηση, ενώ παράλληλα καλλιεργεί στάσεις και χρήσιμες για τη μελλοντική του πορεία δεξιότητες. Στόχος των δραστηριοτήτων που εμπεριέχονται στην παρούσα πορεία διδασκαλίας είναι τόσο η ανάδειξη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, όσο και η αναδόμησή τους και η ικανότητα πλακισίωσής τους από άλλα περιβάλλοντα, διαφορετικά από αυτά που ασχοληθήκαν κατά τη διάρκεια των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων (Bybee et al., 2006).

Ο δεύτερος άξονας στον οποίο βασιστήκαμε για την ανάπτυξη του διδακτικού υλικού είναι η ψηφιακή αφήγηση ως πλαίσιο. Η βασική ιδέα είναι ο συνδυασμός της τέχνης της αφήγησης, με διαφορετικά ήδη πολυμέσων, όπως είναι

η εικόνα, ο ήχος και τα βίντεο. Η πλοκή μιας ιστορίας λειτουργεί σαν συνδεδετικός κρίκος του περιεχομένου, δηλαδή των κύκλων διερεύνησης που ενσωματώνονται στο υλικό, ενώ τα πλαίσια και οι εφαρμογές της επιστήμης χρησιμοποιούνται ως κατευθυντήριες άξονες για την ανάπτυξη και κατανόηση επιστημονικών ιδεών (Bennett et al., 2007). Αυτό έρχεται σε αντιδιαστολή με τις πιο παραδοσιακές προσεγγίσεις, στις οποίες πρώτα καλύπτεται η επιστημονική ιδέα και μετά γίνεται περαιτέρω διερεύνηση στις εφαρμογές της γνώσης. Μπορούν να αξιοποιηθούν δύο πλαίσια αφήγησης: από τη μία οι ιστορίες επιστήμης που βασίζονται σε ιστορικά γεγονότα τα οποία συνέβαλαν στην ανάπτυξη των ΦΕ και από την άλλη τα περιεχόμενα που σχετίζονται με τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντα των παιδιών (Rowcliffe, 2004).

Η ψηφιακή αφήγηση αφενός μοιράζεται τα πλεονεκτήματα της παραδοσιακής αφήγησης και αφετέρου ενσωματώνει τα πλεονεκτήματα ενός πολυμεσικού υλικού. Έτσι, έχει φανεί ότι δίνει κίνητρα στους μαθητές να δημιουργούν νοητές εικόνες συνδέοντας το περιεχόμενο της ιστορίας με κάτι προσωπικό τους και κάνοντας συσχετίσεις με τις προηγούμενες εμπειρίες τους. Έπειτα, καθίσταται ευκολότερη η κατανόηση της αλληλεπίδρασης της επιστήμης με την κουλτούρα, την ιστορία της επιστήμης, την τεχνολογία, ενώ βοηθούν τόσο τον εκπαιδευτικό στη νοηματοδότηση της διδασκαλίας όσο και τους μαθητές στην καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου, καθώς διευκολύνει τη συλλογή πληροφοριών, τη δημιουργία νέων ιδεών και την οργάνωση της γνώσης. Το τελευταίο συμβαίνει επειδή τα παιδιά μπορούν ευκολότερα να αποθηκεύσουν στη μνήμη τους αλυσίδες γεγονότων παρά εκτεταμένες επιστημονικές συλλογιστικές αλυσίδες (Burmark, 2004· Grisham, 2006· Rowcliffe, 2004).

Για να καταφέρουμε να ενσωματώσουμε τα δύο αυτά στοιχεία δηλαδή τη διερεύνηση και την ψηφιακή αφήγηση ως πλαίσιο σε μία εξ αποστάσεως διδασκαλία χρησιμοποιήσαμε τις ΤΠΕ. Οι ΤΠΕ παρέχουν υλικό που διευκολύνει τον πειραματισμό, όπως είναι οι προσομοιώσεις, οι εφαρμογές και τα διαδραστικά βίντεο, ενώ δίνουν τη δυνατότητα διερεύνησης σε ασύγχρονο περιβάλλον μάθησης (Amajiuogi, 2012). Εφόσον αξιοποιηθούν με τον κατάλληλο παιδαγωγικό τρόπο και μέσω της χρήσης συγκεκριμένων μοντέλων μάθησης, βοηθούν στην ενεργή εμπλοκή των μαθητών στην οικοδόμηση της γνώσης.

## **Αποτελέσματα**

Με βάση τις ιδιαίτερες συνθήκες εξ αποστάσεως λειτουργίας πανεπιστημίων, υπήρξε η ανάγκη δημιουργίας ενός ψηφιακού διδακτικού υλικού διαπραγμάτευσης εννοιών και φαινομένων φυσικών επιστημών με βάση τις αρχές της διερεύνησης για εξ αποστάσεως εκπαίδευση, που θα αξιοποιεί τόσο την ψηφιακή αφήγηση ως πλαίσιο όσο και τις ΤΠΕ για να πετύχει αυτόν τον σκοπό.

Το υλικό που αναπτύχθηκε απευθύνεται σε μαθητές ανώτερων τάξεων του δημοτικού σχολείου, οι οποίοι μέσα από το πλαίσιο μιας ιστορίας, καλούνται να ολοκληρώσουν τέσσερις διερευνητικούς κύκλους, που σχετίζονται με τη βαρύτητα, τον ήχο, με βασικές αρχές προγραμματισμού και με την κατασκευή αλεξίπτωτου. Οι διερευνητικοί κύκλοι πραγματεύονται ενότητες/φαινόμενα όπως είναι: η συσχέτιση της κίνησης των πλανητών και της πτώσης των αντικειμένων στη Γη, η συσχέτιση της

χρήσης προγραμματισμού με την αστροφυσική, η ένταση και η συχνότητα, η εξοικείωση με τις πρώτες απόπειρες πτήσης του ανθρώπου.

Το δομηθέν ψηφιακό υλικό έχει τη μορφή ηλεκτρονικού βιβλίου (e-book) εμπλουτισμένου με πολυμεσικά στοιχεία, που ακολουθεί μία δομημένη ιστορία. Αλληλεπιδρώντας με το ψηφιακό υλικό οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά και σε μία περιπέτεια, που έχει τη μορφή κυνηγιού του θησαυρού, καθώς συλλέγοντας στοιχεία φτάνουν στο τέλος μίας αποστολής.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος, έπρεπε τα τεχνολογικά μέσα που αξιοποιούνται να δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να εκτελούν ασύγχρονα διερευνήσεις και να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και στον εκπαιδευτικό να τις λαμβάνει και να αξιολογεί την πορεία μάθησής τους. Ειδικότερα στην περίπτωση των προσομοιώσεων που ενσωματώθηκαν και λειτούργησαν ως το κύριο μέσο πειραματισμού των μαθητών, έπρεπε να εξασφαλιστεί από τη μια μεριά η ενεργός αλληλεπίδραση των μαθητών με αυτές και αφετέρου η δυνατότητα εποπτείας του εκπαιδευτικού επί της διαδικασίας. Για τον σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν διαδραστικά βίντεο που παρουσιάζουν τους χειρισμούς που γίνονται και την αντίστοιχη εξέλιξη των φαινομένων, τα οποία όμως διακόπτονται στα κατάλληλα σημεία, επιτρέποντας στους μαθητές να καταγράφουν σε ειδικά πεδία τις απαντήσεις τους σε ερωτήματα που τίθενται πάνω στη προσομοίωση και αφορούν υποθέσεις για την εξέλιξη των φαινομένων, παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Με αυτόν τον τρόπο το υλικό δίνει τη δυνατότητα εξ αποστάσεως διεξαγωγής διερευνήσεων από τους μαθητές και παράλληλα στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να παρακολουθεί την πορεία μάθησής τους.

## Συμπεράσματα

Τα μέσα που χρησιμοποιήσαμε για την ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για τη πραγμάτευση εννοιών και φαινομένων των Φ.Ε. διαθέτουν κάποια πλεονεκτήματα, που έπειτα από συγκεκριμένες παρεμβάσεις μπορούν να αξιοποιηθούν για την εξ αποστάσεως σύγχρονη αλλά και ασύγχρονη διερεύνηση, η οποία περιλαμβάνει την παρατήρηση, τη συλλογή δεδομένων, την καταγραφή δεδομένων και την επέκταση.

Οι διαφορετικοί κύκλοι διερεύνησης και η προβληματο-κεντρική διάσταση της ιστορίας, εμπλέκουν και ενοποιούν το δομηθέν ηλεκτρονικό βιβλίο συμβάλλοντας στη νοηματοδότηση και σε μία πιο συνεκτική οργάνωση της γνώσης. Τέλος, οι ΤΠΕ διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στη δόμηση του εν λόγω διδακτικού υλικού, καθώς το ηλεκτρονικό αυτό βιβλίο δημιουργήθηκε για να μπορεί να υποστηριχθεί και σε περιβάλλοντα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης τόσο σύγχρονα όσο και ασύγχρονα.

## Βιβλιογραφία

Amajuoyi, J.J. (2012). Towards effective integration of information and communication technology in universal basic education: Issues and challenges to science and technology. In *Annual Conference of Science Teachers Association of Nigeria*. HEBN Publishers.



- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science education*, 91(3), 347-370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Burmark, L. (2004). Visual presentations that prompt, flash & transform. *Media and Methods*, 40(6), 4–5.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, Ap., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs: BSCS
- Grisham, T., (2006). Metaphor, poetry, storytelling and cross-cultural leadership. *Management Decision*, 44(4), 486-503. <https://doi.org/10.1108/00251740610663027>
- Rowcliffe, S. (2004). Storytelling in science. *School Science Review*, 86 (314), 121-126.

## Ένα ψηφιακό φυτολόγιο στο Δημοτικό Σχολείο: η περίπτωση του φαινομένου του λωτού

**Ειρήνη Φουλίδου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου**

*Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

### Περίληψη

Στην εργασία παρουσιάζονται εκπαιδευτικές δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν για τη διερεύνηση του φαινομένου του λωτού στο Δημοτικό Σχολείο (Δ' και Ε' τάξη). Συγκεκριμένα αναπτύχθηκε ένα ψηφιακό φυτολόγιο για τα υδρόφοβα φυτά. Ενδεικτικά, οι μαθητές πειραματίστηκαν με υδρόφοβα και υδρόφιλα φυτά, φωτογράφισαν και βιντεοσκόπησαν τη συμπεριφορά του νερού πάνω τους και χρησιμοποίησαν λογισμικό για τη δημιουργία του ψηφιακού φυτολογίου.

**Λέξεις κλειδιά:** ψηφιακό φυτολόγιο, εκπαιδευτικές δραστηριότητες, φαινόμενο λωτού

## A digital plant book in primary school: the case of the lotus effect

**Eirini Foulidou, Giorgos Peikos, Anna Spyrtou**

*University of Western Macedonia*

### Abstract

In this paper we present educational activities about the lotus effect in primary school (4th and 5th grade). Specifically, a digital plant book about the hydrophobic plants was created. For example, the students did experimental activities with hydrophobic and hydrophilic plants, they took photographs as well as they videotaped the behavior of water droplets on the hydrophobic leaves. They also used software to create the digital plant book.

**Keywords:** digital plant book, educational activities, lotus effect

### Εισαγωγή

Ο όρος «φαινόμενο του λωτού» αναφέρεται στην υδροφοβικότητα διαφόρων επιφανειών, όπως είναι το φύλλο του λωτού και του μπρόκολου. Η επιφάνεια τέτοιων φύλλων καλύπτεται από νανοδομές ανάμεσα στις οποίες εγκλωβίζεται αέρας. Έτσι, οι σταγόνες του νερού έρχονται σε μεγαλύτερη επαφή με τον αέρα παρά με την επιφάνεια του φύλλου και αποκτούν σφαιρικό σχήμα (Kim et al., 2018). Στη βιβλιογραφία εντοπίζονται έρευνες που μελετούν την εκπαιδευτική προσέγγιση

του φαινομένου του λωτού στο Δημοτικό Σχολείο ως ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα από τον χώρο της νανοτεχνολογίας (Lin et al., 2015· Peikos et al., 2020).

Θεωρούμε ότι η δημιουργία ενός φυτολογίου για φυτά που εμφανίζουν το φαινόμενο του λωτού μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, καθώς οι μαθητές/τριες εμπλέκονται σε δραστηριότητες παρατήρησης, ταξινόμησης, αναζήτησης και οργάνωσης πληροφοριών, πραγματοποίησης πειραμάτων, κατασκευής μοντέλων και χρήσης ψηφιακών εργαλείων. Στόχος της εργασίας είναι να παρουσιαστούν οι δραστηριότητες στις οποίες συμμετείχαν οι μαθητές/τριες για τη δημιουργία ενός ψηφιακού φυτολογίου για το φαινόμενο του λωτού.

### **Αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα**

Οι δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν είχαν ως σκοπό να βοηθήσουν τους/τις μαθητές/τριες: (α) να διακρίνουν τα υδρόφοβα φυτά από τα υδρόφιλα, (β) να κατασκευάσουν μοντέλα για να αναπαραστήσουν την υδροφοβικότητα και τον αυτοκαθαρισμό επιφανειών, (γ) να χειρίζονται ψηφιακά εργαλεία για τη δημιουργία ενός φυτολογίου.

### **Εκπαιδευτικά υλικά, σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος μάθησης και οργάνωσης της διδασκαλίας, δομή και περιγραφή δραστηριοτήτων**

Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν σε έναν απογευματινό όμιλο Δημοτικού Σχολείου (έξι μαθητές Δ' και Ε' Δημοτικού) καταναμημένες σε 24 δίωρες συναντήσεις διερευνητικής προσέγγισης για τον μακρόκοσμο, τον μικρόκοσμο και τον νανόκοσμο. Οι επτά συναντήσεις αφορούσαν τη διερεύνηση του φαινομένου του λωτού καθώς και τη δημιουργία του ψηφιακού φυτολογίου. Στις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν αναγνωρίζονται χαρακτηριστικά της προσέγγισης STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics). Δόθηκε ιδιαίτερη σημασία σε ζητήματα (α) Επιστήμης, π.χ. εξήγηση του φαινομένου του λωτού και αναζήτηση πληροφοριών για βιολογικά χαρακτηριστικά των φυτών, (β) Μηχανικής, π.χ. συζήτηση για την αξιοποίηση του φαινομένου του λωτού στην επίλυση προβλημάτων της καθημερινότητας, όπως η περίπτωση των αυτοκαθαριζόμενων υφασμάτων, (γ) Τεχνολογίας, π.χ. χρήση USB μικροσκοπιών και ταμπλετών για την παρατήρηση του σχήματος της σταγόνας του νερού σε υδρόφοβες επιφάνειες και (δ) της Τέχνης, π.χ. άσκηση στη φωτογράφιση και βιντεοσκόπηση της συμπεριφοράς του νερού σε υδρόφοβες επιφάνειες. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται χαρακτηριστικές δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στην τάξη.

Αρχικά, οι μαθητές/τριες έριξαν με σταγονόμετρα σταγόνες νερού σε υδρόφοβες επιφάνειες (π.χ. φύλλα μπρόκολου, ξύλο επεξεργασμένο με σπρέι αδιαβροχοποίησης) και υδρόφιλες επιφάνειες (π.χ. φύλλα ρόκας, απλό ξύλο), για να παρατηρήσουν τη συμπεριφορά της σταγόνας πάνω τους. Έπειτα, η εκπαιδευτικός εξήγησε το πώς καταφέρνουν κάποια φυτά να μη βρέχονται και να

μη λερώνονται, με τη χρήση διαφανειών PPT και βίντεο, τα οποία προβλήθηκαν στο σύνολο της τάξης. Βασικοί επιστημονικοί όροι που εισήχθησαν αφορούσαν τη νανοδομή της επιφάνειας π.χ. νανοεξογκώματα και υδροφοβικότητα.

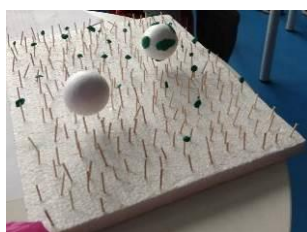
Συνοπτική περιγραφή δραστηριοτήτων που πραγματοποιήθηκαν
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Πειραματισμός με υδρόφοβες και υδρόφιλες επιφάνειες.</li> <li><input type="checkbox"/> Κατασκευή μοντέλου για την αναπαράσταση της επιφάνειας ενός υδρόφοβου φυτού και της διαδικασίας του αυτοκαθαρισμού.</li> <li><input type="checkbox"/> Πειραματικός έλεγχος της υδροφοβικότητας της επιφάνειας φυτών του προαύλιου χώρου του σχολείου.</li> <li><input type="checkbox"/> Αναζήτηση και καταγραφή πληροφοριών για τα βιολογικά χαρακτηριστικά υδρόφοβων φυτών.</li> <li><input type="checkbox"/> Φωτογράφιση και βιντεοσκόπηση της συμπεριφοράς του νερού στα υδρόφοβα φυτά.</li> <li><input type="checkbox"/> Χρήση του Book Creator (<a href="https://bookcreator.com">https://bookcreator.com</a>) για τη δημιουργία του ψηφιακού φυτολογίου.</li> </ul>

Πίνακας 9 Συνοπτική περιγραφή χαρακτηριστικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιήθηκαν

Εν συνεχεία, οι μαθητές/τριες σε ομάδες κατασκεύασαν με απλά υλικά ένα μοντέλο (Εικόνα 1) για να εξηγήσουν ότι όταν μια σταγόνα νερού (αναπαρίσταται με μπάλες φελιζόλ) πέφτει στην επιφάνεια ενός υδρόφοβου φυτού, γίνεται σφαιρική, κυλά πάνω στα νανοεξογκώματα της επιφάνειας του φυτού (αναπαρίστανται με οδοντογλυφίδες) και παρασύρει σωματίδια βρομιάς (αναπαρίστανται με κομμάτια πλαστελίνης), που βρίσκονται σε αυτή.

Ύστερα, περιηγήθηκαν στο προαύλιο του σχολείου, όπου έριξαν σταγόνες νερού στην επιφάνεια φύλλων διαφόρων φυτών για να τα ταξινομήσουν σε υδρόφοβα και υδρόφιλα. Συμπληρωματικά, στην τάξη, δόθηκαν στους μαθητές επιπλέον υδρόφοβα φυτά, για τα οποία μελέτησαν πληροφορίες σχετικές με τη μορφολογία τους και τη χρονική περίοδο άνθισής τους. Έπειτα, φωτογράφησαν και βιντεοσκόπησαν τις σταγόνες νερού στα φύλλα τους με τη χρήση ταμπλετών και USB μικροσκοπίων.

Τέλος, εξοικειώθηκαν με το Book Creator, μια ιστοσελίδα δημιουργίας ψηφιακών βιβλίων, στην οποία ο χρήστης μπορεί να εισάγει κείμενο, ήχο, βίντεο και εικόνες. Οι μαθητές/τριες έγραψαν κείμενο με πληροφορίες για τα υδρόφοβα φυτά που μελέτησαν. Έπειτα, εισήγαγαν στο ψηφιακό βιβλίο επιλεγμένες φωτογραφίες και βίντεο για τη συμπεριφορά των σταγόνων νερού πάνω στην επιφάνεια των φυτών αυτών και δημιούργησαν το ψηφιακό φυτολόγιο υδρόφοβων φυτών. Τέλος, παρουσίασαν το φυτολόγιο στην τάξη και πραγματοποιήθηκε σχετική συζήτηση (Εικόνα 2).



Εικόνα 1 Μοντέλο υδρόφοβης επιφάνειας



Εικόνα 2 Στιγμιότυπα από το ψηφιακό φυτολόγιο

## Αποτίμηση

Από την εμπειρία της εκπαιδευτικού που εφάρμοσε τις δραστηριότητες (πρώτη συγγραφέας της εργασίας) φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες κατάφεραν να διακρίνουν τα υδρόφοβα από τα υδρόφιλα φυτά με κριτήριο το σχήμα της σταγόνας, όταν έπεφτε στην επιφάνειά τους. Όταν η εκπαιδευτικός εξήγησε το φαινόμενο του λωτού, οι μαθητές/τριες δυσκολεύτηκαν να εφαρμόσουν τη νέα γνώση για να εξηγήσουν το σφαιρικό σχήμα της σταγόνας πάνω στα φυτά με τα οποία πειραματίστηκαν. Ωστόσο, κατά την κατασκευή και παρουσίαση των μοντέλων για το φαινόμενο του λωτού, ήταν ικανοί να χρησιμοποιήσουν όρους νανογραμματισμού (π.χ. νανοεξογκώματα) για να περιγράψουν τη νανοδομή της επιφάνειας. Σχετικά με την χρήση των ψηφιακών εργαλείων, εξοικειώθηκαν με τεχνητά ζητήματα (π.χ. εστίαση του USB μικροσκοπίου), όμως η εξοικειώσή τους με το Book Creator, η εισαγωγή φωτογραφιών και βίντεο και η πληκτρολόγηση κειμένου με τις πληροφορίες για τα φυτά απαιτούσε αρκετό χρόνο.

## Βιβλιογραφία

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.11.045>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1080/02635143.2014.971733>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D. D., & Papadopoulou, P. (2020). Nanoscale science and technology education: primary school students' preconceptions of the lotus effect and the concept of size. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149>

Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021

13:30 – 15:00

**Προφορικές Ανακοινώσεις**

***ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ - ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ***

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

## Διδασκαλία της θερμοκρασίας και της θερμότητας μέσω πρακτικών με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας: η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών

**Σταύρος Ζαφειρίου<sup>1</sup>, Μιχαήλ Σκουμιός<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

### Περίληψη

Η εργασία μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας, στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Το εκπαιδευτικό υλικό για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα το οποίο αναπτύχθηκε, εφαρμόστηκε σε μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης. Τα επιχειρήματα των μαθητών που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια αναλύθηκαν με κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε σημαντικά στην βελτίωση της δομής, του περιεχομένου και των γλωσσικών χαρακτηριστικών των επιχειρημάτων των μαθητών.

**Λέξεις κλειδιά:** μάθηση μέσω πρακτικών, επαυξημένη πραγματικότητα, θερμότητα, θερμοκρασία

## Teaching temperature and heat through practices and augmented reality: the quality of students' arguments

**Stavros Zafeiriou<sup>1</sup>, Michael Skoumios<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Primary Education, <sup>2</sup>University of the Aegean*

### Abstract

This paper studies the impact of an instructional intervention about heat and temperature, based on the teaching approach of "learning through practices" with the students' engagement in augmented reality, on the quality of primary school students' arguments. The instructional material about temperature and heat that was developed was applied to students of primary school (11 years old). A questionnaire was formed and completed by the students before and after the implementation of the instructional intervention. The students' arguments that emerged from the questionnaires were analyzed using rubrics. The analysis of the data showed that the instructional intervention significantly contributed to the improvement of the structure, content and linguistic characteristics of the students' arguments.

**Keywords:** learning through practices, augmented reality, heat, temperature

## Εισαγωγή

Η εμπλοκή των μαθητών με διαδικασίες παραγωγής επιστημονικών επιχειρημάτων κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την εκπαίδευσή τους (González-Howard & McNeill, 2019). Όμως, κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών συνήθως δεν παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να παράγουν επιχειρήματα και δεν υποστηρίζονται από τους εκπαιδευτικούς στο να κρίνουν και να συγκροτούν επιχειρήματα (Cherbow et al., 2020).

Ένα επιστημονικό επιχείρημα επιδιώκει να επικυρώσει ή να διαψεύσει έναν ισχυρισμό χρησιμοποιώντας αιτιολογήσεις που είναι αποδεκτές από την επιστημονική κοινότητα των Φυσικών Επιστημών (Phillips & Norris, 1999). Με βάση το μοντέλο επιχειρήματος του Toulmin (1958), στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, έχει προταθεί μια πιο απλουστευμένη εκδοχή του. Σύμφωνα με αυτήν, ένα επιστημονικό επιχείρημα περιλαμβάνει τέσσερα συστατικά στοιχεία: ισχυρισμό, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό και αντίκρουση (McNeill & Krajcik, 2012). Ο ισχυρισμός είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση. Τα αποδεικτικά στοιχεία είναι τα δεδομένα (παρατηρήσεις, μετρήσεις) που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Ο συλλογισμός συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και αιτιολογεί γιατί τα δεδομένα λογίζονται ως αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Η αντίκρουση αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Η ποιότητα ενός επιχειρήματος καθορίζεται από τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά του (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014). Η δομή συνδέεται με την επάρκεια των συστατικών στοιχείων του ανεξάρτητα από το περιεχόμενό τους. Το περιεχόμενο αναφέρεται στο κατά πόσο τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος συνάδουν με τη σχολική γνώση. Τα γλωσσικά αναφέρονται στην πληρότητα των προτάσεων, το λεξιλόγιο και τις γλωσσικές συμβάσεις.

Έχει επισημανθεί η αναγκαιότητα διαμόρφωσης μαθησιακών περιβαλλόντων, όπου οι μαθητές να μούονται σε πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και μέσω αυτών να κατανοούν τις ιδέες και τις έννοιες («μάθηση μέσω πρακτικών») (Osborne, 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 (NRC, 2012). Μια από αυτές τις πρακτικές αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία.

Έχει διαπιστωθεί ότι οι μαθητές εμφανίζουν δυσκολίες στη συγκρότηση επιχειρημάτων. Ειδικότερα, συνηθίζουν να προτείνουν ισχυρισμούς χωρίς να τους υποστηρίζουν μέσω αποδεικτικών στοιχείων και συλλογισμών (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018). Όταν υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς τους, τα αποδεικτικά στοιχεία που προτείνουν είναι συνήθως ανεπαρκή (Heng et al., 2015). Επίσης, σπάνια προτείνουν συλλογισμούς που να συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τους ισχυρισμούς (Songer & Gotwals, 2012).

Επιπρόσθετα, είναι περιορισμένη η έρευνα που εστιάζεται στην επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις ικανότητες των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα (Cetin 2014· Khishfe 2014· McNeill & Krajcik, 2012). Η έρευνα αυτή

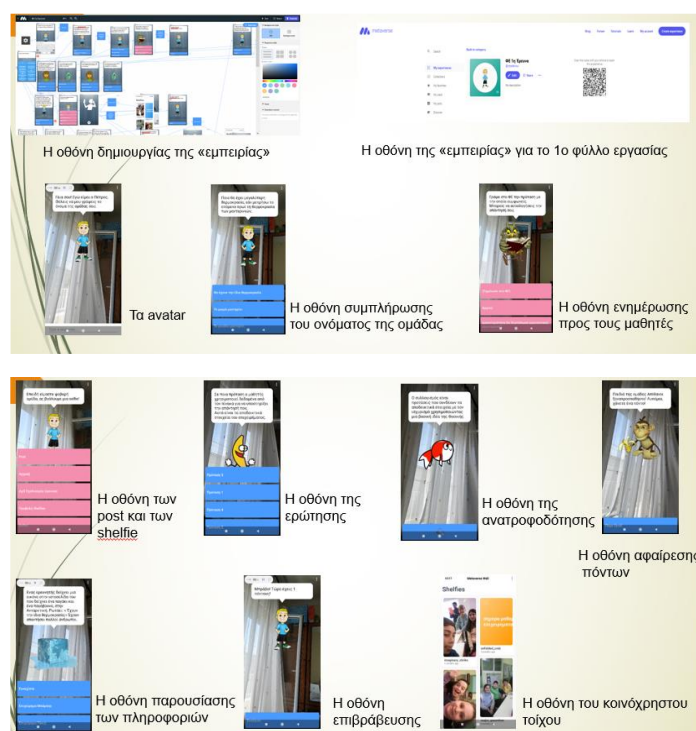


αφορά σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Έχει επισημανθεί η αναγκαιότητα πραγματοποίησης τέτοιων ερευνών με μαθητές του δημοτικού σχολείου (Chen et al., 2016).

## Μεθοδολογία

Το ερευνητικό ερώτημα στο οποίο στοχεύει να απαντήσει η παρούσα εργασία είναι το ακόλουθο: ποια είναι η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας, στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

Για τον σχεδιασμό της παρούσας έρευνας επιλέχθηκε να αξιοποιηθεί η μέθοδος της μελέτης περίπτωσης. Στην πρώτη φάση της έρευνας συγκροτήθηκαν το εκπαιδευτικό υλικό και ένα ερωτηματολόγιο. Στην δεύτερη φάση της έρευνας οι μαθητές που συμμετείχαν συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο (προ-τεστ), ακολούθησε η εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης και στη συνέχεια οι μαθητές απάντησαν και πάλι στο ίδιο ερωτηματολόγιο (μετά-τεστ). Στην έρευνα συμμετείχαν 22 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου.



Εικόνα 14 Υλικό επαυξημένης πραγματικότητας

Για τον σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού ακολουθήθηκε η προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» (Schwarz et al., 2017). Αυτή η προσέγγιση θεωρεί τη διδασκαλία ως μια διαδικασία εμπλοκής των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών, ώστε να κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν τη γνώση. Για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού υιοθετήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006) και αξιοποιήθηκε η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας με

την πλατφόρμα Metaverse με τη χρήση των tablets (Εικόνα 1). Υπήρχαν δραστηριότητες στις οποίες επιδιώχθηκε οι μαθητές να γνωρίσουν τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος και να εξοικειωθούν με διαδικασίες συγκρότησης επιχειρημάτων μέσω υποστηρικτικών πλαισίων (Εικόνα 2). Επίσης, οι μαθητές αξιολόγησαν τα επιχειρήματα που παρήγαγαν χρησιμοποιώντας κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων και στη συνέχεια τα επαναδιατύπωσαν (Εικόνα 3).

<b>Γράφω ένα ισχυρισμό</b>	..... .....
<b>Γράφω τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό</b>	..... .....
<b>Γράφω ένα συλλογισμό που να συνδέει τα δεδομένα με τον ισχυρισμό</b>	..... ..... .....

Εικόνα 2 Πλαίσιο συγκρότησης ενός επιχειρήματος

**Δραστηριότητα 6η (Εφαρμογή)**

Αξιολόγησε το επιχείρημα που έγραψες στη Δραστηριότητα 5 βαθμολογώντας κάθε συστατικό του επιχειρήματος σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

Συστατικά	Επίπεδα		
	0	1	2
<b>Ισχυρισμός</b>	Δεν έχει προτείνει ισχυρισμό ή έχει προτείνει έναν λανθασμένο ισχυρισμό. {π.χ. Δεν έχει γράψει: «Η θερμοκρασία στην οποία φτάνει ένα σώμα»	Έχει προτείνει έναν ακριβή αλλά ελλιπή ισχυρισμό. {π.χ. Έχει γράψει μόνο: «Η θερμοκρασία εξαστάται»	Έχει προτείνει έναν ακριβή και πλήρη ισχυρισμό. {π.χ. Έχει γράψει: «Η θερμοκρασία στην οποία φτάνει ένα σώμα»

**Το επιχείρημά μου:**

Ο ισχυρισμός που προτείνω είναι επιπέδου:.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία που προτείνω είναι επιπέδου:.....

Ο συλλογισμός που προτείνω είναι επιπέδου:.....

Η αντίκρουση που προτείνω είναι επιπέδου:.....

Εικόνα 3 Απόσπασμα δραστηριότητας αυτο-αξιολόγησης επιχειρήματος

Για τις ανάγκες της έρευνας διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να συγκροτούν επιστημονικά επιχειρήματα με βάση το πλαίσιο των Knight et al. (2014). Κάθε πρόβλημα του ερωτηματολογίου περιλάμβανε έναν πίνακα τιμών και ζητούσε από τους μαθητές να απαντήσουν σε μια ερώτηση, να αιτιολογήσουν την απάντησή τους και να αιτιολογήσουν γιατί οποιαδήποτε άλλη απάντηση θα ήταν λανθασμένη. Ένα ενδεικτικό πρόβλημα παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.


Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών στο ερωτηματολόγιο πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής

παρέμβασης. Για την αξιολόγηση της δομής, του περιεχομένου και των γλωσσικών χαρακτηριστικών των επιχειρημάτων των μαθητών αξιοποιήθηκαν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων τριών επιπέδων (επίπεδα 0, 1 και 2) (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014). Στη συνέχεια, συγκρίθηκαν η δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και το μετά-τεστ. Για τη μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων αναφορικά με τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών ανάμεσα στο προ-τεστ και το μετά-τεστ χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο McNemar-Bowker. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας επιλέχθηκε να είναι  $p < 0,05$ .

**Ερωτηματολόγιο για τη Θερμοκρασία και τη Θερμότητα**

**Ερώτηση 1**

Ο Πέτρος ξέρει ότι υπάρχουν ξύλινα αντικείμενα που έχουν διάφορες θερμοκρασίες. Θέλει να μάθει από τι εξαρτάται η θερμοκρασία που αποκτά ένα ξύλινο αντικείμενο όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον (π.χ. σε ένα δωμάτιο).



- Ένας φίλος του ο Δημήτρης του είπε ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα ξύλινο αντικείμενο όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντός του.
- Μια άλλη φίλη του, η Γεωργία του είπε ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα ξύλινο αντικείμενο όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον εξαρτάται από το μέγεθός του.
- Μετά από έρευνα στο διαδίκτυο εντόπισε τον παρακάτω πίνακα.

Αντικείμενο	Όγκος αντικ.	Θερμοκρασία δωματίου	Θερμοκρασία αντικειμένου	Υλικό αντικειμένου	Χρώμα αντικειμένου	Ύψος από το δάπεδο
Κουταλάκι	5cm <sup>3</sup>	40oC	40oC	Ξύλο	Καφέ	10cm
Κουτάλα	10cm <sup>3</sup>	40oC	40oC	Ξύλο	Καφέ	30cm
Πιάτο	15cm <sup>3</sup>	40oC	40oC	Ξύλο	Καφέ	5cm
Μπολ	20cm <sup>3</sup>	40oC	40oC	Ξύλο	Καφέ	20cm

Ο Πέτρος και οι συμμαθητές του χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές του έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία που αποκτά ένα ξύλινο αντικείμενο όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον.

Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε ο Πέτρος για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτηση του:

**“Τι επηρεάζει τη θερμοκρασία που έχουν αντικείμενα φτιαγμένα από το ίδιο υλικό όταν βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον;”**

Όταν γράφεις την απάντησή σου προς τον Πέτρο, μην ξεχάσεις:

α. να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και

β. να πείσεις τον Πέτρο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι πιο σωστή από οποιαδήποτε άλλη απάντηση.

Εικόνα 4 Ενδεικτικό πρόβλημα που περιλαμβάνεται στο ερωτηματολόγιο

## Αποτελέσματα

Συγκρίνοντας τα επιχειρήματα των μαθητών στο προ-τεστ και το μετά-τεστ διαπιστώθηκε σημαντική βελτίωση στη δομή των επιχειρημάτων και ειδικότερα

στην επάρκεια των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των επιχειρημάτων των μαθητών (Πίνακας 1).

Στοιχεία επιχειρημάτων	Επίπεδα	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		ρ
		f	f%	f	f%	
Ισχυρισμός	0	4	3,6	2	1,8	<0,001
	1	103	93,6	26	23,6	
	2	3	2,7	82	74,5	
Αποδεικτικά στοιχεία	0	58	52,7	4	3,6	<0,001
	1	50	45,5	33	30	
	2	2	1,8	73	66,4	
Συλλογισμός	0	76	69,1	3	2,7	<0,001
	1	32	29,1	30	27,3	
	2	2	1,8	77	70	
Αντίκρουση	0	101	91,8	4	3,6	<0,001
	1	8	7,3	27	24,5	
	2	1	0,9	79	71,9	

Πίνακας 10 Τα επίπεδα επάρκειας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες, ποσοστά και τιμές ρ του ελέγχου McNemar-Bowker

Επίσης, προέκυψε σημαντική βελτίωση στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων και πιο συγκεκριμένα στην καταλληλότητα των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των επιχειρημάτων των μαθητών (Πίνακας 2).

Στοιχεία επιχειρημάτων	Επίπεδα	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		ρ
		f	f%	f	f%	
Ισχυρισμός	0	42	38,2	2	1,8	<0,001
	1	66	60	31	28,2	
	2	2	1,8	77	70	
Αποδεικτικά στοιχεία	0	72	68,2	5	4,5	<0,001
	1	35	31,8	35	31,8	
	2	3	2,7	70	63,6	
Συλλογισμός	0	78	71,8	2	1,8	<0,001
	1	30	28,2	28	25,5	
	2	2	1,8	80	72,7	
Αντίκρουση	0	100	90,9	3	2,7	<0,001
	1	9	8,2	26	23,6	
	2	1	0,9	81	73,6	

Πίνακας 2 Τα επίπεδα καταλληλότητας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες, ποσοστά και τιμές ρ του ελέγχου McNemar-Bowker

Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε σημαντική βελτίωση στην πληρότητα των προτάσεων, στην εξειδίκευση του λεξιλογίου και στις γλωσσικές συμβάσεις (γραμματικά λάθη, λάθη στα σημεία στίξης) των επιχειρημάτων των μαθητών (Πίνακας 3).

Γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδα	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		ρ
		f	f%	f	f%	
Πληρότητα των προτάσεων	0	59	53,6	4	3,6	<0,001
	1	49	44,5	28	25,5	
	2	2	1,8	78	70,9	
Εξειδίκευση του λεξιλογίου	0	52	47,2	3	2,7	<0,001
	1	50	45,5	35	31,8	
	2	8	7,3	72	65,5	
Γλωσσικές συμβάσεις	0	55	50	6	5,5	<0,001
	1	44	40	39	35,5	
	2	11	10	65	59	

Πίνακας 3 Τα επίπεδα που αφορούν στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες, ποσοστά και τιμές ρ του ελέγχου McNemar-Bowker

### Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων που συγκρότησαν μαθητές του δημοτικού σχολείου πριν και μετά την εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε στη προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών και τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.

Από την ανάλυση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ, προέκυψε ότι τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών σπάνια περιλάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμούς και αντικρούσεις. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών, στις οποίες διαπιστώθηκε η χαμηλή ποιότητα των επιστημονικών επιχειρημάτων των μαθητών (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018). Τα παραπάνω ευρήματα πιθανά οφείλονται στο ότι συνήθως δεν αποτελεί αντικείμενο διδασκαλίας στους μαθητές η δομή ενός επιστημονικού επιχειρήματος και στο ότι κατά τη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας δεν παροτρύνονται συχνά οι μαθητές να συγκροτούν επιχειρήματα που να περιλαμβάνουν αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους (Cherbow et al., 2021).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση, όπως προέκυψε από την ανάλυση των επιχειρημάτων των μαθητών στο μετά-τεστ, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση στη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών συγκριτικά με το προ-τεστ. Συνεπώς, από την εργασία αυτή προέκυψε ότι είναι εφικτή η βελτίωση της δομής, του περιεχομένου και των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα μέσω της εφαρμογής της διδακτικής παρέμβασης που αναπτύχθηκε.

Η παραπάνω διαπίστωση θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης. Ερευνητικά δεδομένα αναδεικνύουν ότι η ρητή διδασκαλία της δομής ενός επιχειρήματος, η παροχή υποστηρικτικών πλαισίων στους μαθητές για την καταγραφή των συστατικών στοιχείων του και η αυτο-αξιολόγηση επιχειρημάτων με τη χρήση κριτηρίων, συνιστούν διδακτικές στρατηγικές που μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της δομής των

επιχειρημάτων των μαθητών (McNeill & Krajcik, 2008). Επίσης, η βελτίωση του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στη διδακτική προσέγγιση στην οποία βασίστηκε το εκπαιδευτικό υλικό. Η προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» έχει επισημανθεί πως μπορεί να συνεισφέρει στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών (NRC, 2012).

Η παρούσα έρευνα υπόκειται σε περιορισμούς που έχουν να κάνουν κυρίως με το περιορισμένο δείγμα των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα. Ένας πρόσθετος περιορισμός αυτής της έρευνας είναι ότι σε αυτήν μελετήθηκαν μόνο τα γραπτά και όχι και τα προφορικά επιχειρήματα των μαθητών. Θα είχε ερευνητικό ενδιαφέρον η πραγματοποίηση ερευνών, οι οποίες θα μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στην εξέλιξη της ποιότητας και των προφορικών επιχειρημάτων των μαθητών.

## Βιβλιογραφία

- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9–19.
- Bravo-Torija, B., & Jiménez-Aleixandre, M.P. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 619–638. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>
- Çetin, P. S. (2014). Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, 32(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.850071>
- Cherbow, K., Lowell, B. R., & McNeill, K. L. (2021). Redesign or relabel? How a commercial curriculum and its implementation oversimplify key features of the NGSS. *Science Education*, 105(1), 5–32. <https://doi.org/10.1002/sce.21604>
- Cherbow, K., McKinley, M., McNeill, K., & Lowenhaupt, R. (2020). An analysis of science instruction for the science practices: Examining coherence across system levels and components in current systems of science education in K-8 schools. *Science Education*, 104(3), 446-478. <https://doi.org/10.1002/sce.21573>
- González-Howard, M., & McNeill, K.L. (2019). Supporting linguistically diverse students in scientific argumentation across writing and talking. In Spycher, P. & Haynes, E. (Eds.). *Culturally and linguistically diverse learners and STEAM: Teachers and researchers working in partnership to build a better path forward* (pp. 77-94). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.995147>
- Khishfe, R. (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socio-scientific issues: An effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36(5–6), 974–1016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.832004>
- 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.
- 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. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. In Luft, J., Bell, R. & Gess-Newsome, J. (Eds.). *Science as inquiry in the secondary setting* (p. 121-134). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Phillips, L. M., & Norris, S. P. (1999). Interpreting popular reports of science: What happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, 21, 317–327. <https://doi.org/10.1080/095006999290723>
- Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. J. (Eds.). (2017). *Helping students make sense of the world using Next Generation Science and Engineering Practices*. NSTA Press.
- 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20454>
- Toulmin, S. (1958). *The use of arguments*. Weinheim, Germany, Beltz.

## Σύγκριση των αρχικών αντιλήψεων εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών Δημοτικού Σχολείου για τη νοηματοδότηση του όρου νανοτεχνολογία

**Λεωνίδας Μάνου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου**

*Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

### Περίληψη

Η εργασία αυτή έχει στόχο να καταγράψει και να συγκρίνει τις αρχικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και των μαθητών/τριών του Δημοτικού Σχολείου για τον όρο «Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία» (N-ET). Στις σχετικές νοηματοδοτήσεις επιχειρήθηκε να αναγνωριστούν οι Μεγάλες Ιδέες του περιεχομένου της N-ET που έχουν προταθεί μέχρι σήμερα στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κυρίαρχες Μεγάλες Ιδέες στις αντιλήψεις τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών/τριών αποτέλεσαν οι έννοιες Μέγεθος και Κλίμακα και Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία. Τα ευρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ερευνητές της εισαγωγής της N-ET στην εκπαίδευση, ώστε να σχεδιάσουν κατάλληλα προγράμματα επιμόρφωσης αναφορικά με το περιεχόμενο.

**Λέξεις κλειδιά:** νανοτεχνολογία, αρχικές αντιλήψεις, εκπαιδευτικοί Α/θμιας εκπαίδευσης, μαθητές/τριες Α/θμιας εκπαίδευσης

## Comparing primary school teachers' and students' preconceptions about the meaning of the term nanotechnology

**Leonidas Manou, Giorgos Peikos, Anna Spyrtou**

*University of Western Macedonia*

### Abstract

The present study aims to record and compare the initial perceptions of Primary School teachers and students about the term "Nanoscience-Nanotechnology" (NST). Within the relevant meanings, an attempt was made to identify the Big Ideas of the NST content that have been proposed so far in the three levels of education. The results showed that the dominant Big Ideas in the perceptions of both teachers and students were the concepts Size and Scale and Science-Technology-Society. The findings can be utilized by researchers in NST's introduction to education in order to design appropriate content-related training programs.

**Keywords:** nanotechnology, preconceptions, primary school teachers, primary school students



## Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET) είναι ένας κλάδος έρευνας, ο οποίος επικεντρώνεται στην ανάπτυξη υλικών στις διαστάσεις της νανοκλίμακας. Απώτερο σκοπό αποτελεί η ενσωμάτωση των υλικών αυτών σε ένα τεχνολογικό προϊόν (π.χ. υφάσματα), ώστε να προκύψουν νέες λειτουργίες (π.χ. υφάσματα που δεν βρέχονται και δεν λεκιάζονται) (Bhushan, 2010). Πολλές από τις καινοτόμες εφαρμογές της N-ET έχουν ήδη εισβάλει στην αγορά και χρησιμοποιούνται από τους πολίτες (π.χ. αντιβακτηριακές κάλτσες, αθλητικός εξοπλισμός κτλ). Συνεπακόλουθα, οι πολίτες χρειάζεται να αναπτύξουν μία ενημερωμένη στάση απέναντι στις νέες εξελίξεις, καλλιεργώντας τον νανογραμματισμό τους. Σημαντική συνεισφορά στην κατεύθυνση αυτή διαδραματίζει η εκπαίδευση (Laherto, 2010· Sryrtou et al., 2021). Διάφορα ζητήματα που σχετίζονται με τις εκπαιδευτικές προοπτικές της N-ET ανακύπτουν, μεταξύ των οποίων το περιεχόμενο προς διδασκαλία και οι αρχικές αντιλήψεις των υποκειμένων μάθησης στο περιεχόμενο της N-ET (Hingant & Albe, 2010).

Αναφορικά με το περιεχόμενο, μέχρι σήμερα έχει δημοσιευτεί ένας μικρός αριθμός εργασιών με στόχο τον καθορισμό του πυρήνα του περιεχομένου της N-ET στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης. Κάθε μία από τις εργασίες αυτές έχει παράγει μία λίστα από έννοιες, χαρακτηρισμένες ως Μεγάλες Ιδέες (MI) ή βασικές έννοιες για την εισαγωγή του περιεχομένου της N-ET στην εκπαίδευση. Ενδεικτικά, αναφέρουμε τις MI Μέγεθος και Κλίμακα, Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία, Εργαλεία και Όργανα, Αυτό-οργάνωση, Μοντέλα και Προσομοιώσεις (Blonder & Sakhnini, 2016· Manou et al., 2018· Stevens et al., 2009).

Αναφορικά με τις αρχικές αντιλήψεις έχει δημοσιευτεί ένας αριθμός σχετικών εργασιών (Daoutsali, 2014· Manou et al., 2019· Peikos et al., 2021). Στις εργασίες αυτές, γίνεται καταγραφή των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών/τριών ή εκπαιδευτικών, χωρίς όμως αυτές να συσχετίζονται άμεσα με τον πυρήνα του περιεχομένου της N-ET.

Η παρούσα εργασία έχει στόχο να καλύψει αυτήν την έλλειψη. Ειδικότερα, στοχεύουμε να αναδείξουμε και να συγκρίνουμε τις αρχικές αντιλήψεις μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών της Α/θμιας εκπαίδευσης σχετικά με τον όρο «Νανοτεχνολογία/Νανοεπιστήμη» συνδέοντάς τες παράλληλα με τις MI της N-ET που έχουν μέχρι σήμερα προταθεί. Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι:

1. Ποιες Μεγάλες Ιδέες του περιεχομένου της N-ET εκφράζουν εκπαιδευτικοί και μαθητές/τριες, όταν νοηματοδοτούν τον όρο «Νανοτεχνολογία/Νανοεπιστήμη»;
2. Ποιες ομοιότητες και διαφορές παρουσιάζουν οι αρχικές αντιλήψεις μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών για τον όρο Νανοτεχνολογία/Νανοεπιστήμη;

Η απάντηση στα ερωτήματα αυτά θα βοηθήσει τους σχεδιαστές προγραμμάτων εκπαίδευσης στη N-ET να αντιληφθούν τις ανάγκες των υποκειμένων μάθησης και να σχεδιάσουν κατάλληλα μαθησιακά περιβάλλοντα.

## Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 419 εκπαιδευτικοί Α/θμιας (308 εν ενεργεία και 111 πρωτοετείς φοιτητές Π.Τ.Δ.Ε.) και 250 μαθητές/τριες Ε' και ΣΤ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί προέρχονταν από διάφορες περιοχές της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας με χρόνια προϋπηρεσίας μεταξύ 5 και 25 χρόνια. Αυτοί βρέθηκαν κατόπιν πρόσκλησης των σχολικών συμβούλων των περιοχών που ανήκαν να συμμετάσχουν σε επιμορφωτικά εργαστήρια με θέμα την Ν-ΕΤ. Κανένας από τους συμμετέχοντες δεν είχε ήδη παρακολουθήσει οποιοδήποτε πρόγραμμα εκπαίδευσης για τη Ν-ΕΤ. Η διάρκεια συλλογής των δεδομένων κράτησε περίπου 3 μήνες.

Τόσο οι συμμετέχοντες στην έρευνα εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές/τριες, πριν την επιμόρφωσή τους σε περιεχόμενο Ν-ΕΤ συμπλήρωσαν ένα γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο αφορούσε έννοιες και φαινόμενα του περιεχομένου της Ν-ΕΤ. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από διάφορα έργα, ώστε να μετρηθεί η κατανόηση των συμμετεχόντων πριν και μετά την επιμόρφωση. Μεταξύ των έργων, περιλαμβάνονταν ένα έργο που στόχευε στο να διατυπώσουν οι συμμετέχοντες γραπτά τις νοηματοδοτήσεις τους για τη Ν-ΕΤ (Πίνακας 1).

Έργο για τους/τις μαθητές/τριες	Έργο για τους εκπαιδευτικούς
Ένας μαθητής διάβασε στο διαδίκτυο τη λέξη νανοτεχνολογία και αναρωτήθηκε τι άραγε να σημαίνει. Προσπάθησε να του εξηγήσεις τι νομίζεις εσύ ότι είναι η νανοτεχνολογία.	Ποιο νόημα αποδίδεις στον όρο Νανοτεχνολογία/Νανοεπιστήμη;

*Πίνακας 11 Τα έργα του ερωτηματολογίου*

Επειδή ζητούμενο ήταν να συσχετιστούν οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων με τις ΜΙ του περιεχομένου της Ν-ΕΤ, ακολουθήσαμε την παραγωγική μέθοδο ανάλυσης (Mayring, 2014). Ειδικότερα, οι απαντήσεις επιμερίστηκαν σε Μονάδες Νοήματος (ΜΝ) δηλαδή σε λέξεις ή φράσεις οι οποίες συνδέονταν με τις ΜΙ. Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός έγραψε «*Η Ν-ΕΤ είναι η τεχνολογία που διεξάγεται στο επίπεδο της μικροκλίμακας και που έχει πολλές εφαρμογές στην ιατρική*». Σε αυτήν την απάντηση αναγνωρίσαμε δύο ΜΝ: «*MN1: Η Ν-ΕΤ είναι η τεχνολογία που διεξάγεται στο επίπεδο της μικροκλίμακας*» και «*MN2: Η Ν-ΕΤ έχει πολλές εφαρμογές στην ιατρική*». Η ΜΝ1 αντιστοιχίστηκε στη ΜΙ: Μέγεθος και Κλίμακα και η ΜΝ2 στη ΜΙ: Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία.

Το εργαλείο ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση των νοηματοδοτήσεων των συμμετεχόντων παρουσιάζεται στον Πίνακα 2. Ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου εργαλείου βασίστηκε σε βιβλιογραφική επισκόπηση, η οποία είχε ως στόχο να εντοπιστούν σε βιβλία και περιοδικά οι βασικές έννοιες της Ν-ΕΤ. Ο τρόπος που αυτό το εργαλείο σχεδιάστηκε περιγράφεται αναλυτικά από τους Manou et al. (2021).

Για το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, η ανάλυση πραγματοποιήθηκε ανεξάρτητα για τους μαθητές/τριες και τους εκπαιδευτικούς. Σε αυτήν τη διαδικασία συμμετείχαν τρεις ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ, οι οποίοι

επικεντρώνονται στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών στο περιεχόμενο της Ν-ΕΤ. Οι όποιες διαφωνίες λύθηκαν κατόπιν συζήτησης μέχρι οι ερευνητές να φτάσουν σε συμφωνία.

Ν/ση ως προς τις ΜΙ	Υποκατηγορίες ΜΙ
ΜΙ1: Μέγεθος & κλίμακα	ΜΙ1.1 (α) κατηγοριοποιητική αντίληψη του μεγέθους, ΜΙ1.1 (β) σχεσιακή αντίληψη του μεγέθους, ΜΙ1.1 (γ) αναλογική αντίληψη του μεγέθους, ΜΙ1.2 (α) απόλυτη αντίληψη της κλίμακας, ΜΙ1.2 (β) την αναλογική αντίληψη της κλίμακας, των αντικειμένων που μελετά η Ν-ΕΤ.
ΜΙ2: Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος	ΜΙ2.1 (α) Οι ιδιότητες που εμφανίζει ένα υλικό στη νανοκλίμακα οφείλονται στη δραματική αύξηση του Α/Υ (σημείο βρασμού, συνάφεια). ΜΙ2.1 (β) Οι ιδιότητες που εμφανίζει ένα υλικό στη νανοκλίμακα οφείλονται στον αριθμό των ατόμων που περιλαμβάνει (οπτικές, μαγνητικές ιδιότητες).
ΜΙ3: Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία	ΜΙ3.1(α) Οι εφαρμογές της Ν-ΕΤ περιλαμβάνουν επιτεύγματα τα οποία μιμούνται τις ιδιότητες οργανισμών της φύσης (π.χ. αδιαβροχοποίηση). ΜΙ3.1(β) Οι εφαρμογές της Ν-ΕΤ περιλαμβάνουν επιτεύγματα τα οποία εμφανίζουν βελτιστοποιημένες λειτουργίες. ΜΙ3.1(γ) Οι εφαρμογές της Ν-ΕΤ περιλαμβάνουν επιτεύγματα τα οποία προκαλούν κινδύνους που σχετίζονται με τη δημόσια υγεία, την ασφάλεια, το περιβάλλον κτλ.
ΜΙ4: Όργανα και Οργανολογία	ΜΙ4.1 (α) Τα όργανα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση των κλιμάκων. ΜΙ4.1 (β) Για τη μελέτη των αντικειμένων της νανοκλίμακας χρησιμοποιούνται μικροσκόπια σάρωσης ακίδας, ηλεκτρονικά μικροσκόπια.
ΜΙ5: Μοντέλα & προσομιώσεις	ΜΙ5.1 (α) Τα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία πρόβλεψης στο σχεδιασμό και την κατασκευή των νανοϋλικών. ΜΙ5.1 (β) Τα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διάκριση των κλιμάκων.
ΜΙ6: Αυτό-οργάνωση	ΜΙ6.1(α) Μέθοδοι κατασκευής από πάνω προς τα κάτω (top – down). ΜΙ6.1(β) Μέθοδοι κατασκευής από κάτω προς τα πάνω (bottom – up).
ΜΙ7: Φύση της έρευνας της Ν-ΕΤ	ΜΙ7.2 (α) Αναγκαιότητα για ελαχιστοποίηση των διαστάσεων των υλικών. ΜΙ7.2 (β) Αναγκαιότητα για βελτιστοποίηση των επιδόσεων των τεχνολογικών εφαρμογών.

Πίνακας 2 Το εργαλείο ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των νοηματοδοτήσεων της Ν-ΕΤ από τους συμμετέχοντες

## Αποτελέσματα

Συνολικά, οχτώ κατηγορίες για τις αρχικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και πέντε για τις αντίστοιχες των μαθητών/τριών σχηματίστηκαν τελικά. Στις κατηγορίες που

περιελάμβαναν τις ΜΙ του εργαλείου ανάλυσης προστέθηκε και μία επιπλέον κατηγορία, η Κ8, επειδή ένα σημαντικό ποσοστό νοηματοδοτήσεων δεν συσχετίστηκε με κάποια από τις ΜΙ του εργαλείου ανάλυσης. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ΜΝ που εντοπίζονται στις απαντήσεις των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών για κάθε μια από τις κατηγορίες.

Κατηγορίες	Μαθητές/τριες (266 ΜΝ)	Εκπαιδευτικοί (540 ΜΝ)
Κ1 Μέγεθος και Κλίμακα	28,57%	42,41%
Κ2 Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος	-	2,59%
Κ3 Επιστήμη - Τεχνολογία - Κοινωνία	12,41%	24,26%
Κ4 Εργαλεία και Όργανα	4,89%	7,59%
Κ5 Αυτοοργάνωση	-	2,59%
Κ6 Μοντέλα και προσομοιώσεις	-	0,56%
Κ7 Η ανάπτυξη της Ν-ΕΤ	2,63%	3,33%
Κ8 Καμία απάντηση ή απάντηση μη σχετική με τις ΜΙ	51,5%	16,67%

Πίνακας 3 Ποσοστό Μονάδων Νοήματος ανά κατηγορία

Ειδικότερα, και αναφορικά με τις ΜΝ που εντοπίστηκαν στις νοηματοδοτήσεις των εκπαιδευτικών, παρατηρούμε ότι η υψηλότερη συγκέντρωση των ΜΝ σημειώθηκε στην κατηγορία ΜΙ1: Μέγεθος και Κλίμακα. Επιπλέον, ένα σημαντικό ποσοστό ΜΝ ταξινομήθηκε στη ΜΙ3: Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία. Τέλος, σε απαντήσεις αρκετών εκπαιδευτικών είτε εντοπίστηκαν ΜΝ που δεν είχαν σχέση με τις ΜΙ είτε δεν εκφράστηκε καμία νοηματοδότηση (Κατηγορία Κ8).

Όσο αφορά τους/τις μαθητές/τριες, στις απαντήσεις τους εντοπίστηκαν ΜΝ από τρεις ΜΙ του περιεχομένου. Οι πιο πολλές από αυτές ταξινομήθηκαν στη ΜΙ Μέγεθος και Κλίμακα. Ωστόσο, οι μισοί περίπου μαθητές/τριες είτε δεν εξέφρασαν κάποια άποψη για το τι μπορεί να είναι η Ν-ΕΤ είτε οι ΜΝ δεν συσχετίστηκαν με τις ΜΙ (Κατηγορία Κ8). Μάλιστα, από τις ΜΝ των μαθητών/τριών που εντάχθηκαν στην κατηγορία Κ8, το 23,68% περιλάμβανε ανθρωποκεντρικούς όρους π.χ. «Είναι η τεχνολογία των νάνων», το οποίο αντικατοπτρίζει μια ετυμολογική προσέγγιση του όρου Νανοτεχνολογία.

Όσον αφορά το περιεχόμενο των ΜΝ, ξεκινώντας με την κατηγορία Κ1, εκπαιδευτικοί και μαθητές/τριες εξέφρασαν την αντίληψη ότι η Ν-ΕΤ συνδέεται με κάτι μικρό είτε με τρόπο γενικόλογό π.χ. «είναι η τεχνολογία των μικρών πραγμάτων» είτε με αναφορές σε συγκεκριμένα αντικείμενα, όπως κύτταρα, μόρια, άτομα. Συνολικά, τόσο σε εκπαιδευτικούς όσο και σε μαθητές/τριες εντοπίστηκαν ΜΝ που συσχετίστηκαν με κάποια από τις όψεις του περιεχομένου της συγκεκριμένης ΜΙ, για παράδειγμα με την κατηγοριοποιητική αντίληψη (π.χ «Έχει

σχέση με τα άτομα, με τα *quark*) ή με τη σχεσιακή (π.χ. «*Η επιστήμη που ασχολείται με τα αντικείμενα στο μικρότερο δυνατό μέγεθός τους*»). Εκτός από τέτοιου είδους ασαφείς ή λανθασμένες ΜΝ βρέθηκαν ΜΝ πιο ενημερωμένες. Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός έγραψε «*Είναι η επιστήμη, μηχανική στην οποία γίνονται εφαρμογές πάνω στη ναυοκλίμακα, 0-100nm*». Η συγκεκριμένη ΜΝ αντιστοιχεί στην όψη της απόλυτης ποσοτικής αντίληψης της ΜΙ: Μέγεθος και Κλίμακα (βλέπε Πίνακας 2). Αναφορικά με την κατηγορία Κ3 Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία, τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές/τριες ανέφεραν ως επί το πλείστον εφαρμογές σχετικές με την ηλεκτρονική και την ιατρική. Για παράδειγμα, «*η Ν-ΕΤ έχει σχέση με κινητά τηλέφωνα*» (Εκπαιδευτικός), «*Κάτι έχω ακούσει για την ναυοτεχνολογία στην ιατρική*» (Εκπαιδευτικός), «*Η τεχνολογία αυτή δημιουργεί μικρά τσιπάκια*» (Μαθητής), «*Η ναυοτεχνολογία αφορά μικρά ρομπότ που εισέρχονται στο σώμα με σκοπό να το θεραπεύσουν*» (Μαθήτρια). Οι πιο πολλές αναφορές ήταν γενικόλογες, ενώ δεν βρέθηκαν αναφορές σε βιομιμητικές εφαρμογές δηλαδή σε εφαρμογές που μιμούνται λειτουργίες των φυσικών οργανισμών (βλέπε Πίνακα 2).

## Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή επιχειρείται να αναδειχτούν και να συγκριθούν οι αρχικές αντιλήψεις μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών σχετικά με το νόημα του όρου «*Νανοτεχνολογία*». Αποτελεί ένα περαιτέρω βήμα της μέχρι τώρα δημοσιευμένης έρευνας ανάδειξης των αρχικών αντιλήψεων στο περιεχόμενο της Ν-ΕΤ, επειδή συσχετίζονται οι αντιλήψεις με τις ΜΙ που μέχρι τώρα έχουν προταθεί για την υποχρεωτική εκπαίδευση, αλλά και επειδή συγκρίνονται οι αντιλήψεις εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών μεταξύ τους. Στη σχετική βιβλιογραφία, αναφέρεται ότι οι εκπαιδευτικοί κατέχουν πολλές φορές παρόμοιες εναλλακτικές αντιλήψεις για τις επιστημονικές έννοιες με αυτές των μαθητών/τριών τους (π.χ. για τον μαγνητισμό) (Burgoon et al., 2011). Τα ευρήματα της δικής μας έρευνας αλλά και άλλων ερευνών (π.χ. Peikos et al., 2022) δείχνουν να επιβεβαιώνουν τον παραπάνω κανόνα.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας, οι αντιλήψεις τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών/τριών διακρίνονται από μία εικόνα ασάφειας ή αδυναμίας νοηματοδότησης του όρου «*νανοτεχνολογία*». Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει από το σημαντικό ποσοστό των ΜΝ που ταξινομήθηκε στην κατηγορία Κ8 (ασαφείς απαντήσεις/άγνοια/απαντήσεις που δεν έχουν σχέση με τις ΜΙ). Εκτιμούμε ότι αυτό είναι ένα μάλλον αναμενόμενο αποτέλεσμα, καθώς το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας δεν διδάχθηκε στους εκπαιδευτικούς κατά την διάρκεια των ακαδημαϊκών τους σπουδών, αλλά και δεν αποτελεί μέρος της διδακτέας ύλης στην ελληνική υποχρεωτική εκπαίδευση. Παρόλα αυτά, λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη προβολή των προϊόντων της Νανοτεχνολογίας σε Μέσα Ενημέρωσης (π.χ. Τηλεόραση, Διαδίκτυο) τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές/τριες φαίνεται να μην έχουν επικαιροποιήσει τη γνώση τους σε αυτόν τον επιστημονικό/τεχνολογικό τομέα.

Εξετάζοντας τα ευρήματα υπό τον φακό των ΜΙ, διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν επτά ΜΙ όταν νοηματοδοτούν τον όρο «*Νανοεπιστήμη*-

Νανοτεχνολογία», ενώ οι μαθητές/τριες τέσσερις. Οι ΜΙ που κυριαρχούν στις αρχικές αντιλήψεις τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών/τριών είναι οι έννοιες *Μέγεθος και Κλίμακα* και *Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία*. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα δείχνουν ότι:

- αναφορικά με την πρώτη έννοια *Μέγεθος και Κλίμακα*: οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές/τριες επιχειρούν να περιγράψουν κυρίως ποιοτικά το «νάνο» που ως πρόθεμα περιλαμβάνεται στον όρο «Νανοεπιστήμη/Νανοτεχνολογία». Το «νάνο» σημαίνει μικρός και ως εκ τούτου οι συλλογισμοί των συμμετεχόντων βασίστηκαν στην ετυμολογία του όρου.
- αναφορικά με τη δεύτερη έννοια *Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία*, οι συμμετέχοντες επιχειρούν μέσω των εφαρμογών της καθημερινής ζωής να νοηματοδοτήσουν την «Νανοεπιστήμη/Νανοτεχνολογία». Αυτό το εύρημα αντανακλά την εκμάθηση *από πάνω προς τα κάτω* (Sederberg et al., 2010) δηλαδή οι συμμετέχοντες να έχουν μάθει ή να ακούσει για τη Ν-ΕΤ από τα καταναλωτικά νανο-προϊόντα που έχουν εισβάλει στην αγορά ή που προβάλλονται στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.

Τέλος, από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι σχεδιαστές προγραμμάτων εκπαίδευσης στη Ν-ΕΤ χρειάζεται να δώσουν ιδιαίτερη σημασία στο να βοηθήσουν τους συμμετέχοντες να αναπτύξουν κατανόηση για τις ΜΙ της Ν-ΕΤ. Καταρχάς, κρίνεται σημαντικό να βοηθηθούν οι συμμετέχοντες να αναπτύξουν κατανόηση για τις όψεις του περιεχομένου της έννοιας *Μέγεθος και Κλίμακα* (Πίνακας 2), όχι μόνο για την προσέγγιση των υπόλοιπων ΜΙ του περιεχομένου της Ν-ΕΤ, μιας και η συγκεκριμένη έννοια θεωρείται προαπαιτούμενη για την κατανόηση των υπόλοιπων ΜΙ του περιεχομένου της Ν-ΕΤ (Stevens et al., 2009), αλλά και για τη νοηματοδότηση του όρου «Νανοτεχνολογία». Επιπλέον, είναι σημαντικό οι σχεδιαστές τέτοιων προγραμμάτων να δομήσουν περιεχόμενο που θα περιλαμβάνει συγκεκριμένα παραδείγματα νανοδομών (π.χ. νανοεμβλαπίσματα – nanocoatings), τα οποία προσδίδουν συναρπαστικές ιδιότητες σε συγκεκριμένες εφαρμογές (π.χ. υπερ-υδρόφοβα υφάσματα) (Bhushan, 2010). Τέλος, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στην εισαγωγή της ΜΙ Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, επειδή θεωρείται έννοια αποκλειστική της Ν-ΕΤ που «βρίσκεται στην καρδιά της Ν-ΕΤ» (Wansom et al., 2009, p. 621).

## Βιβλιογραφία

- Bhushan, B. (2010). *Springer handbook of nanotechnology*. Springer-Verlag.
- Blonder, R., & Sakhnini, S. (2016). What Are the Basic Concepts of Nanoscale Science and Technology (NST) that Should Be Included in NST Educational Programs? Στο K. Winkelmann, & B. Bhushan (Eds.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 117-127). Springer.
- Burgoon, J. N., Heddle, M. L., & Duran, E. (2011). Re-Examining the Similarities Between Teacher and Student Conceptions About Physical Science. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 101–114.
- Daoutsali, E., Barke, H., & Yadav, O. P. (2014). Students' Knowledge about Nanotechnology and the Importance to Introduce Nanotechnology into Chemistry Lessons. *African Journal of Chemical Education*, 4, 2-15.

- Hingant, B., & Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature. *Studies in Science Education*, 46, 121-152. <https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504543>
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21, 160-175.
- 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, 12006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1076/1/012006>
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2019). A Nanoscale Science and Technology Training Course: Primary Teachers' Learning on the Lotus and Gecko Effects. Στο O. Levrini & G. Tasquier (Επιμ.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference. The beauty and pleasure of understanding: engaging with contemporary challenges through science education* (pp. 1698–1704). LMA MATER STUDIORUM – University of Bologna.
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2021). What does “Nanoscience-Nanotechnology” mean to primary School Teachers? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-22.
- Mayring, P. 2014. *Qualitative Content Analysis: Theoretical Foundation, Basic Procedures and Software Solution*. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ss0ar-395173>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2021). Primary School Students' Preconceptions about the Term Nanotechnology and the Water Nano-filters. Στο Pixel (Επιμ.), *International Conference New Perspectives in Science Education 10th* (pp. 227–282). Filodiritto Editore.
- Peikos, G., Manou, L., & Spyrtou, A., (2022). Comparing Teachers' and Students' Preconceptions about Nanoscience Content: The Case of the Lotus Effect. Στο *Electronic Proceedings of the ESERA 2021 Conference* (υπό έκδοση).
- Sederberg, D., Lindell, A., Latvala, A., Bryan, L., & Viiri, J. (2010). Professional development for middle and high school teachers in nanoscale science and technology: Models from the United States and Finland. In *Physics Community and Cooperation: Selected Contributions from the GIREP-EPEC & PHEC International Conference*, (pp. 333-352).
- Spyrtou, A., Manou, L., Peikos, G. (2021). Educational Significance of Nanoscience–Nanotechnology: Primary School Teachers' and Students' Voices after a Training Program', *Education Sciences*, 11(11), 724. <https://doi.org/10.3390/educsci11110724>
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press.
- Wansom, S., Mason, T. O., Hersam, M. C., Drane, D., Light, G., Cormia, R., Stevens, S., & Bodner, G. (2009). A rubric for post-secondary degree programs in nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Engineering Education*, 25(3), 615-627.

## Η εξέλιξη της ποιότητας των επιστημονικών επιχειρημάτων των μαθητών του Λυκείου για τον Νόμο του Ohm

**Αναστάσιος Σμπρίνης<sup>1</sup>, Μιχαήλ Σκουμιός<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

### Περίληψη

Η εργασία διερευνά την εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών του Λυκείου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον νόμο του Ohm. Συγκροτήθηκε εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο βασίστηκε στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» και εφαρμόστηκε σε μαθητές της Β΄ τάξης του Λυκείου. Τα δεδομένα της έρευνας ήταν τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών στα φύλλα εργασίας (κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης) και στο ερωτηματολόγιο (που τους δόθηκε πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση). Τα επιχειρήματα αξιολογήθηκαν διακριτά ως προς τη δομή και το περιεχόμενό τους. Προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση επέφερε βελτίωση τόσο στη δομή όσο και στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

**Λέξεις κλειδιά:** επιστημονικά επιχειρήματα, πρακτικές Φυσικών Επιστημών, ηλεκτρισμός

## The development of the quality of high school students' scientific arguments for Ohm's Law

**Anastasios Smprinis<sup>1</sup>, Michael Skoumios<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Secondary Education, <sup>2</sup>University of Aegean*

### Abstract

The present study aims to investigate the development of the quality of high school students' written arguments before, during and after the implementation of an instructional intervention for Ohm's Law. Instructional material was developed, which was designed on a "learning science through practices" approach and was implemented to high school students. The research data included students' arguments put down on worksheets during the instructional intervention as well as students' arguments to questionnaires both before and after the instructional intervention. Students' arguments were analyzed for evaluating separately the structure and the content of the arguments. It was found that the instructional intervention contributed to developing the structure and the content of students' written arguments.

**Keywords:** scientific arguments, science practices, electricity



## Εισαγωγή

Η ανάπτυξη της ικανότητας συγκρότησης επιστημονικών επιχειρημάτων δεν περιορίζεται μόνο στους μαθητές που στοχεύουν να ασχοληθούν μελλοντικά με Φυσικές Επιστήμες, αλλά είναι απαραίτητη για κάθε πολίτη (NRC, 2012). Επιδιώκεται να είναι ικανοί οι πολίτες να αξιολογούν τα επιχειρήματα άλλων και να συγκροτούν επιχειρήματα, όταν εκφράζουν τις απόψεις τους (McNeill & Krajcik, 2009).

Ένα επιστημονικό επιχειρήμα, σύμφωνα με μια τροποποιημένη εκδοχή του μοντέλου του Toulmin (1958), αποτελείται από τέσσερα συστατικά στοιχεία: ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση (McNeill & Krajcik, 2012). Ο ισχυρισμός είναι το συμπέρασμα που απαντά σε ένα ερώτημα, τα αποδεικτικά στοιχεία είναι τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό, ο συλλογισμός συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό μέσω επιστημονικών αρχών και η αντίκρουση αιτιολογεί γιατί ένας άλλος ισχυρισμός θα ήταν λανθασμένος.

Η ποιότητα ενός επιστημονικού επιχειρήματος καθορίζεται από τη δομή του και το περιεχόμενό του (McNeill & Krajcik, 2012). Ως προς τη δομή αξιολογείται αν το επιχειρήμα διαθέτει όλα τα συστατικά του στοιχεία και αν τα συστατικά αυτά είναι επαρκή, ανεξάρτητα από το περιεχόμενό τους. Ως προς το περιεχόμενο εξετάζεται κατά πόσο τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος συνάδουν με τη σχολική γνώση.

Παρά τη σημασία που αποδίδεται στη συγκρότηση επιστημονικών επιχειρημάτων, συνήθως δεν δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές να συγκροτούν επιχειρήματα και δεν διδάσκεται στους μαθητές η δομή ενός επιχειρήματος (Cherbow et al., 2020). Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι οι μαθητές συγκροτούν επιχειρήματα χαμηλής ποιότητας. Ειδικότερα, συνήθως οι μαθητές διατυπώνουν έναν ισχυρισμό που απαντά στην ερώτηση που τους τίθεται, χωρίς να τον αιτιολογούν (Jimenez-Aleixandre et al., 2000· Sadler, 2004) ή για να υποστηρίξουν τον ισχυρισμό τους χρησιμοποιούν ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018· Chinn & Brewer, 2001· Heng et al., 2015· McNeill & Krajcik, 2009· Sadler, 2004). Τα αποδεικτικά στοιχεία που προτείνουν, συχνά εμπλέκουν προσφυγή στην αυθεντία (McNeill & Berland, 2017· Sandoval & Cam, 2012) και προηγούμενες εμπειρίες (McNeill & Krajcik, 2009· Songer et al., 2009). Επιπλέον, οι μαθητές σπάνια διατυπώνουν έναν συλλογισμό συνδέοντας τα αποδεικτικά στοιχεία με τον αρχικό τους ισχυρισμό και όταν το κάνουν δεν αναφέρουν επιστημονικές αρχές που να συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό (McNeill & Krajcik, 2007· 2012· Moje et al., 2004· Sadler, 2004· Songer & Gotwals, 2012). Επίσης, σπάνια προτείνουν αντικρούσεις στα επιχειρήματά τους (McNeill & Krajcik, 2012).

Τα ηλεκτρικά κυκλώματα συνιστούν μια βασική εννοιολογική περιοχή των Φυσικών Επιστημών και περιλαμβάνονται στα αναλυτικά προγράμματα διεθνώς. Μολονότι έχουν μελετηθεί οι αντιλήψεις των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα και έχει διερευνηθεί η επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων σε αυτές (Chiu & Lin, 2005· Psillos et al., 1987), δεν έχουν μελετηθεί τα επιχειρήματα των μαθητών για τα

ηλεκτρικά κυκλώματα, καθώς επίσης και η εξέλιξη αυτών των επιχειρημάτων κατά την εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι απουσιάζουν έρευνες που να διερευνούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή και το περιεχόμενο των επιστημονικών επιχειρημάτων των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τα ηλεκτρικά κυκλώματα.

## Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον Νόμο του Ohm, η οποία βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Β΄ τάξης του Λυκείου. Ειδικότερα, επιδιώκεται να απαντηθεί το ερώτημα: ποια είναι η συμβολή αυτής της διδακτικής παρέμβασης στη δομή και το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών;

Στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκε να αξιοποιηθεί η μελέτη περίπτωσης και συγκεντρώθηκαν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα. Αρχικά, συγκροτήθηκαν το εκπαιδευτικό υλικό για τον νόμο του Ohm (φύλλα εργασίας) και ένα ερωτηματολόγιο. Στη συνέχεια, οι μαθητές συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο (προ-τεστ), ακολούθησε η εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης και μετά οι μαθητές απάντησαν και πάλι στο ίδιο ερωτηματολόγιο (μετά-τεστ). Μελετήθηκαν τα επιχειρήματα που κατέγραψαν οι μαθητές στα φύλλα εργασίας (κατά τη διδασκαλία) και στα ερωτηματολόγια. Στην έρευνα συμμετείχαν 8 μαθητές της Β΄ τάξης του Λυκείου μιας μικρής νησιωτικής περιοχής.

Για τον σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού ακολουθήθηκε η προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» (Schwarz et al., 2017). Ο όρος «πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής» αναφέρεται στις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες, καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για να εξηγούν τα φαινόμενα, και οι μηχανικοί, καθώς σχεδιάζουν και κατασκευάζουν συστήματα για να επιλύουν προβλήματα (NRC, 2012). Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες έχουν προταθεί οκτώ πρακτικές (NGSS Lead States, 2013): (α) υποβολή ερωτημάτων και καθορισμός προβλημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων, (ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Στη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού αξιοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006), το οποίο αποτελείται από πέντε φάσεις: ενεργοποίηση, διερεύνηση, εξήγηση, εφαρμογή, αξιολόγηση. Οι δραστηριότητες που συγκροτήθηκαν πέραν των γνώσεων ενέπλεκαν τους μαθητές και με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής.

Στη φάση της ενεργοποίησης επιδιώχθηκε μέσα από δύο προβλήματα να αναδειχτούν οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σχέση μεταξύ της τάσης, της αντίστασης και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις μεταξύ τους διαφωνίες. Αρχικά, οι μαθητές απάντησαν ατομικά στις ερωτήσεις. Στη συνέχεια, οι μαθητές συζήτησαν τις απαντήσεις τους

μέσα στην ομάδα τους εντοπίζοντας ομοιότητες και διαφορές και έπειτα από διαπραγματεύσεις κατέληξαν στα ερωτήματα που θα έπρεπε να διερευνηθούν. Διατυπώθηκαν δύο ερωτήματα. Το πρώτο αναφερόταν στο αν η αντίσταση επηρεάζει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ το δεύτερο στο αν η τάση επηρεάζει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Στη φάση της διερεύνησης οι μαθητές σχεδίασαν και πραγματοποίησαν δύο διερευνήσεις προκειμένου να απαντήσουν στα ερωτήματα που είχαν θέσει. Για τη σχεδίαση κάθε διερεύνησης οι μαθητές υποστηρίχθηκαν από ένα φύλλο εργασίας, που τους παρότρυνε να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα, να εκφέρουν υποθέσεις, να εντοπίσουν τις μεταβλητές που υπεισέρχονται στο πρόβλημα που μελετούσαν, να κάνουν έλεγχο των μεταβλητών (αναγνωρίζοντας την ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές ελέγχου και την εξαρτημένη μεταβλητή) και να περιγράψουν τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας. Για την πραγματοποίηση κάθε διερεύνησης δόθηκαν στους μαθητές τα όργανα και τα υλικά, για να διαμορφώσουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα και να προβούν στις μετρήσεις. Με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού οι μαθητές πήραν τις ζητούμενες μετρήσεις και τις κατέγραψαν σε πίνακες. Με τη βοήθεια των πινάκων εξήγαγαν συμπεράσματα.

Στη φάση της εξήγησης αρχικά επιδιώχθηκε οι μαθητές να συγκροτήσουν επιχειρήματα (βασισμένα στα αποδεικτικά στοιχεία που συνέλεξαν από τις διερευνήσεις), ώστε να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους και να καταρρίψουν πιθανούς άλλους ισχυρισμούς. Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός παρουσίασε στους μαθητές τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση) και συζήτησε μαζί τους για την αναγκαιότητα συγκρότησης επιχειρημάτων. Οι μαθητές κλήθηκαν να εντοπίσουν σε δοσμένα επιχειρήματα τα τέσσερα συστατικά στοιχεία τους (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός, αντίκρουση) και με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού συζήτησαν για την επάρκεια καθενός συστατικού στοιχείου. Ακολούθως, οι μαθητές αξιολόγησαν τα επιχειρήματα που είχαν συγκροτήσει με τη βοήθεια φύλλων αυτο-αξιολόγησης, που περιλάμβαναν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων. Οι κλίμακες αυτές αξιολογούν το επίπεδο επάρκειας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων, των συλλογισμών και των αντικρούσεων των επιχειρημάτων.

Στη φάση της εφαρμογής οι μαθητές κλήθηκαν να εφαρμόσουν όσα έμαθαν (αναφορικά με τον νόμο του Ohm και τη δομή ενός επιχειρήματος) σε νέα προβλήματα. Έτσι, ζητήθηκε από τους μαθητές να συγκροτήσουν επιχειρήματα - με τη βοήθεια υποστηρικτικών πλαισίων - που ζητούσαν από τους μαθητές να καταγράψουν χωριστά τα συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων (ισχυρισμό, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό και αντίκρουση). Επίσης, ζητήθηκε από τους μαθητές να αυτο-αξιολογήσουν τα επιχειρήματά τους με κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων και να τα επαναδιατυπώσουν διορθώνοντας τα αδύναμα σημεία τους. Επιπρόσθετα, ζητήθηκε από τους μαθητές να συγκρίνουν δύο επιχειρήματα που είχαν τον ίδιο ισχυρισμό και διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία ή διαφορετικούς συλλογισμούς και να αιτιολογήσουν τις απόψεις τους.

Στη φάση της αξιολόγησης οι μαθητές απάντησαν ξανά στις ερωτήσεις που είχαν διαπραγματευτεί κατά τη φάση της ενεργοποίησης και σύγκριναν τα τελικά με τα αρχικά τους επιχειρήματα με σκοπό να συνειδητοποιήσουν τις αλλαγές που συντελέστηκαν τόσο στη δομή όσο και στο περιεχόμενό τους.

Για τις ανάγκες της έρευνας διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε δύο προβλήματα. Κάθε πρόβλημα περιλάμβανε έναν πίνακα τιμών και ζητούσε από τους μαθητές να απαντήσουν σε μια ερώτηση, να αιτιολογήσουν την απάντησή τους και να αιτιολογήσουν γιατί οποιαδήποτε άλλη απάντηση θα ήταν λανθασμένη. Το πρώτο πρόβλημα παρουσίαζε στους μαθητές έναν πίνακα που περιλάμβανε τις τιμές της τάσης και τις αντίστοιχες τιμές της έντασης του ρεύματος που διαρρέει μια σταθερή αντίσταση. Ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν στο ερώτημα τι επηρεάζει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση. Το δεύτερο πρόβλημα παρουσίαζε έναν πίνακα που περιλάμβανε τις τιμές της αντίστασης και τις αντίστοιχες τιμές της έντασης του ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη εφαρμόζοντας πάντοτε την ίδια σταθερή τάση. Ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν στο ερώτημα τι επηρεάζει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει μια αντίσταση, στην οποία εφαρμόζεται σταθερή τάση.

Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών στο ερωτηματολόγιο πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης καθώς και οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών στα φύλλα εργασίας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

Για την αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών αξιοποιήθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης, στο οποίο αξιολογείται σε επίπεδα διακριτά η ύπαρξη και επάρκεια καθώς επίσης και η καταλληλότητα καθενός από τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

## Αποτελέσματα

Από τη μελέτη των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στα φύλλα εργασίας προέκυψε ότι στις πρώτες δραστηριότητες της παρέμβασης τα επιχειρήματα των περισσότερων μαθητών περιλάμβαναν μόνο ισχυρισμούς. Ένας μικρός αριθμός από τα επιχειρήματα των μαθητών περιλάμβανε και αποδεικτικά στοιχεία, που όμως ήταν ανεπαρκή ή ακατάλληλα. Σπάνια επίσης στα επιχειρήματα των μαθητών συμπεριλαμβανόταν συλλογισμός και αντίκρουση. Για παράδειγμα, ο μαθητής Α πρότεινε το ακόλουθο επιχείρημα: «Αν βάλουμε μια μεγαλύτερη αντίσταση, η ένταση του ρεύματος θα παραμείνει σταθερή». Αναφορικά με τη δομή του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό, αφού απαντά στη συγκεκριμένη ερώτηση, αλλά όσον αφορά το περιεχόμενο ο ισχυρισμός είναι ακατάλληλος, αφού δεν συνάδει με τη σχολική γνώση. Το επιχείρημα αυτό δεν περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό και αντίκρουση.

Στις επόμενες δραστηριότητες διαπιστώθηκε μια σταδιακή βελτίωση των επιχειρημάτων των περισσότερων μαθητών αφού αυτά πέραν των ισχυρισμών περιλάμβαναν κατάλληλα ή και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία καθώς επίσης και συλλογισμούς και αντικρούσεις. Για παράδειγμα, ο μαθητής Α πρότεινε το ακόλουθο επιχείρημα: «Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αυξάνεται, όταν αυξάνεται η τάση που υπάρχει στα άκρα του. Από τις τιμές του πίνακα παρατηρώ ότι όταν η τάση είναι 2V, η ένταση του ρεύματος είναι 0,1A, όταν διπλασιάζουμε την τάση 4V, διπλασιάζεται και η ένταση του ρεύματος 0,2A, ενώ όταν τριπλασιάζουμε την τάση 6V, τριπλασιάζεται και η ένταση του

ρεύματος». Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό («Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αυξάνεται, όταν αυξάνεται η τάση που υπάρχει στα άκρα του»), καθώς επίσης και επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία («Από τις τιμές του πίνακα παρατηρώ, ότι όταν η τάση είναι 2V, η ένταση του ρεύματος είναι 0,1A, όταν διπλασιάζουμε την τάση 4V, διπλασιάζεται και η ένταση του ρεύματος 0,2A, ενώ όταν τριπλασιάζουμε την τάση 6V, τριπλασιάζεται και η ένταση του ρεύματος»). Όμως, δεν περιλαμβάνει συλλογισμό και αντίκρουση.

Από τη μελέτη των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ διαπιστώθηκε βελτίωση τόσο στη δομή όσο και στο περιεχόμενο των αποδεικτικών στοιχείων, των συλλογισμών και των αντικρούσεων των επιχειρημάτων των μαθητών καθώς επίσης και στο περιεχόμενο των ισχυρισμών των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. Πίνακα 1).

Στοιχεία	Επίπεδα	Δομή επιχειρημάτων		Περιεχόμενο επιχειρημάτων	
		Προ-τεστ	Μετά-τεστ	Προ-τεστ	Μετά-τεστ
Ισχυρισμός	0	0	0	6,3	0
	1	6,3	6,3	68,8	43,8
	2	93,8	93,8	25	56,3
Αποδεικτικά στοιχεία	0	31,3	0	75	0
	1	62,5	31,3	25	75
	2	6,3	68,8	0	25
Συλλογισμός	0	75	25	100	43,8
	1	25	50	0	56,3
	2	0	25	0	0
Αντίκρουση	0	100	12,5	100	18,8
	1	0	12,5	0	81,3
	2	0	75	0	0

*Πίνακας 12 Τα ποσοστά των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών αναφορικά με τη δομή και το περιεχόμενό τους στο προ-τεστ και το μετά-τεστ*

## Συμπεράσματα

Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης βελτιώθηκε σταδιακά τόσο η δομή όσο και το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των περισσότερων μαθητών. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε βελτίωση τόσο στη δομή όσο και στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών ανάμεσα στο προ-τεστ και το μετά-τεστ. Συνεπώς, η διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε, συνέβαλε στη βελτίωση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών.

Η παραπάνω διαπίστωση θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης, που εφαρμόστηκε στους μαθητές. Ειδικότερα, στη βελτίωση της δομής των επιχειρημάτων συνέβαλαν οι δραστηριότητες μέσω των οποίων οι μαθητές γνώρισαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός, αντίκρουση), τους εξηγήθηκε η αναγκαιότητα κάθε συστατικού στοιχείου και τους δόθηκαν ευκαιρίες να

εντοπίζουν ισχυρισμούς, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμούς και αντικρούσεις σε κείμενα που μελέτησαν, για να κρίνουν την επάρκεια και την καταλληλότητα κάθε συστατικού στοιχείου. Ερευνητικά δεδομένα αναδεικνύουν ότι τέτοιες δραστηριότητες μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να συγκροτούν επιχειρήματα (McNeill & Krajcik, 2008). Ρόλο στη βελτίωση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών διαδραμάτισαν και οι δραστηριότητες που πρότειναν στους μαθητές να καταγράψουν διακριτά το κάθε συστατικό του επιχειρημάτος τους, να το αυτο-αξιολογήσουν με χρήση ρουμπρικών και να το επαναδιατυπώσουν. Έρευνες έχουν συμπεράνει ότι χρησιμοποιώντας τέτοια υποστηρικτικά πλαίσια οι μαθητές μπορούν να συγκροτήσουν επιχειρήματα βελτιωμένα ως προς την ποιότητά τους (Berland & McNeill, 2010· Klieger & Rochsar, 2017· Lee et al., 2014· McNeill & Krajcik, 2012). Προέκυψε λοιπόν ότι η ρητή διδασκαλία της δομής ενός επιχειρήματος, η παροχή υποστηρικτικών πλαισίων στους μαθητές για την καταγραφή του κάθε συστατικού στοιχείου του και η αυτο-αξιολόγηση του επιχειρήματος με τη χρήση ρουμπρικών συνιστούν διδακτικές στρατηγικές, που μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών. Επίσης, η βελτίωση του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στην τροποποίηση των αντιλήψεων των μαθητών για τον Νόμο του Ohm, που επήλθε μέσω της εφαρμογής του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε. Η προσέγγιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ως πρακτικής μπορεί να συνεισφέρει στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών (Krajcik et al., 2014· NRC, 2012).

Η παρούσα έρευνα υπόκειται σε περιορισμούς που έχουν να κάνουν κυρίως με το περιορισμένο δείγμα των οκτώ μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα. Επιπλέον, περιορισμό αποτελεί και η επικέντρωση της έρευνας σε ένα μόνο θέμα των Φυσικών Επιστημών (τον νόμο του Ohm). Ένας πρόσθετος περιορισμός αυτής της έρευνας είναι ότι σε αυτήν μελετήθηκαν μόνο τα γραπτά και όχι και τα προφορικά επιχειρήματα των μαθητών.

Ωστόσο, επειδή σε αυτή την έρευνα έλαβε μέρος μικρός αριθμός μαθητών, είναι αναγκαίο να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της διδακτικής παρέμβασης σε ένα ευρύτερο δείγμα μαθητών. Η παρούσα εργασία περιορίστηκε μόνο στον νόμο του Ohm. Είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθεί πρόσθετη έρευνα, ώστε να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της διδακτικής προσέγγισης (μάθηση μέσω πρακτικών των ΦΕ και της Μηχανικής) που υιοθετήθηκε στη διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε στους μαθητές και σε άλλες περιοχές των Φυσικών Επιστημών. Επίσης, η παρούσα εργασία εξέτασε την εξέλιξη της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών. Ωστόσο, η ποιότητα ενός γραπτού επιχειρήματος καθορίζεται και από τα γλωσσικά χαρακτηριστικά του (Enderle et al., 2012). Θα μπορούσαν μελλοντικές έρευνες να εστιάσουν στη μελέτη της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων όχι μόνο στη δομή και το περιεχόμενο αλλά και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών (λεξιλόγιο, συντακτικές συμβάσεις). Επιπρόσθετα, η εργασία αυτή μελέτησε την εξέλιξη της δομής και του περιεχομένου μόνο των γραπτών και όχι και των προφορικών επιχειρημάτων των μαθητών. Θα είχε ερευνητικό ενδιαφέρον η πραγματοποίηση ερευνών, οι οποίες θα μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στην εξέλιξη της ποιότητας όχι μόνο των γραπτών αλλά και των προφορικών επιχειρημάτων των μαθητών.

## Βιβλιογραφία

- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9–19.
- Berland, L., & McNeill, K. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765-793. <https://doi.org/10.1002/sce.20402>
- Bravo-Torija, B., Jiménez-Aleixandre, MP. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 619–638. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>
- Cherbow, K., McKinley, M. T., McNeill, K. L., & Lowenhaupt, R. (2020). An analysis of science instruction for the science practices: Examining coherence across system levels and components in current systems of science education in K-8 schools. *Science Education*, 104(3), 446–478. <https://doi.org/10.1002/sce.21573>
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (2001). Models of data: A theory of how people evaluate data. *Cognition and Instruction*, 19(3), 323–393. [https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1903\\_3](https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1903_3)
- Chiu, M.-H., & Lin, J.-W. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 429-464. <https://doi.org/10.1002/tea.20062>
- Enderle, P., Grooms, J., & Williams, K. (2012). The development of science proficiency in high school chemistry students engaged in argument focused instruction. Paper presented at the 2012 international conference of the American Educational Research Association (AERA). Vancouver, BC.
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.995147>
- 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. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)
- Klieger, A., & Rochsar, A. (2017). Impartation of argumentation skills: Impact of scaffolds on the quality of arguments. *Journal of Advances in Education Research*, 2(3), 183-190. <https://doi.org/10.22606/jaer.2017.23006>
- Krajcik, J., 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. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9383-2>
- Lee, E. J., Cite, S., & Hanuscin, D. (2014). Taking the “mystery” out of argumentation: A traditional mystery-powders lesson is modified to emphasize argumentation. *Science and Children*, 52(1), 46-52.
- McNeill, K. L. & Berland, L. (2017). What is (or should be) scientific evidence use in K-12 classrooms? *Journal of Research in Science Teaching*. 54(5), 672-289. <https://doi.org/10.1002/tea.21381>
- McNeill K. L., & Krajcik J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. Lovett & P. Shah (Eds.), *Thinking with Data: The proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition* (pp. 233–265). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78. <https://doi.org/10.1002/tea.20201>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2009). Synergy between teacher practices and curricular scaffolds to support students in using domain-specific and domain-general knowledge in writing arguments to explain phenomena. *Journal of Learning Sciences*, 18(3), 416–460.

- <https://doi.org/10.1080/10508400903013488>
- 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.
- 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.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.  
<https://doi.org/10.17226/13165>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Psillos, D., Koumaras, P., & Valassiades, O. (1987). Pupils' representations of electric current before, during and after instruction on DC circuits. *Research in Science and Technological Education*, 5(2), 185-199. <https://doi.org/10.1080/0263514870050209>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sandoval, W. A., & Cam, A. (2011). Elementary children's judgments of the epistemic status of sources of justification. *Science Education*, 95(3), 383-408.  
<https://doi.org/10.1002/sce.20426>
- Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. J. (Eds.). (2017). *Helping students make sense of the world using Next Generation Science and Engineering Practices*. NSTA Press.
- 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20454>
- Songer, N. B., Kelcey, B., & Gotwals, A. W. (2009). How and when does complex reasoning occur? Empirically driven development of a learning progression focused on complex reasoning about biodiversity. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 610-631.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20313>
- Toulmin, S. (1958). *The use of arguments*. Weinheim, Germany, Beltz.



## Πιλοτική αξιοποίηση επαυξημένων κουίζ αυτοαξιολόγησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της διδακτικής τους: Στάσεις και απόψεις μελλοντικών Νηπιαγωγών

**Άγγελος Σοφιανίδης**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι στάσεις μελλοντικών νηπιαγωγών για την αξιοποίηση εκπαιδευτικών παιχνιδιών με στόχο την αυτοαξιολόγησή τους σε προπτυχιακό μάθημα Φυσικών Επιστημών και της Διδακτικής τους με τη χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και συγκεκριμένα της εφαρμογής Metaverse (GoMeta). Η πιλοτική εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος και τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση σύντομων ερωτηματολογίων κατά την ολοκλήρωση κάθε παιχνιδιού και στο τέλος του εξαμήνου μέσα από ερωτήσεις κλειστού τύπου. Τα αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής δείχνουν ότι οι φοιτητές/φοιτήτριες βρίσκουν ενδιαφέροντα και χρήσιμα αυτά τα παιχνίδια, ενώ τα θεωρούν και βοηθητικά για τη μελέτη και την κατανόηση του αντικειμένου.

**Λέξεις κλειδιά:** επαυξημένη πραγματικότητα, Φοιτητές/φοιτήτριες νηπιαγωγοί, Αυτοαξιολόγηση, Αντιλήψεις των φοιτητών/φοιτητριών, Εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας, Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες

## Piloting self-assessment AR quizzes in Science Education: Student preschool teachers' stances and perceptions

**Angelos Sofianidis**

*Department of Early Childhood Education, University of Western Macedonia*

### Abstract

The study presents the stances of future kindergarten teachers on a series of educational AR games (Metaverse – GoMeta) with a self-assessment purpose. The implementation took place in a course with topics related to notions and phenomena of Science and Didactics of Science. The data were collected through short questionnaires with closed questions at the end of the game and through the students' course evaluation after the final exams. The initial results show that students seem to find these games exciting and useful for their study and understanding of the taught subjects.

**Keywords:** augmented reality, preschool teacher students, self-assessment, students' perceptions, AR experience, science education

## Εισαγωγή

Οι σημερινοί φοιτητές και οι σημερινές φοιτήτριες ανήκουν σε μια γενιά που μεγάλωσε μέσα σε ένα περιβάλλον με συνεχή ενασχόληση με ψηφιακά μέσα και διαδραστικά παιχνίδια από μικρή ηλικία, μια διαδραστική εμπειρία που φαίνεται να αναζητούν και στην εκπαιδευτική διαδικασία και τα μέσα που αξιοποιούνται στη τάξη (Squire et al., 2005, σελ. 34). Η ανάγκη για την αξιοποίηση διαδραστικών πολυτροπικών μέσων (interactive multimodal means) έγινε πιο επιτακτική λόγω της επείγουσας από απόσταση εκπαίδευσης (emergency remote teaching), που επέβαλαν οι συνθήκες πανδημίας του COVID-19. Τα περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας δίνουν τέτοιες δυνατότητες στους/στις εκπαιδευτικούς και φαίνεται να κερδίζουν τόσο το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών όσο και των ερευνητών/ερευνητριών στην εκπαίδευση.

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR – Augmented Reality) μπορεί να οριστεί ως «μια αναδυόμενη μορφή εμπειρίας στην οποία ο πραγματικός κόσμος ενισχύεται από περιεχόμενο που δημιουργείται ψηφιακά, το οποίο συνδέεται με συγκεκριμένες τοποθεσίες ή/και δραστηριότητες. Με απλά λόγια, η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει το ψηφιακό περιεχόμενο να επικαλύπτεται άψογα και να αναμιγνύεται στις αντιλήψεις μας για τον πραγματικό κόσμο» (Yuen et al., 2011, σελ. 119). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τεχνολογίες όπως η επαυξημένη πραγματικότητα μέσω εφαρμογών, παιχνιδιών ή και επαυξημένων βιβλίων μπορούν να προσφέρουν στους/στις εκπαιδευτικούς νέες δυνατότητες και σύγχρονους τρόπους για την ενίσχυση της εμπλοκής των εκπαιδευόμενων (Akçayır & Akçayır, 2017· Chen et al., 2017· Yuen et al., 2011) λόγω του μεγάλου εύρους δυνατοτήτων τους (δισδιάστατες και τρισδιάστατες απεικονίσεις, ήχοι, κείμενο, κτλ.) (McNair & Green, 2016).

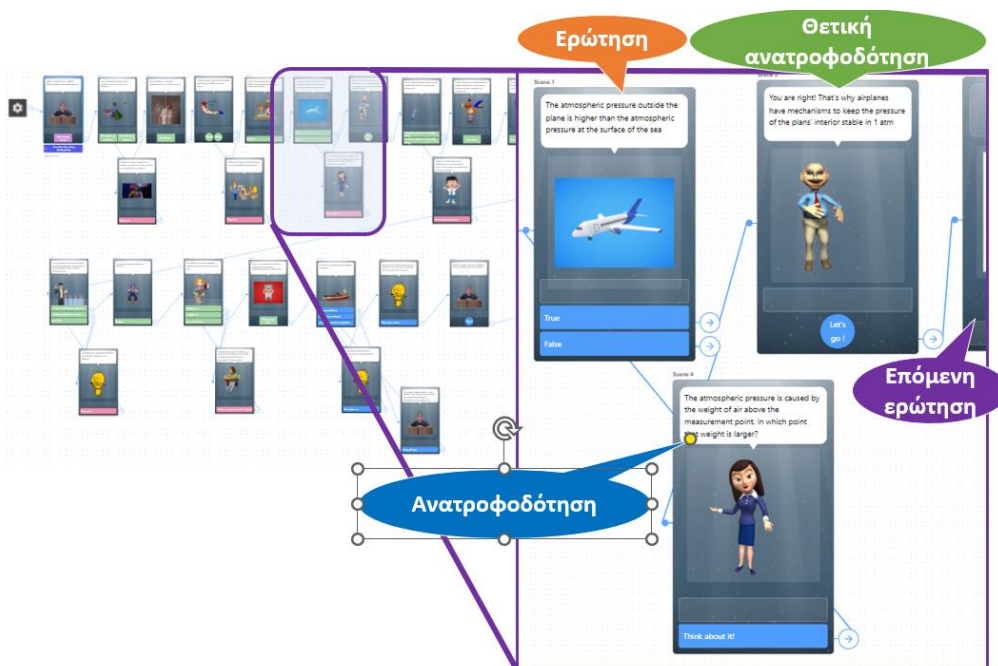
Με βάση το παραπάνω σκεπτικό και επ' αφορμή των αναγκών που η αναγκαστική εξ αποστάσεως διδασκαλία επέφερε, σχεδιάστηκε μια σειρά από διαδραστικά κουίζ στο λογισμικό επαυξημένης πραγματικότητας Metaverse (GoMeta) στο αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών και της διδακτικής τους, που είχαν ως στόχο την αυτο-αξιολόγηση των γνώσεων των φοιτητών και των φοιτητριών. Μέσα από την πιλοτική εφαρμογή τους διερευνήθηκαν στάσεις και απόψεις των πρωτοετών φοιτητών/φοιτητριών Τμήματος Νηπιαγωγών σχετικά με αυτά τα παιχνίδια.

## Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021 (χειμερινό εξάμηνο) στο πλαίσιο μαθήματος Φυσικών Επιστημών και Διδακτικής ΦΕ σε Τμήμα Νηπιαγωγών (Α' εξάμηνο), που πραγματοποιούνταν με επείγουσα από απόσταση διδασκαλία. Τα κουίζ αφορούσαν τρεις ενότητες Φυσικών Επιστημών και τις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών γύρω από αυτές (Metaverse 1,4,5,6) και 2 ενότητες εισαγωγής στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Metaverse 2 & 3).

Για την ανάπτυξη των κουίζ ο συγγραφέας ακολούθησε την ίδια σχεδιαστική προσέγγιση. Αρχικά, ανέλυσε το περιεχόμενο του μαθήματος για να εντοπίσει 10 έως 15 βασικές ιδέες και έννοιες για κάθε μάθημα. Με βάση αυτές τις βασικές ιδέες και έννοιες κατασκευάστηκαν δύο τύποι κλειστών ερωτήσεων με τη μορφή ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και ερωτήσεων τύπου «σωστό ή λάθος».

Σε κάθε ερώτηση, κατασκευάστηκε μια απάντηση που δίνει θετική ανατροφοδότηση στον συμμετέχοντα/συμμετέχουσα για τη σωστή επιλογή, η οποία αποτελείται από μια εμπειριστατωμένη απάντηση στην ερώτηση και ένα κουμπί για τη συνέχιση στην επόμενη ερώτηση. Όταν ο συμμετέχων/συμμετέχουσα επιλέγει μια λανθασμένη απάντηση, βρίσκεται σε έναν βρόγχο που ξεκινά με μια σημείωση ανατροφοδότησης (άλλοτε την ίδια και άλλοτε διαφορετική για κάθε λανθασμένη επιλογή ανάλογα με την περίπτωση) με μια υπόδειξη που αποσκοπεί στο να καθοδηγήσει τον συμμετέχοντα/συμμετέχουσα προς την εύρεση της σωστής απάντησης (χωρίς η καθοδήγηση να προδίδει την απάντηση). Στη συνέχεια, ο συμμετέχων επιστρέφει στην αρχική ερώτηση και δίνει μια νέα απάντηση. Ο βρόγχος σταματά, όταν ο συμμετέχων/συμμετέχουσα επιλέξει τη σωστή απάντηση.



Εικόνα 15 Στιγμιότυπο της δομής από τον χώρο σχεδίασης της εφαρμογής και αναπαράσταση του βρόγχου

Στη συνέχεια, ο συγγραφέας χρησιμοποίησε την πλατφόρμα GoMeta για να δημιουργήσει ένα κουίζ/εμπειρία για κάθε μάθημα. Κάθε εβδομάδα η εικόνα ενεργοποίησης της εμπειρίας/του κουίζ που σχετιζόταν με το μάθημα αποστέλλονταν τρεις ημέρες πριν από το επόμενο μάθημα στους φοιτητές/φοιτήτριες με ανακοίνωση στην πλατφόρμα e-class του μαθήματος. Οι φοιτητές/φοιτήτριες καλούνταν να συμμετάσχουν στο επαυξημένο κουίζ πριν από το επόμενο μάθημα.

Συλλογή δεδομένων: Οι φοιτητές/φοιτήτριες ανώνυμα και προαιρετικά αξιοποιούσαν τα παιχνίδια αυτοαξιολόγησης και μετά την ολοκλήρωση του απαντούσαν σε ένα μικρό ερωτηματολόγιο σχετικά με την εμπειρία τους. Οι ερωτήσεις που καλούνταν να απαντήσουν οι φοιτητές/φοιτήτριες αφορούσαν το

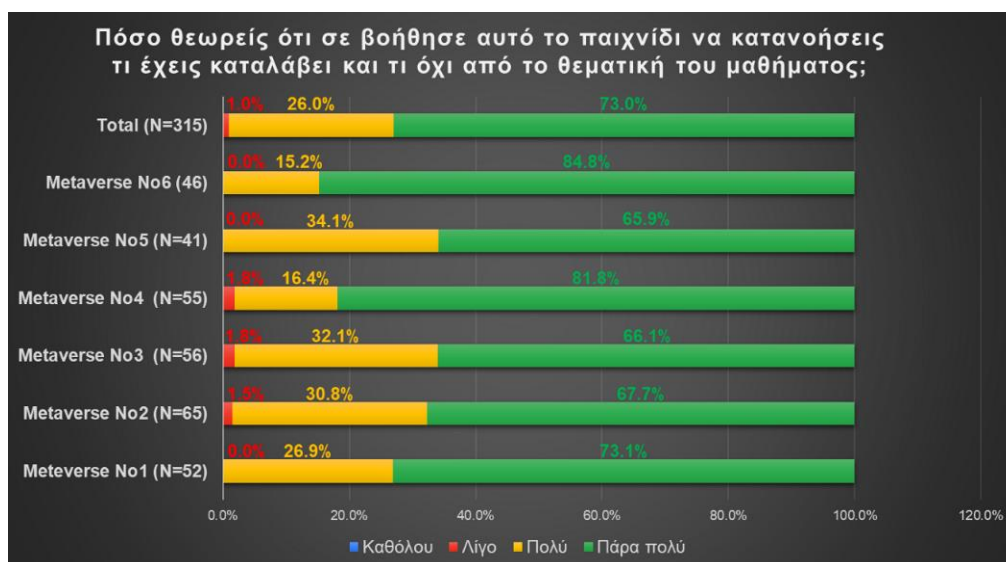
παιχνίδι και ήταν κλειστού τύπου (4-Likert Scale), ενώ διερευνούσαν τις αντιλήψεις τους ως προς το πόσο ενδιαφέρον ήταν, τη χρησιμότητα, πόσο τους βοήθησε αυτό το παιχνίδι να κατανοήσουν τι έχουν καταλάβει και τι όχι από το θέμα που διδάχτηκαν, την προτίμησή τους σε σχέση με ένα πιο στατικό/παραδοσιακό παιχνίδι και τη χρησιμότητα του να είναι διαθέσιμο για την προετοιμασία των εξετάσεων.

Πέρα από τα δεδομένα αυτά, μετά την ολοκλήρωση των εξετάσεων του μαθήματος στο τέλος του εξαμήνου, στο πλαίσιο αξιολόγησης του μαθήματος οι φοιτητές/φοιτήτριες κλήθηκαν να απαντήσουν αν η χρήση των κουίζ αυτοαξιολόγησης τους βοήθησε στην προετοιμασία τους για τις εξετάσεις (κλειστού τύπου, 4-LikertScale, βαθμός συμφωνίας με δήλωση).

Συμμετέχοντες: Ο αριθμός των φοιτητών/φοιτητριών που συμμετείχαν στην έρευνα δεν είναι σταθερός για κάθε παιχνίδι, καθώς η συμμετοχή τους ήταν προαιρετική. Το ποσοστό συμμετοχής στην έρευνα σε σχέση με αυτούς που χρησιμοποιούσαν το παιχνίδι ήταν κατά μέσο όρο περίπου 50% και κυμαίνονταν αριθμητικά από 41 έως 65 φοιτητές/φοιτήτριες. Στην ερώτηση που πραγματοποιήθηκε μετά τις εξετάσεις απάντησαν 163 φοιτητές/φοιτήτριες.

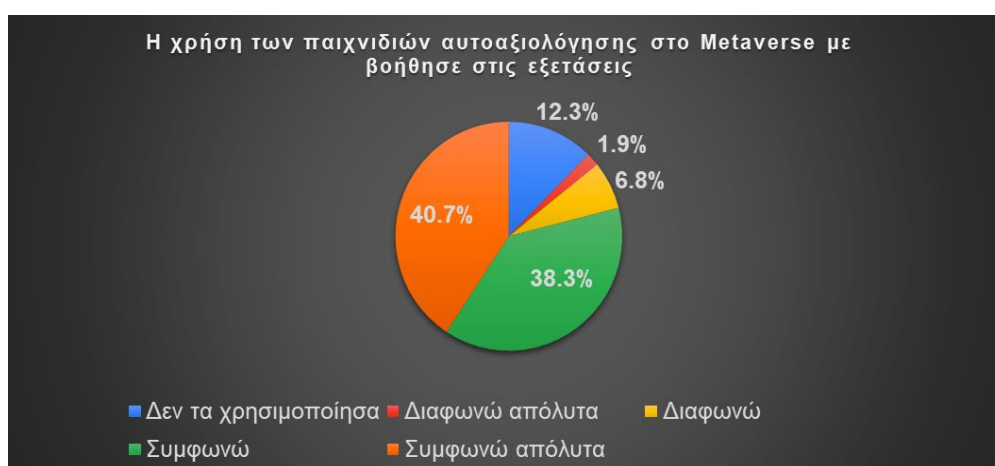
## Αποτελέσματα

Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες που συμμετείχαν στην έρευνα φαίνεται να είχαν μια σταθερά θετική στάση απέναντι στα παιχνίδια αυτοαξιολόγησης. Κατά μέσο όρο (Μ.Ο.) το 70,8% των φοιτητών/φοιτητριών έβρισκε «πάρα πολύ» ενδιαφέρον το παιχνίδι ενώ ένα 27% το έβρισκε πολύ ενδιαφέρον.



Εικόνα 2 Απόψεις των φοιτητών/φοιτητριών σχετικά με τον βαθμό στον οποίο το παιχνίδι τους βοήθησε να κατανοήσουν τι έχουν καταλάβει και τι όχι

Ακόμα, το 73% (Μ.Ο.) των φοιτητών και φοιτητριών θεωρεί ότι το παιχνίδι τους βοήθησε «πάρα πολύ» να κατανοήσουν τι έχουν καταλάβει και τι όχι, ενώ το 26% «πολύ». Συντριπτικά θετικές ήταν και απαντήσεις σχετικά με τη χρησιμότητα του να είναι διαθέσιμα τα παιχνίδια την περίοδο προετοιμασίας για τις εξετάσεις (ΜΟ, Σίγουρα ναι: 85,7%, Μάλλον ναι: 13,7%).



Εικόνα 3 Απόψεις των φοιτητών/φοιτητριών σχετικά με τον βαθμό στον οποίο το παιχνίδι τους βοήθησε στις εξετάσεις

Η χρησιμότητα των παιχνιδιών/κουίζ αυτοαξιολόγησης μπορεί να φανεί και από τις απαντήσεις των φοιτητών/φοιτητριών σε ερώτηση που περιλαμβάνονταν στην αξιολόγηση του μαθήματος. Μια τεράστια πλειοψηφία των φοιτητών/φοιτητριών που συμμετείχαν στην αξιολόγηση του μαθήματος μετά τις εξετάσεις συμφώνησαν απόλυτα (40,7%) ή συμφώνησαν (38,3%) ότι παιχνίδια αυτοαξιολόγησης τους βοήθησαν στις εξετάσεις, ενώ φάνηκε ότι μόλις ένα 12,3% των συμμετεχόντων δεν τα αξιοποίησε καθόλου για την προετοιμασία του.

## Συμπεράσματα

Από τα πρώτα αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής φαίνεται ότι οι φοιτητές/φοιτήτριες δείχνουν μια φανερή προτίμηση στα επαυξημένα κουίζ. Ενδιαφέρον εύρημα είναι ότι τα ποσοστά προτίμησης και ενδιαφέροντος δεν μειώνονταν κατά τη διάρκεια της εφαρμογής, καθώς συνήθιζαν την εφαρμογή. Ακόμα, σε μαθησιακό επίπεδο τα εργαλεία αυτά φάνηκε να υποβοηθούν τόσο τη μελέτη όσο και τα αποτελέσματα των φοιτητών/φοιτητριών. Στην κύρια εφαρμογή των παιχνιδιών αξιολόγησης που ακολούθησε, συλλέχθηκαν τόσο ποιοτικά όσο και λεπτομερή ποσοτικά δεδομένα και αναδείχθηκαν οι παράγοντες που διαμορφώνουν αυτές τις στάσεις και απόψεις των φοιτητών/φοιτητριών (για τα αποτελέσματα βλ. Sofianidis, 2022).

## Βιβλιογραφία

- Akçayir, M., & Akçayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. *Innovations in smart learning*, 13-18.
- McNair, C. L., & Green, M. (2016). Preservice teachers' perceptions of augmented reality. *Literacy Summit Yearbook*, 74, 81.

- Sofianidis, A. (2022). Why Do Students Prefer Augmented Reality: A Mixed-Method Study on Preschool Teacher Students' Perceptions on Self-Assessment AR Quizzes in Science Education. *Education Sciences*, 12(5), 329.
- Squire, K., Giovanetto, L., Devane, B., & Durga, S. (2005). From users to designers: Building a self-organizing game-based learning environment. *TechTrends*, 49(5), 34-42.
- Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 11.

## Αποτίμηση επίδρασης εργαλείου καθοδήγησης για τη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών στις διερευνητικές δεξιότητες προπτυχιακών φοιτητών φυσικής

**Θεόδωρος Καραφυλλίδης, Αναστάσιος Μολοχίδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης**

*Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Η παρούσα μελέτη ερευνά την επίδραση ενός εποικοδομητικού εργαλείου καθοδήγησης για τη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών στις διερευνητικές δεξιότητες των εκπαιδευομένων, στα πλαίσια ενός προπτυχιακού μαθήματος εργαστηριακών ασκήσεων Φυσικής. Στην έρευνα συμμετείχαν 42 προπτυχιακοί φοιτητές, εγγεγραμμένοι σε τέσσερα τμήματα του μαθήματος. Σε δύο από τα τμήματα οι φοιτητές ακολούθησαν το παραδοσιακό πρότυπο εργαστηριακής αναφοράς, ενώ στα υπόλοιπα παρουσιάστηκε και δόθηκε προς χρήση το εργαλείο καθοδήγησης. Με την ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές αξιολογήθηκαν σχετικά με τις διερευνητικές τους δεξιότητες, με τα αποτελέσματα να φανερώνουν πως οι φοιτητές που αξιοποίησαν το εργαλείο καθοδήγησης ανέπτυξαν τις διερευνητικές τους δεξιότητες σε υψηλότερο επίπεδο σε σύγκριση με τους υπόλοιπους φοιτητές.

**Λέξεις κλειδιά:** εργαλείο καθοδήγησης εργαστηριακής αναφοράς, διερευνητικές δεξιότητες

## Investigating the effect of a guidance tool for composing laboratory reports on students' science inquiry skills

**Theodoros Karafyllidis, Anastasios Molohidis, Euripides Hatzikraniotis**

*School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This study investigates the effect of a constructivist guidance tool for composing laboratory reports on students' science inquiry skills, in the context of an undergraduate Physics laboratory course. The research involved 42 undergraduate students enrolled in four of the course's groups. In two of the groups, students followed the traditional format to compose their laboratory reports, while the rest used the guidance tool throughout the course. After completing the course, students were assessed on their science inquiry skills, with the results indicating that those who used the constructivist guidance tool developed their science inquiry skills to a higher level, compared to the ones that used the traditional report format.

**Keywords:** guidance tool for composing laboratory report, science inquiry skills

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η διερεύνηση αποτελεί παγκοσμίως μια από τις κυρίαρχες και πιο ελπιδοφόρες προτάσεις για την εκπαίδευση στις Φυσικές επιστήμες (National Research Council, 2000). Η διερεύνηση, εκτός από την οικοδόμηση γνώσεων, στοχεύει επίσης στην ανάπτυξη επιστημολογικών όψεων, καθώς και στην θεμελίωση όψεων του πειραματισμού (Psillos et al., 2016), δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων έρευνας (Kuhn & Pease, 2008). Στη βάση των δεξιοτήτων που σχετίζονται με τη διερεύνηση έχουν αναπτυχθεί διάφορα πλαίσια ταξινόμησης και αξιολόγησής τους (Lou et al., 2015). Ωστόσο, οι υπάρχουσες μελέτες στον τομέα της αξιολόγησης των δεξιοτήτων αυτών υποδηλώνουν ανεπαρκές επίπεδο ανάπτυξής τους (Beaumont-Walters & Soyibo, 2001).

Από πρακτικής πλευράς, η διερεύνηση συνήθως βρίσκει τον δρόμο της προς τη σχολική αίθουσα μέσω της εργαστηριακής εκπαίδευσης, δεδομένου ότι η ιδιαίτερη συνεισφορά του εργαστηρίου έγκειται στην παροχή ευκαιριών για συμμετοχή σε διαδικασίες έρευνας και διερεύνησης (Hofstein & Lunetta, 2004). Οι μαθησιακοί στόχοι της εργαστηριακής εκπαίδευσης συνήθως ευθυγραμμίζονται σε μεγάλο βαθμό με αυτούς της διερεύνησης (Wenning, 2011), με κύριο κοινό τόπο την ανάπτυξη πρακτικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων έρευνας. Εδώ και αρκετά χρόνια, πλήθος μελετών έχει καταγράψει και ομαδοποιήσει τους στόχους της εργαστηριακής εκπαίδευσης σχετικά με τις πρακτικές και διερευνητικές δεξιότητες (ενδεικτικά: Kirschner & Meester, 1988), ενώ έχουν αναπτυχθεί πλαίσια που συνδέουν τις εργαστηριακές δραστηριότητες με τις αντίστοιχες διερευνητικές δεξιότητες (Ješková et al., 2016).

Ωστόσο, μελέτες που διεξήχθησαν για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της εργαστηριακής εκπαίδευσης στην επίτευξη των γνωστικών, συναισθηματικών και πρακτικών στόχων, καταλήγουν σε αποτυχία εύρεσης σχέσεων μεταξύ εμπειριών στο εργαστήριο και μάθησης (Abdulwahed & Nagy, 2009· Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007) και υποδηλώνουν ένα ανεπαρκές επίπεδο ανάπτυξης των διερευνητικών δεξιοτήτων των εκπαιδευόμενων (Beaumont-Walters & Soyibo, 2001). Αυτό έστρεψε το ενδιαφέρον των ερευνητών στην εύρεση των αδύνατων σημείων της εργαστηριακής εκπαίδευσης με στόχο την αντιμετώπισή τους (Lazarowitz & Tamir, 1994).

Μια από τις σημαντικότερες αδυναμίες της εργαστηριακής εκπαίδευσης υποστηρίζεται πως είναι η ίδια η μορφή των εργαστηριακών δραστηριοτήτων. Τυπικά, οι εκπαιδευτικές εργαστηριακές δραστηριότητες έχουν επιβεβαιωτικό χαρακτήρα (Bruck et al. 2008) και ακολουθούν μια προκαθορισμένη και αυστηρά δομημένη πορεία που απέχει πολύ από τις αυθεντικές ερευνητικές πρακτικές (Tamir, 1977). Σύμφωνα με τον Domin (1999), οι εκπαιδευόμενοι δεν αναστοχάζονται σχετικά με τις ενέργειές τους στο εργαστήριο, με αποτέλεσμα να μην αναπτύσσουν επαρκώς γνωστικές δεξιότητες υψηλού επιπέδου.

Με στόχο την αντιμετώπιση της «τυφλής» διεξαγωγής των εργαστηριακών δραστηριοτήτων από τους εκπαιδευόμενους και την έλλειψη αναστοχασμού σχετικά με την εργαστηριακή τους εμπειρία αναπτύχθηκε από τους Keys et al. (1999) ένα νέο εργαλείο για την προώθηση της μάθησης από εργαστηριακές



δραστηριότητες, γνωστό ως Science Writing Heuristic (SWH). Το εργαλείο έχει σχεδιαστεί για να προωθεί συνδέσεις μεταξύ ερωτημάτων, διαδικασιών, δεδομένων, αποδεικτικών στοιχείων και ισχυρισμών, που μπορεί να μην είναι αρχικά εμφανείς στους εκπαιδευόμενους, ώστε να διευκολύνει την ανάπτυξη των μεταγνωστικών τους δεξιοτήτων. Οι δυνατότητες του εργαλείου έχουν μετέπειτα αξιοποιηθεί για την μετάβαση προς ένα πιο διερευνητικού τύπου εργαστηριακό πρόγραμμα σπουδών (Rudd et al., 2001).

Ένα άλλο πρόβλημα που αναγνωρίζεται στην κριτική μελέτη των Hofstein & Lunetta (1982), έχει να κάνει με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της εργαστηριακής εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, αναφέρεται πως συχνά χρησιμοποιούνται εργαλεία αξιολόγησης τα οποία δεν είχαν σχεδιαστεί ειδικά για το σκοπό αυτό και πως είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν πιο ευαίσθητα μέσα αξιολόγησης, που να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το τι πραγματικά κάνει ο εκπαιδευόμενος στο εργαστήριο και να αποτιμούν την ανάπτυξη ερευνητικών και άλλων δεξιοτήτων που σχετίζονται με αυτό. Πλέον υπάρχει πληθώρα πλαισίων και εργαλείων στη βιβλιογραφία, ειδικά σχεδιασμένα για την κάλυψη των αναγκών αυτών (Ješková et al., 2016· Lou et al., 2015).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η αποτίμηση της επίδρασης ενός εποικοδομητικού εργαλείου καθοδήγησης για τη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών στις διερευνητικές δεξιότητες προπτυχιακών φοιτητών και φοιτητριών, μέσω της επίδοσής τους στις τελικές εξετάσεις ενός προπτυχιακού μαθήματος εργαστηριακών ασκήσεων Γενικής Φυσικής, καθώς και των προσωπικών τους απόψεων για τη συνεισφορά του εργαλείου στις επιδόσεις τους.

## Μεθοδολογία

Η παρούσα μελέτη έγινε στα πλαίσια ενός προπτυχιακού εργαστηριακού μαθήματος Γενικής Φυσικής στο Τμήμα Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κατά τη διάρκεια του εαρινού εξαμήνου της ακαδημαϊκής χρονιάς 2020 – 2021. Το μάθημα είναι διάρκειας ενός εξαμήνου και αποτελεί το πρώτο υποχρεωτικό εργαστηριακό μάθημα πειραματικής Φυσικής, που συναντούν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες κατά τη διάρκεια των σπουδών τους. Κύριοι στόχοι του μαθήματος αποτελούν η εξοικείωση των φοιτητών και φοιτητριών με την πειραματική Φυσική και τη θεωρία σφαλμάτων, καθώς και η ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού και έρευνας. Το μάθημα αποτελείται από τρεις εισαγωγικές και επτά αυτόνομες εργαστηριακές ασκήσεις, όπου οι φοιτητές και οι φοιτήτριες καλούνται να συντάξουν την αντίστοιχη εργαστηριακή αναφορά μετά την ολοκλήρωση της κάθε μιας εργαστηριακής άσκησης.

Στην έρευνα συμμετείχαν 42 προπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες Φυσικής, εγγεγραμμένοι σε τέσσερα, περίπου ισάριθμα, τμήματα του μαθήματος. Σε δύο από τα τμήματα (Πειραματική ομάδα, N=19) παρουσιάστηκε και δόθηκε προς αξιοποίηση ένα εργαλείο καθοδήγησης για τη σύνταξη των σχετικών εργαστηριακών αναφορών. Το εργαλείο αυτό προτρέπει τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να αναφερθούν στις συγκεκριμένες διαδικασίες που ακολούθησαν κατά την ολοκλήρωση των εργαστηριακών ασκήσεων, με στόχο τη βοήθεια σύνδεσης των διαδικασιών αυτών, τόσο μεταξύ τους, όσο και με τις αντίστοιχες ενότητες των

αναφορών. Επιπλέον, συνεισφέρει στην καθοδήγηση της σκέψης τους και τον αναστοχασμό τους με στόχο την κατασκευή νοήματος από την πρακτική τους εργασία (Καραφυλλίδης κ. ά., 2021). Παράλληλα, βασικό στοιχείο της παρέμβασης αποτέλεσε η παροχή συστηματικής διαμορφωτικής ανατροφοδότησης σχετικά με το επίπεδο των εργαστηριακών τους αναφορών. Στα υπόλοιπα δύο τμήματα (Ομάδα ελέγχου, N=23) οι φοιτητές και οι φοιτήτριες συνέταξαν τις αναφορές τους ακολουθώντας το παραδοσιακό υπόδειγμα αναφορών του μαθήματος. Με το πέρας των μαθημάτων οι φοιτητές και οι φοιτήτριες όλων των τμημάτων αξιολογήθηκαν σχετικά με τις διερευνητικές δεξιότητες που ανέπτυξαν κατά τη διάρκεια του εξαμήνου.

Για την αποτίμηση της επιτυχίας και της αποδοχής τόσο του εργαλείου καθοδήγησης, όσο και της συστηματικής ανατροφοδότησης από τους φοιτητές και τις φοιτήτριες, με την ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές και οι φοιτήτριες της ομάδας πειραματισμού συμμετείχαν σε ατομικές συνεντεύξεις διάρκειας περίπου 20 λεπτών. Οι συνεντεύξεις καταγράφηκαν, απομαγνητοφωνήθηκαν και έγινε αναζήτηση σημείων που αναφέρεται ρητά η επίδραση του εργαλείου καθοδήγησης σε συγκεκριμένες διερευνητικές δεξιότητες, καθώς και της διαμορφωτικής ανατροφοδότησης στη γενική επίδοση των φοιτητών.

Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των διερευνητικών δεξιοτήτων ήταν ένα τεστ 10 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση, που βασίζονται στο πλαίσιο των Lou et al. (2015) για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση διερευνητικών δεξιοτήτων στις Φυσικές Επιστήμες. Το πλαίσιο περιλαμβάνει έξι κύριες κατηγορίες δεξιοτήτων (Διατύπωση ερωτήσεων, Σχεδιασμός ερευνών, Υλοποίηση ερευνών, Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, Κατασκευή εξηγήσεων και Επικοινωνία επιχειρημάτων με βάση τα δεδομένα), οι οποίες ειδικεύονται σε υποκατηγορίες και αντιστοιχίζονται με ερωτήσεις, που αποτελούν δείκτες του επιπέδου των διερευνητικών δεξιοτήτων των φοιτητών και φοιτητριών.

Οι απαντήσεις των φοιτητών και φοιτητριών στις ερωτήσεις αξιολογήθηκαν και κωδικοποιήθηκαν με βάση ρουμπρίκας πέντε επιπέδων για κάθε ερώτηση (0: Καμία απάντηση, 0,25: Λάθος απάντηση χωρίς/λάθος αιτιολόγηση, 0,5: Σωστή απάντηση χωρίς/λάθος αιτιολόγηση ή Λάθος απάντηση με σωστή αιτιολόγηση, 0,75: Σωστή απάντηση με ελλιπή αιτιολόγηση, 1: Σωστή απάντηση με πλήρη αιτιολόγηση) και η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το λογισμικό IBM SPSS Statistic 27.

## **Αποτελέσματα**

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται η Μέση τιμή με την αντίστοιχη Τυπική απόκλιση και η Διάμεσος των βαθμολογιών για την Πειραματική και ομάδα Ελέγχου. Όπως φαίνεται η Πειραματική ομάδα πέτυχε συνολικά υψηλότερες βαθμολογίες σε σχέση με την ομάδα Ελέγχου.

	Πειραματική ομάδα (N=19)	Ομάδα Ελέγχου (N=23)
Μέση τιμή	7,500	6,326
Τυπική απόκλιση	0,759	1,409
Διάμεσος	7,750	6,000

Πίνακας 1 Μέσοι όροι και διάμεσοι των 2 ομάδων στο τεστ αξιολόγησης διερευνητικών δεξιοτήτων

Για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας των αποτελεσμάτων ακολούθησε έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των βαθμολογιών των δύο ομάδων με Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk tests. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, οι βαθμολογίες στην Πειραματική ομάδα δεν ακολουθούν ικανοποιητικά την κανονική κατανομή (Sig. <0,05), συνεπώς, η σύγκριση έγινε με μη παραμετρικό έλεγχο των διαμέσων των βαθμολογιών Mann-Whitney U test.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Πειραματική ομάδα	,261	19	,001	,907	19	,064
Ομάδα Ελέγχου	,199	23	,018	,885	23	,012

Πίνακας 2 Έλεγχος κανονικότητας στην κατανομή της βαθμολογίας εξέτασης για τις 2 ομάδες

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, σύμφωνα με τον έλεγχο Mann-Whitney U test μπορούμε να απορρίψουμε τις δυο μηδενικές υποθέσεις πως η κατανομή και οι διάμεσοι των βαθμολογιών των δύο ομάδων είναι ίδιοι μεταξύ τους. Συνεπώς, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες των δύο ομάδων εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις τους σχετικά με τις διερευνητικές δεξιότητες. Από αυτό συνάγεται το συμπέρασμα ότι οι φοιτητές και οι φοιτήτριες που αξιοποίησαν το εργαλείο καθοδήγησης για τη σύνταξη των εργαστηριακών τους αναφορών, ανέπτυξαν τις διερευνητικές τους δεξιότητες σε υψηλότερο επίπεδο σε σχέση με αυτούς που χρησιμοποίησαν το παραδοσιακό υπόδειγμα του εργαστηριακού οδηγού.

Μηδενική υπόθεση	Έλεγχος	Sig.	Απόφαση
Οι διάμεσοι των βαθμολογιών εξέτασης είναι ίδιοι μεταξύ των ομάδων.	Independent-Samples Median Test	,002	Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης
Η κατανομή των βαθμολογιών εξέτασης είναι ίδιοι μεταξύ των ομάδων.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,003	Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης

Πίνακας 3 Μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U test για τις διαμέσους των βαθμολογιών των 2 ομάδων

Παράλληλα, η συνεισφορά του εργαλείου καθοδήγησης στις διερευνητικές δεξιότητες των φοιτητών αναγνωρίζεται και από τους ίδιους, όπως φαίνεται και από τις συνεντεύξεις.

- Φοιτήτρια 1: Απλά όταν μας δώσατε το εργαλείο άρχισα να σκέφτομαι περισσότερο αυτό που είπατε με τις ανεξάρτητες και τις εξαρτημένες μεταβλητές (Σχεδιασμός Ερευνών) και το κατά πόσο είναι σημαντικό να αναφέρονται.

- Φοιτητής 2: *Επίσης με βοήθησε (το εργαλείο) και στην περιγραφή του πειράματος (Σχεδιασμός Ερευνών) ..... αυτό που κατάλαβα είναι ότι πρέπει να κάνεις μια περιγραφή του πειράματος και της εργασίας σου, έτσι ώστε να μπορέσει και ένας ο οποίος δεν έχει παρακολουθήσει το εργαστήριο να καταλάβει τι κάνουμε.*

Επίσης, από τα παρακάτω δύο ενδεικτικά σχόλια, φαίνεται ότι οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αναγνωρίζουν την αξία της ανατροφοδότησης και της επίδρασης που έχει στις επιδόσεις τους:

- Φοιτητής 2: *Μου άρεσε πολύ που αφιερώναμε πολλές ώρες να συζητάμε τις εργασίες μας, τα λάθη μας ..... αν και αυτό ήταν αρκετά κουραστικό και έπαιρνε πολύ ώρα, πιστεύω ότι άξιζε.*
- Φοιτήτρια 3: *Ήταν πολύ βοηθητικό που κάναμε λεπτομερή σχόλια στις αναφορές.... Ήταν πολύ βοηθητικό, ώστε να κάνουμε στη συνέχεια καλύτερες αναφορές και νομίζω πως όλοι μας μετά από κάποιο χρονικό διάστημα κάναμε καλύτερες αναφορές από τις αρχικές και νομίζω αυτό οφείλεται στα σχόλια που μας κάνατε εσείς.*

## Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με στόχο την αποτίμηση της επίδρασης ενός εποικοδομητικού εργαλείου καθοδήγησης για τη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών στις διερευνητικές δεξιότητες προπτυχιακών φοιτητών και φοιτητριών Φυσικής. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν πως οι φοιτητές που αξιοποίησαν το εργαλείο καθοδήγησης ανέπτυξαν τις διερευνητικές τους δεξιότητες σε υψηλότερο επίπεδο σε σχέση με αυτούς που χρησιμοποίησαν το παραδοσιακό υπόδειγμα εργαστηριακών αναφορών του μαθήματος. Τα αποτελέσματα συμβαδίζουν με τα ευρήματα ερευνών που υποστηρίζουν πως η χρήση μη παραδοσιακών τύπων γραφής βοηθούν τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να βελτιώσουν τις ακαδημαϊκές επιδόσεις τους (Hand et al., 2004· Rudd et al., 2007), να κάνουν συνδέσεις μεταξύ ερευνητικών διαδικασιών, αποδεικτικών στοιχείων και ισχυρισμών και να αναστοχαστούν σχετικά με την εμπειρία τους στο εργαστήριο (Keys et al., 1999) το οποίο, σύμφωνα με την θεωρία πειραματικής μάθησης του Kolb (Kolb et al., 2001), αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ουσιαστική μάθηση στο εργαστήριο.

Τα ευρήματα από τις συνεντεύξεις υποδηλώνουν επίσης πως μόνο η χρήση ενός εργαλείου καθοδήγησης ενδεχόμενα δεν είναι αρκετή για τη βελτίωση του γραπτού επιστημονικού λόγου των προπτυχιακών φοιτητών και φοιτητριών. Αντίστοιχα, οι Gragson & Hagen, (2010) και Van Bramer & Bastin (2013) αναφέρουν πως η παροχή καθοδήγησης για τη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών δεν είναι τόσο αποδοτική, αν δεν συνδυάζεται με διαδικασίες επανεξέτασης και αναθεώρησης. Όπως φαίνεται, είναι ο συνδυασμός του εργαλείου καθοδήγησης με τη συστηματική διαμορφωτική ανατροφοδότηση που οδηγεί τους φοιτητές και τις φοιτήτριες σε ουσιαστική βελτίωση των επιδόσεών τους. Παράλληλα, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες φαίνεται πως αναγνωρίζουν την αξία της ανατροφοδότησης και της επίδρασης που έχει στις επιδόσεις τους, όπως αναφέρουν και άλλες έρευνες (Stewart et al., 2016· Walker & Sampson, 2013).

## Βιβλιογραφία

- Καραφυλλίδης, Θ., Μολοχίδης, Α., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2021). Ανάπτυξη και έλεγχος αποδοχής προτύπου εργαστηριακής αναφοράς ως εργαλείου καθοδήγησης προπτυχιακών φοιτητών Φυσικής. Στο Μπράττισης Θ. (επιμ.) Πρακτικά 12ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Φλώρινα (online), 14-16 Μαΐου 2021, σελ. 149, ISBN: 978-618-83186-5-6. [http://etpe2020.web.uowm.gr/wp-content/uploads/2021/07/HCICTE2020\\_total.pdf](http://etpe2020.web.uowm.gr/wp-content/uploads/2021/07/HCICTE2020_total.pdf)
- Abdulwahed, M., & Nagy, Z. K. (2009). Applying Kolb's experiential learning cycle for laboratory education. *Journal of Engineering Education*, 98(3), 283–294. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2009.tb01025.x>
- Beaumont-Walters, Y., & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 133–145. <https://doi.org/10.1080/02635140120087687>
- Bruck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52–58.
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education*, 76(2–4), 543–547. <https://doi.org/10.1021/ed076p543>
- Gragson, D. E., & Hagen, J. P. (2010). Developing technical writing skills in the physical chemistry laboratory: A progressive approach employing peer review. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 62–65. <https://doi.org/10.1021/ed800015t>
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E. M. (2004). Using a Science Writing Heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: Quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131–149. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070252>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217. <https://doi.org/10.3102/00346543052002201>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105–107. <https://doi.org/10.1039/B7RP90003A>
- Ješková, Z., Lukáč, S., Hančová, M., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B., & Kireš, M. (2016). Efficacy of inquiry-based learning in mathematics, physics and informatics in relation to the development of students' inquiry skills. *Journal of Baltic Science Education*, 15(5), 559–574. Retrieved from: [http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol15/559-574.Jeskova\\_JBSE\\_Vol.15\\_No.5.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol15/559-574.Jeskova_JBSE_Vol.15_No.5.pdf)
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065–1084. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199912\)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I)
- Kirschner, P. A., & Meester, M. A. M. (1988). The laboratory in higher science education: Problems, premises and objectives. *Higher Education*, 17(1), 81–98. <https://doi.org/10.1007/BF00130901>
- Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C. (2001). Experiential learning theory: Previous research and new directions. In R. J. Sternberg & L.-f. Zhang (Eds.), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles* (pp. 227–247). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- <https://doi.org/10.4324/9781410605986-9>
- Kuhn, D., & Pease, M. (2008). What needs to develop in the development of inquiry skills? *Cognition and Instruction*, 26(4), 512–559. <https://doi.org/10.1080/07370000802391745>
- Lazarowitz, R., & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science, In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. pp. 94–130. New York: Macmillan. ISBN: 978-0028970059.
- Lou, Y., Blanchard, P., & Kennedy, E. (2015). Development and validation of a science inquiry skills assessment. *Journal of Geoscience Education*, 63(1), 73–75. <https://doi.org/10.5408/14-028.1>
- National Research Council, (2000). *Inquiry and the national science education standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9596>
- Psillos, D., Molohidis, A., Kallery, M., & Hatzikraniotis, E. (2016). The iterative evolution of a teaching-learning sequence on the thermal conductivity of materials. In *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools* (pp. 287–329). [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_11)
- Rudd, J. A., Greenbowe, T. J., & Hand, B. M. (2007). Using the science writing heuristic to improve students' understanding of general equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 84(12), 2007–2011. <https://doi.org/10.1021/ed084p2007>
- Rudd, J. A., Greenbowe, T. J., Hand, B. M., & Legg, M. J. (2001). Using the science writing heuristic to move toward an inquiry-based laboratory curriculum: An example from physical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78(12), 1680. <https://doi.org/10.1021/ed078p1680>
- Stewart, A. F., Williams, A. L., Lofgreen, J. E., Edgar, L. J. G., Hoch, L. B., & Dicks, A. P. (2016). Chemistry writing instruction and training: Implementing a comprehensive approach to improving student communication skills. *Journal of Chemical Education*, 93(1), 86–92. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00373>
- Tamir, P. (1977). How are the laboratories used? *Journal of Research in Science Teaching*, 14(4), 311–316. <https://doi.org/10.1002/tea.3660140408>
- Van Bramer, S. E., & Bastin, L. D. (2013). Using a progressive paper to develop students' writing skills. *Journal of Chemical Education*, 90(6), 745–750. <https://doi.org/10.1021/ed300312q>
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Argument-driven inquiry: Using the laboratory to improve undergraduates' science writing skills through meaningful science writing, peer review, and revision. *Journal of Chemical Education*, 90(10), 1269–1274. <https://doi.org/10.1021/ed300656p>
- Wenning, C. J. (2011). Experimental Inquiry in introductory physics courses. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 6(2), 2–8.

## Αξιολογώντας διαστάσεις της ικανότητας σχεδιασμού πειραμάτων των φοιτητών / μελλοντικών εκπαιδευτικών

**Ιωάννης Λεύκος<sup>1</sup>, Δημήτρης Ψύλλος<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, <sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από μια έρευνα, κατά την οποία γίνεται αξιολόγηση του σχεδιασμού πειραμάτων από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς με χρήση ενός εξειδικευμένου εργαλείου / ρουμπρίκας αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί εμφανίζουν δυσκολίες σε συγκεκριμένες διαστάσεις του σχεδιασμού των πειραμάτων, όπως η έκφραση της υπόθεσης και η διαχείριση των μεταβλητών του πειράματος. Ειδικότερα, η δυσκολία στην έκφραση των υποθέσεων φαίνεται να συνδέεται κυρίως με την αντιμετώπιση αντι-διαισθητικών προβλημάτων, ενώ στη διαχείριση των μεταβλητών με το πλήθος των μεταβλητών του προβλήματος που αντιμετωπίζουν. Τα ευρήματα σχολιάζονται σε σχέση με την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών.

**Λέξεις κλειδιά:** σχεδιασμός πειραμάτων, ρουμπρίκα αξιολόγησης, διαχείριση μεταβλητών, έκφραση υπόθεσης

## Assessing dimensions of students / future teachers' ability to design experiments

**Ioannis Lefkos<sup>1</sup>, Dimitris Psillos<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>University of Macedonia, <sup>2</sup>Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

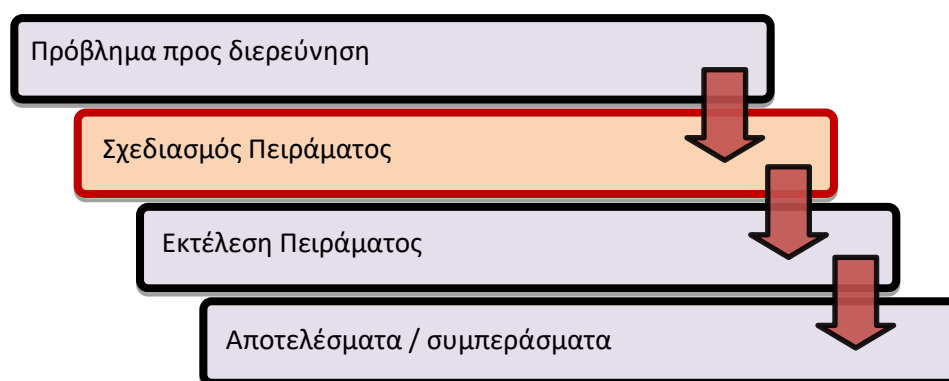
This paper presents the results of a research concerning the evaluation of experiments designed by future teachers, using an assessment rubric. Our findings support that future teachers have difficulties in certain dimensions of the design of experiment, like forming a hypothesis and manipulating the variables of the experiment. Concerning the hypothesis, the difficulties seem to be related to problems that are counter-intuitive, while the difficulties in variable manipulation seem to be related to problems with a larger number of variables. These findings are discussed in terms of future teacher education.

**Keywords:** design of experiments, assessment rubric, control of variables, forming hypothesis

## Εισαγωγή

Παρά το γεγονός ότι οι διερευνητικές προσεγγίσεις θεωρούνται κατάλληλες για την προώθηση όχι μόνο της εννοιολογικής κατανόησης, αλλά και των πειραματικών δεξιοτήτων των μαθητών (Sokołowska, 2018), η εκπαιδευτική κοινότητα φαίνεται ανέτοιμη να την υιοθετήσει (Melville et al., 2013). Σημαντικό ρόλο μπορεί να διαδραματίσει η εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών στο πανεπιστήμιο και η άσκησή τους στον σχεδιασμό διερευνήσεων (Molohidis & Hatzikraniotis, 2018).

Στο επίκεντρο των διερευνήσεων για τις Φυσικές Επιστήμες είναι ο πειραματισμός και ειδικότερα ο σχεδιασμός ενός πειράματος κατάλληλου ώστε να απαντήσει σε κάποιο πρόβλημα, που θεωρείται δεξιότητα σημαντικότερη ακόμη και από την καθαυτή εκτέλεση του πειράματος (Garratt & Tomlinson, 2001). Η φάση του σχεδιασμού ενός πειράματος (plan / design) περιλαμβάνεται σε όλα σχεδόν τα μοντέλα που έχουν προταθεί στην προσπάθεια μοντελοποίησης της πειραματικής διαδικασίας είτε ως ανεξάρτητη είτε ως μέρος κάποιας άλλης φάσης π.χ. της εκτέλεσης του πειράματος (Emden & Sumfleth, 2016).



Εικόνα 16 Ο σχεδιασμός ενός πειράματος ως διακριτή φάση στο πλαίσιο μιας πειραματικής διαδικασίας

Στην παρούσα εργασία θεωρούμε ότι η φάση σχεδιασμού του πειράματος, αποτελεί μια διακριτή φάση ακολουθώντας παρόμοια προτεινόμενα μοντέλα (Kirpnis & Hofstein, 2008). Η θέαση αυτή προσφέρει το πλεονέκτημα της εύκολης και γρήγορης εφαρμογής σχετικών δραστηριοτήτων, ανεξάρτητων από την εκτέλεση του πειράματος.

Η έρευνα έχει δείξει ότι ο σχεδιασμός δεν είναι εύκολη υπόθεση για μαθητές, φοιτητές αλλά και για εκπαιδευτικούς, με ειδικότερες δυσκολίες να έχουν αναφερθεί στον σχηματισμό υποθέσεων και τη διαχείριση των μεταβλητών (Boudreaux et al., 2008· Lawson, 2002· van Riesen et al., 2018). Για την αξιολόγηση του σχεδιασμού πειραμάτων έχουν προταθεί διάφορες μεθοδολογίες, μεταξύ των οποίων και ρουμπρικές, όπως αυτή που χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα (Λεύκος, 2022· Lefkos et al., 2011).

Ο σχεδιασμός ενός πειράματος για την επίλυση ενός δεδομένου προβλήματος, περιλαμβάνει επιμέρους στάδια όπως (α) την έκφραση μιας υπόθεσης για την εξέλιξη του φαινομένου, (β) την αναγνώριση των μεταβλητών που επηρεάζουν το φαινόμενο, (γ) την υιοθέτηση μιας κατάλληλης στρατηγικής



διαχείρισης των μεταβλητών, ώστε τα αποτελέσματα να δίνουν έγκυρα συμπεράσματα, (δ) την επιλογή των απαιτούμενων υλικών / οργάνων / συσκευών που απαιτούνται, (ε) την υιοθέτηση μιας κατάλληλης διαδικασίας λήψης / καταγραφής των μετρήσεων και τέλος (στ) τον καθορισμό των κριτηρίων για την αξιολόγηση των δεδομένων και την εξαγωγή συμπεράσματος (Efstathiou et al., 2018; van Riesen et al., 2018).

Στην εργασία αυτή διερευνώνται οι παράγοντες στους οποίους πιθανώς να οφείλονται οι δυσκολίες που εμφανίζονται στον σχεδιασμό πειραμάτων από φοιτητές μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Ειδικότερα διερευνάται η πιθανή συσχέτιση με τις εναλλακτικές απόψεις των φοιτητών και με την πολυπλοκότητα των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν.

## Μεθοδολογία

Τα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία επιθυμούμε να απαντήσουμε με την έρευνα αυτή είναι τα εξής: (α) Επηρεάζεται η επιτυχία του σχεδιασμού πειραμάτων των φοιτητών από το περιεχόμενο των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν; (β) Ποιοι είναι οι παράγοντες σε ένα πρόβλημα που μπορεί να προκαλέσουν δυσκολία στον σχεδιασμό πειραμάτων των φοιτητών;

Το δείγμα αποτέλεσαν φοιτητές Η' εξαμήνου μελλοντικοί εκπαιδευτικοί που παρακολουθούσαν το μάθημα στο εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2019-2020, επομένως πρόκειται για ένα «βολικό» δείγμα. Συγκεκριμένα συλλέχθηκαν 35 απαντήσεις (Δοκίμιο Α – 13 απαντήσεις, Δοκίμιο Β – 11 απαντήσεις, Δοκίμιο Γ – 11 απαντήσεις). Καθώς οι απαντήσεις συλλέχθηκαν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές για κάθε δοκίμιο, οι συμμετέχοντες φοιτητές μπορεί να είναι ίδιοι ή διαφορετικοί. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος οι φοιτητές έρχονται σε επαφή με βασικές έννοιες των Φυσικών Επιστημών, καθώς και με μεθοδολογικές προσεγγίσεις, όπως ο σχεδιασμός πειραματικών διερευνήσεων, κατά τη διάρκεια των οποίων μελετώνται επιμέρους θέματα, όπως ο σχεδιασμός των πειραμάτων, η διαχείριση των μεταβλητών, η έκφραση και ο έλεγχος των υποθέσεων κ.λπ.

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται εδώ συλλέχθηκαν από τρία (3) διαγνωστικά δοκίμια, τα οποία διατέθηκαν στους φοιτητές πριν από τις σχετικές συζητήσεις σχετικά με τη διεξαγωγή πειραματικών διερευνήσεων, αλλά και των σχετικών εννοιών που εμπλέκονται. Κάθε δοκίμιο είχε τη μορφή ενός Φύλλου Σχεδιασμού Πειράματος, όπου οι φοιτητές αντιμετώπιζαν ένα δεδομένο πρόβλημα (Πίνακας 1), για το οποίο έπρεπε να εκφράσουν μια υπόθεση και στη συνέχεια να περιγράψουν (να σχεδιάσουν) ένα πείραμα, ώστε να ελέγξουν την ορθότητά της.

Τα προβλήματα διατυπώνονται στα δοκίμια με απλά λόγια και είχαν επιλεγεί κατάλληλα, ώστε αφενός να αφορούν θέματα που άπτονται της καθημερινής εμπειρίας των φοιτητών, αφετέρου ο σχεδιασμός των πειραμάτων να είναι εφικτός με αναφορά μόνο σε καθημερινά υλικά (δηλαδή όχι εξειδικευμένα). Για παράδειγμα το Πρόβλημα Α είχε την εξής διατύπωση: «Ο Βασίλης χάρισε στον πατέρα του δυο όμοιες κούπες για τον καφέ του. Μια άσπρη και μια μαύρη. Ποια πιστεύετε ότι είναι προτιμότερο να χρησιμοποιήσει για να κρατήσει τον καφέ ζεστό για περισσότερη ώρα;».

Τα προβλήματα στα οποία κλήθηκαν να απαντήσουν οι φοιτητές επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες της έρευνας, καθώς μας έδωσαν την ευκαιρία να ελέγξουμε τις παραμέτρους που πιθανώς να επηρεάζουν τον επιτυχημένο σχεδιασμό των πειραμάτων. Ειδικότερα τα πειράματα Α & Β, έχουν μια αντι-διαισθητική εξέλιξη, ενώ το πείραμα Γ έχει διαισθητική εξέλιξη. Επιπλέον, τα πειράματα Β & Γ έχουν μικρό αριθμό μεταβλητών που χρειάζεται να διαχειριστούν οι φοιτητές, ενώ το πείραμα Α έχει μεγάλο αριθμό μεταβλητών (Πίνακας 1).

Διαγνωστικό Δοκίμιο	Πρόβλημα σχεδιασμού πειράματος	Χαρακτηριστικά
Δοκίμιο Α: Θερμική ακτινοβολία	Πρόβλημα Α: Η επίδραση του χρώματος (άσπρο/μαύρο) στην εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας	Αντι-διαισθητική εξέλιξη Πολλές μεταβλητές
Δοκίμιο Β: Υδατικό διάλυμα άλατος	Πρόβλημα Β: Η επίδραση της θερμοκρασίας του νερού (ζεστό/κρύο) στη διάλυση του μαγειρικού αλατιού	Αντι-διαισθητική εξέλιξη Λίγες μεταβλητές
Δοκίμιο Γ: Υδατικό διάλυμα ζάχαρης	Πρόβλημα Γ: Η επίδραση της θερμοκρασίας του νερού (ζεστό/κρύο) στη διάλυση της ζάχαρης	Διαισθητική εξέλιξη Λίγες μεταβλητές

Πίνακας 13 Τα προβλήματα που αντιστοιχούν σε κάθε ένα από τα διαγνωστικά δοκίμια

Για την αξιολόγηση/βαθμολόγηση του σχεδιασμού των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε μια ειδικά κατασκευασμένη ρουμπρίκα, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλες παρόμοιες έρευνες σε μαθητές Δημοτικού & Γυμνασίου (Λεύκος & Ψύλλος, 2015· Lefkos et al., 2011) με κάποια μικρή παραλλαγή και προσαρμογή στις συνθήκες (ηλικία συμμετεχόντων) της συγκεκριμένης έρευνας διατηρώντας όμως τη γενική της φιλοσοφία. Σύμφωνα με τη ρουμπρίκα, ο σχεδιασμός ενός πειράματος βαθμολογείται αναφορικά με 6 διαστάσεις και 3 επίπεδα επιτυχίας για κάθε διάσταση, σε κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχούν 1-3 βαθμοί.

Κατά συνέπεια, κάθε διάσταση μπορεί να λάβει το ελάχιστο έναν (1) βαθμό από κάθε συμμετέχοντα (π.χ. στο Δοκίμιο Α με 13 συμμετέχοντες το ελάχιστο είναι  $13 \times 1 = 13$  βαθμοί) και το μέγιστο έως 3 βαθμούς από κάθε συμμετέχοντα (π.χ. στο Πείραμα Α το μέγιστο είναι  $13 \times 3 = 39$  βαθμοί). Για κάθε διάσταση υπολογίζεται έτσι το άθροισμα της βαθμολογίας, ενώ προκειμένου να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ των πειραμάτων, οι βαθμολογίες μετατράπηκαν στη συνέχεια σε ποσοστά (%). Διαστάσεις που λαμβάνουν χαμηλή βαθμολογία σημαίνει ότι εμφανίζουν μεγαλύτερη δυσκολία για τους συμμετέχοντες.

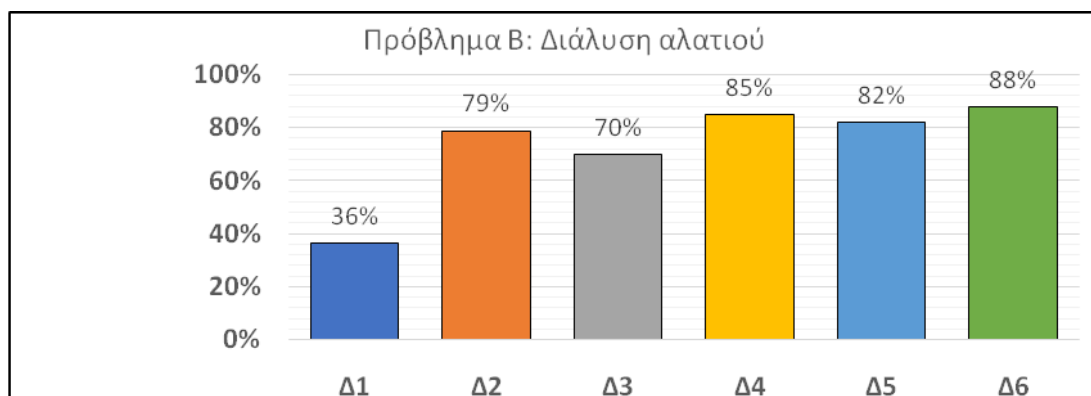
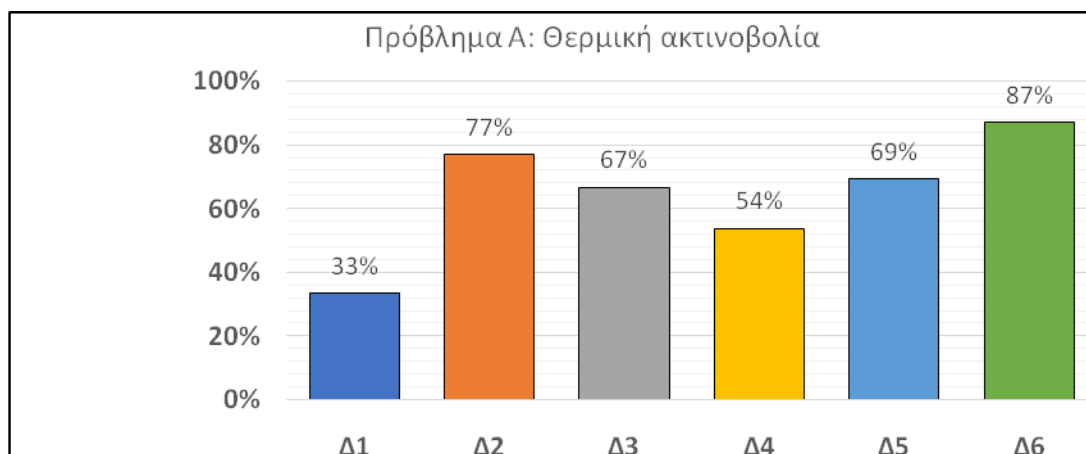
Για την κατάταξη των απαντήσεων που δίνουν οι συμμετέχοντες στα επίπεδα επιτυχίας για κάθε μια από τις διαστάσεις, χρησιμοποιείται η μεθοδολογία της ανάλυσης περιεχομένου. Ο ερευνητής μπορεί να διαμορφώσει και να προσαρμόσει τα κριτήρια ένταξης στα επίπεδα επιτυχίας της κάθε διάστασης της ρουμπρίκας,

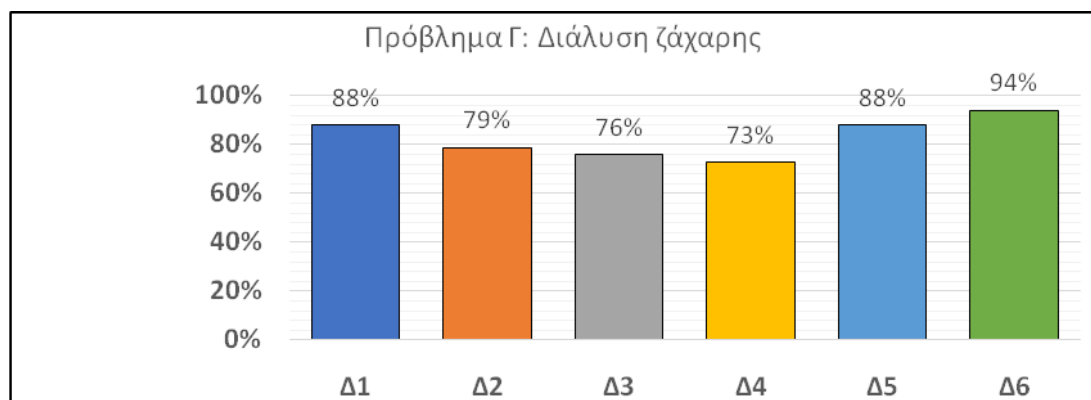
ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των κάθε φορά συμμετεχόντων (π.χ. μαθητές, φοιτητές, εκπαιδευτικοί).

Οι έξι (6) διαστάσεις του σχεδιασμού πειράματος που βαθμολογούνται με βάση τη ρουμπρίκα αξιολόγησης, είναι οι παρακάτω: (Δ1) Διατύπωση υπόθεσης / αιτιολόγηση, (Δ2) Προσδιορισμός τρόπου επαλήθευσης / εξαγωγής συμπεράσματος, (Δ3) Αναφορά απαιτούμενων υλικών, οργάνων & συσκευών, (Δ4) Προσδιορισμός εξαρτημένων / ανεξάρτητων μεταβλητών, (Δ5) Καθορισμός αρχικών συνθηκών / ρυθμίσεις συσκευών και (Δ6) - Περιγραφή διαδικασίας πειραματισμού / λήψης μετρήσεων / καταγραφής δεδομένων.

## Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα από τη βαθμολόγηση των επιμέρους διαστάσεων των σχεδιασμών πειραμάτων (σε ποσοστό %) για κάθε πρόβλημα, παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.





Εικόνα 2 Τα σκορ επιτυχίας από τη βαθμολόγηση των επιμέρους διαστάσεων σχεδιασμού πειράματος για τα προβλήματα Α-Γ των διαγνωστικών δοκιμών

Ως μια γενική εικόνα, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι μεταξύ των προβλημάτων υπάρχουν ομοιότητες και διαφοροποιήσεις. Ειδικότερα επισημαίνουμε την ομοιότητα στη Δ1 στα προβλήματα Α & Β με αντίστοιχη διαφοροποίηση από το πρόβλημα Γ και την ομοιότητα στη Δ4 μεταξύ των προβλημάτων Β & Γ, με αντίστοιχη διαφοροποίηση του προβλήματος Α.

Χρησιμοποιώντας το τεστ Pearson διερευνήσαμε στατιστικά τις συσχετίσεις των διαστάσεων Δ1 και Δ4 με τα περιεχόμενα των προβλημάτων και ειδικότερα (α) κατά πόσο ένα πρόβλημα έχει διαισθητική ή αντι-διαισθητική εξέλιξη, και (β) κατά πόσο ένα πρόβλημα απαιτεί τη διαχείριση μικρού ή μεγάλου αριθμό μεταβλητών. Πράγματι, διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού επιτυχίας της διάστασης Δ1 και της διαισθητικής εξέλιξης του προβλήματος ( $r(33) = .920, p < .001$ ). Επίσης, διαπιστώθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της διάστασης Δ4 και του πλήθους των μεταβλητών του προβλήματος ( $r(33) = -.494, p = .003$ ).

Κατά συνέπεια, αναφορικά με τα ερευνητικά μας ερωτήματα, τα δεδομένα μας επιβεβαιώνουν ότι (α) το περιεχόμενο των προβλημάτων επηρεάζει την επιτυχία του σχεδιασμού πειραμάτων των φοιτητών και (β) οι παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν δυσκολία είναι η μη-διαισθητική εξέλιξη των προβλημάτων και η ανάγκη διαχείρισης πολλών μεταβλητών.

## Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή και με χρήση διαγνωστικών δοκιμών διαπιστώθηκε η δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές μελλοντικοί εκπαιδευτικοί στον σχεδιασμό πειραμάτων και ιδιαίτερα στην έκφραση υποθέσεων και τη διαχείριση των μεταβλητών. Κατά συνέπεια προκύπτει η αναγκαιότητα για την ενίσχυσή τους τόσο σε επίπεδο εννοιών όσο και μεθοδολογίας.

Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες που αναφέρουν τις αντίστοιχες δυσκολίες στον σχεδιασμό πειραμάτων (Λεύκος, 2022· Boudreaux et al., 2008· Lawson, 2002) από φοιτητές και εκπαιδευτικούς. Θεωρούμε σημαντικό το γεγονός ότι με την έρευνά μας μπορέσαμε να εντοπίσουμε τους παράγοντες δυσκολίας και κατά συνέπεια να κατευθύνουμε προς τα εκεί τις προσπάθειές μας για την αντιμετώπισή τους.

Οι δραστηριότητες σχεδιασμού πειραμάτων μπορούν να ενταχθούν στο ευρύτερο πλαίσιο των διερευνητικών προσεγγίσεων και ως εκ τούτου να συμβάλλουν στην ευρύτερη αποδοχή και αξιοποίησή τους, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν επιφυλάξεις για την υλοποίησή τους (Melville et al., 2013), επικαλούμενοι τις ελλείψεις εργαστηριακό εξοπλισμό ή το γεγονός ότι απαιτούν περισσότερο χρόνο υλοποίησης (Ha & Kim, 2020).

Προς την κατεύθυνση αυτή, θεωρούμε ότι οι δραστηριότητες σχεδιασμού πειραμάτων και η αντιμετώπισή τους ως μια διαδικασία διακριτή από την εκτέλεση των πειραμάτων, μπορούν να προσφέρουν πλεονεκτήματα ως προς την ευκολία υλοποίησής τους σε σύντομο χρόνο και χωρίς την απαίτηση εργαστηριακού εξοπλισμού.

Τέλος, ένα επιπλέον πλεονέκτημα θεωρούμε ότι προσφέρει και η ευκολία της αξιολόγησης των σχεδιασμών πειραμάτων που παρέχει η χρήση μιας ρουμπρίκας σαν αυτή της παρούσας εργασίας, με την οποία οι εκπαιδευτές μπορούν να διαγνώσουν τις πιθανές δυσκολίες και να σχεδιάσουν τον τρόπο αντιμετώπισής τους.

## Βιβλιογραφία

- Λεύκος, Ι. (2022). Διερεύνηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί στο σχεδιασμό πειραμάτων, με χρήση ρουμπρίκας. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 84,85-104. <http://www.lib.uoi.gr/serp/>
- Λεύκος, Ι., & Ψύλλος, Δ. (2015). Διερευνώντας διαστάσεις της ικανότητας πειραματισμού, μαθητών του Δημοτικού Σχολείου. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, & Μ. Καλλέρη (Επ.), *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φ. Ε. & Ν. Τ. στην Εκπαίδευση* (σ. 908–914). ΠΤΔΕ-ΑΠΘ
- Boudreaux, A., Shaffer, P. S., Heron, P. R. L., & McDermott, L. C. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76(2), 163–170. <https://doi.org/10.1119/1.2805235>
- Emden, M., & Sumfleth, E. (2016). Assessing Students' Experimentation Processes in Guided Inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 29–54. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9564-7>
- Garratt, J., & Tomlinson, J. (2001). Experimental design—can it be taught or learned. *University Chemistry Education*, 5, 74–79.
- Ha, S., & Kim, M. (2020). Challenges of designing and carrying out laboratory experiments about Newton's second law: The case of Korean gifted students. *Science and Education*, 29(5), 1389–1416. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00155-1>
- Kipnis, M., & Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 601–627. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9066-y>
- Lawson, A. E. (2002). Sound and faulty arguments generated by preservice biology teachers when testing hypotheses involving unobservable entities. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 237–252. <https://doi.org/10.1002/tea.10019>
- Lefkos, I., Psillos, D., & Hatzikraniotis, E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment. *Research in Science & Technological Education*, 29(2), 189–204. <https://doi.org/10.1080/02635143.2010.533266>
- Melville, W., Bartley, A., & Fazio, X. (2013). Scaffolding the Inquiry Continuum and the

- Constitution of Identity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(5), 1255–1273. <https://doi.org/10.1007/s10763-012-9375-7>
- Molohidis, A., & Hatzikraniotis, E. (2018). Introducing Preservice Science Teachers in the Development of Inquiry-Based Activities. In *The Role of Laboratory Work in Improving Physics Teaching and Learning* (pp. 131–143). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96184-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96184-2_11)
- Sokołowska, D. (2018). Effectiveness of Learning Through Guided Inquiry. In *The Role of Laboratory Work in Improving Physics Teaching and Learning* (pp. 243–255). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96184-2\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96184-2_20)
- van Riesen, S., Gijlers, H., Anjewierden, A., & de Jong, T. (2018). Supporting learners' experiment design. *Educational Technology Research and Development*, 66(2), 475–491. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9568-4>

## Οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών στα μαθησιακά αντικείμενα Φυσικών Επιστημών του Πανελληνίου Ψηφιακού Αποθετηρίου Εκπαιδευτικού Περιεχομένου

**Ανδριανή Σιδέρη<sup>1</sup>, Μιχαήλ Σκουμιός<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

### Περίληψη

Οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η εργασία αυτή επιδιώκει τη διερεύνηση της εμπλοκής των δεξιοτήτων αυτών στα μαθησιακά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, που περιλαμβάνονται στο Πανελλήνιο Ψηφιακό Αποθετήριο Εκπαιδευτικού Περιεχομένου και προορίζονται για μαθητές του δημοτικού σχολείου. Αναλύθηκαν 64 μαθησιακά αντικείμενα και προέκυψε ότι σε αυτά εμπλέκονται κυρίως οι δεξιότητες της παρατήρησης και της επικοινωνίας, ενώ η εμπλοκή των υπόλοιπων δεξιοτήτων είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Συνεπώς, μέσω των μαθησιακών αντικειμένων δεν παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εξοικειωθούν επαρκώς με τη χρήση όλων των δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών, ώστε να κατανοήσουν τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών.

**Λέξεις κλειδιά:** δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών, μαθησιακά αντικείμενα, εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες

## Science process skills in the science learning objects included in the Greek National Digital Learning Object Repository

**Andriani Sideri<sup>1</sup>, Michael Skoumios<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Primary Education, <sup>2</sup>University of the Aegean*

### Abstract

Science process skills hold a prominent role in science education. The present study seeks to examine the involvement of science process skills in the science learning objects included in the Greek National Digital Learning Object Repository, aimed at primary school students. A total of 64 learning objects were analyzed, concluding that these mainly involve the skills of observing and communicating, while the involvement of the remaining science process skills is particularly limited. Consequently, students are not provided with opportunities to sufficiently familiarize themselves with the use of all science process skills in order to better understand science concepts through the learning objects.

**Keywords:** science process skills, learning objects, science education

## Εισαγωγή

Με στόχο τη βελτίωση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, ερευνητικές προσπάθειες έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους όχι μόνο στις γνώσεις που οικοδομούν οι μαθητές, αλλά και στις δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών που αναπτύσσουν (Kruit et al., 2018a). Θεωρείται σημαντική η έρευνα για τις δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών, αφού έχει υποστηριχθεί ότι η κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών εδράζεται στην εμπλοκή των μαθητών με δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών (Bell et al., 2012· OECD, 2017· Prayitno et al., 2017). Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων θεωρείται ότι είναι αναγκαία για όλους τους πολίτες. Οι πολίτες μέσω της χρήσης αυτών των δεξιοτήτων θα μπορούν να αντιλαμβάνονται καλύτερα τις επιστημονικές εξελίξεις και να λαμβάνουν αποφάσεις για θέματα που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες (Yang et al., 2019).

Ο όρος «δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών» αναφέρεται στις κύριες δεξιότητες που επιστρατεύονται από τους επιστήμονες, όταν ασχολούνται με επιστημονικές διερευνήσεις, προκειμένου να συγκροτήσουν εξηγήσεις για τον φυσικό κόσμο (Kruit et al., 2018b). Έχουν ταξινομηθεί από ερευνητές σε δύο κατηγορίες, τις βασικές και τις σύνθετες, με τις πρώτες να θεωρούνται, όπως καταδεικνύει ο όρος, ως θεμέλιο για την οικοδόμηση των δεύτερων (Chabalengula et al., 2012). Άλλοι ερευνητές, ωστόσο, ενσωματώνουν τις δύο κατηγορίες σε ένα ενιαίο σύνολο δεξιοτήτων, στις οποίες περιλαμβάνονται οι ακόλουθες: παρατήρηση, συμπερασμός, μέτρηση, επικοινωνία, ταξινόμηση, πρόβλεψη, έλεγχος μεταβλητών, λειτουργικοί ορισμοί, διαμόρφωση υποθέσεων, ερμηνεία δεδομένων, διατύπωση ερωτήσεων και διαμόρφωση μοντέλων (Yang et al., 2019). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών με συνοπτική περιγραφή.

Η ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων δεν είναι αναγκαία μόνο για τους μαθητές που θα ακολουθήσουν ένα επάγγελμα που σχετίζεται με Φυσικές Επιστήμες αλλά για όλους τους πολίτες (Cakir & Sarikaya, 2010· Maranan, 2017). Οι πολίτες μέσω της χρήσης αυτών των δεξιοτήτων θα μπορούν να αντιλαμβάνονται τις επιστημονικές εξελίξεις και να λαμβάνουν αποφάσεις για θέματα που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες (Miles, 2010).

Τα αποτελέσματα των ερευνών που σχετίζονται με τις δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών, καταδεικνύουν ότι η ανάπτυξή τους από τους μαθητές βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με την επιστημονική τους καλλιέργεια, καθώς και με την ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, ενώ παράλληλα συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της απόδοσής τους τόσο στα μαθήματα αυτά όσο και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα (Maranan, 2017· Prayitno et al., 2017· Zeidan & Jayosi, 2015).

Η μαθησιακή διαδικασία διαμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό από το εκπαιδευτικό υλικό που οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές χρησιμοποιούν και γι' αυτό τον λόγο η ανάλυσή του έχει αποτελέσει αντικείμενο ερευνών. Το έντυπο εκπαιδευτικό υλικό κυριαρχεί στη διδακτική πράξη, με το σχολικό εγχειρίδιο να αποτελεί συχνά το αποκλειστικό μέσο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο (McDonald, 2016). Όμως, τα τελευταία χρόνια λόγω της ανάπτυξης των ψηφιακών τεχνολογιών κερδίζει έδαφος η χρήση των μαθησιακών αντικειμένων. Ως



μαθησιακό αντικείμενο ορίζεται μια αυτόνομη και ανεξάρτητη μονάδα εκπαιδευτικού περιεχομένου, η οποία συνδέεται με ένα ή περισσότερα μαθησιακά αποτελέσματα και έχει εξαρχής αναπτυχθεί, ώστε να παρέχει τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης σε διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια (Chiappe et al., 2007).

<b>Δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών</b>	<b>Περιγραφή</b>
Παρατήρηση	Χρήση των αισθήσεων για τη συλλογή πληροφοριών για ένα αντικείμενο ή γεγονός
Συμπερασμός	Εκφορά μιας βάσιμης άποψης για ένα αντικείμενο ή γεγονός που βασίζεται σε δεδομένα ή πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί προγενέστερα
Μέτρηση	Χρήση τυπικών ή άτυπων μονάδων μέτρησης για τη μέτρηση των διαστάσεων ενός αντικειμένου ή φαινομένου
Επικοινωνία	Χρήση του λόγου ή άλλου κώδικα ή συμβόλων για την περιγραφή μιας δράσης, ενός αντικειμένου ή φαινομένου
Ταξινόμηση	Ομαδοποίηση ή κατάταξη αντικειμένων ή γεγονότων βάσει ιδιοτήτων ή άλλων κριτηρίων
Πρόβλεψη	Εκφορά ενός αποτελέσματος για ένα μελλοντικό γεγονός που βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία
Έλεγχος μεταβλητών	Αναγνώριση των μεταβλητών που μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα ενός πειράματος, αλλάζοντας μόνο την ανεξάρτητη μεταβλητή και κρατώντας τις υπόλοιπες σταθερές
Διατύπωση λειτουργικών ορισμών	Περιγραφή του τρόπου με τον οποίο μετράται μια μεταβλητή σε ένα πείραμα
Διαμόρφωση υποθέσεων	Διατύπωση της πιθανής έκβασης ενός πειράματος
Ερμηνεία δεδομένων	Οργάνωση των δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων από αυτά
Διατύπωση ερωτήσεων	Διατύπωση της κατάλληλης ερευνητικής ερώτησης
Διαμόρφωση μοντέλων	Δημιουργία ενός φυσικού ή νοητού μοντέλου μιας διαδικασίας ή ενός φαινομένου

*Πίνακας 1 Οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών και η περιγραφή τους (Yang et al., 2019)*

Επειδή οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των μαθητών, είναι αναγκαίο να εξεταστεί αν το εκπαιδευτικό υλικό των Φυσικών Επιστημών παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να αναπτύξουν αυτές τις δεξιότητες. Προς αυτή την κατεύθυνση έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που έχουν εστιάσει στην ανάλυση σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών ως προς τις δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών που υπεισέρχονται σε αυτά (ενδεικτικά: Aldahmash et al., 2016· Yang et al., 2019). Προέκυψε ότι τα σχολικά εγχειρίδια Ιρλανδίας, Τουρκίας και Σαουδικής Αραβίας δεν περιλάμβαναν σε ικανοποιητικό βαθμό χαρακτηριστικά των διερευνητικών

διαδικασιών (Aldahmash et al., 2016· Dunne et al., 2013· Kahveci, 2010). Οι Yang et al. (2019) ανέλυσαν σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας της Κίνας και διαπίστωσαν ότι ορισμένες μόνο δραστηριότητές τους παρείχαν σε ικανοποιητικό βαθμό ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με διερευνητικές διαδικασίες και να αναπτύξουν ορισμένες μόνο δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών.

Η έρευνα αυτή, ωστόσο, έχει εστιαστεί αποκλειστικά στα σχολικά εγχειρίδια. Απουσιάζουν έρευνες που να διερευνούν τον βαθμό στον οποίο τα μαθησιακά αντικείμενα παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών. Με δεδομένη τη διαρκώς αυξανόμενη χρήση των μαθησιακών αντικειμένων από τους μαθητές αναδύεται η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας.

## Μεθοδολογία

Η εργασία αυτή στοχεύει να διερευνήσει αν και σε ποιο βαθμό τα μαθησιακά αντικείμενα εμπλέκουν δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών. Ειδικότερα, επιδιώκεται να απαντηθεί το ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: εμπλέκονται και σε ποιο βαθμό οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών στα μαθησιακά αντικείμενα Φυσικών Επιστημών, που περιλαμβάνονται στο Πανελλήνιο Ψηφιακό Αποθετήριο Εκπαιδευτικού Περιεχομένου («Φωτόδεντρο») και απευθύνονται σε μαθητές του δημοτικού σχολείου;

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της ανάλυσης περιεχομένου, θεωρώντας ως μονάδα ανάλυσης κάθε ένα από τα μαθησιακά αντικείμενα Φυσικών Επιστημών, που περιλαμβάνονται στο «Φωτόδεντρο» και απευθύνονται σε μαθητές δημοτικού. Εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν 64 μαθησιακά αντικείμενα. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο ανάλυσης ITAI (Inquiry-based Task Analysis Inventory) (Yang & Liu, 2016). Το πλαίσιο αυτό αναπτύχθηκε για να εξετάσει την εμπλοκή δώδεκα δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών σε δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών (βλ. Παράρτημα).

Κάθε μαθησιακό αντικείμενο εξετάστηκε ως προς την εμπλοκή κάθε μίας από τις δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών σε αυτό με βάση το πλαίσιο ανάλυσης ITAI. Ειδικότερα, όταν διαπιστωνόταν εμπλοκή μιας δεξιότητας επιστημονικών διαδικασιών στο υπό ανάλυση μαθησιακό αντικείμενο, αποδιδόταν η τιμή ΝΑΙ, ενώ σε αντίθετη περίπτωση αποδιδόταν η τιμή ΟΧΙ.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές, οι οποίοι εργάστηκαν ανεξάρτητα. Εξέτασαν κάθε μαθησιακό αντικείμενο καθορίζοντας το αν εμπλέκεται ή όχι κάθε δεξιότητα σε αυτήν και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο βαθμός συμφωνίας των αποτελεσμάτων τους. Οι διαφωνίες ανάμεσα στους ερευνητές επιλύθηκαν μέσω συζήτησης.

## Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών που εμπλέκονται στα μαθησιακά αντικείμενα που αναλύθηκαν.

Από τον Πίνακα 2 διαπιστώνεται ότι οι δεξιότητες της επικοινωνίας και της παρατήρησης εμπλέκονται σε υψηλό βαθμό στα μαθησιακά αντικείμενα, ενώ είναι περιορισμένη έως σπάνια η εμφάνιση των υπολοίπων δεξιοτήτων σε αυτά.

Δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών	Συχνότητες	Ποσοστά
Παρατήρηση	56	87,5
Συμπερασμός	20	31,3
Μέτρηση	8	12,5
Επικοινωνία	64	100
Ταξινόμηση	15	23,4
Πρόβλεψη	11	17,2
Έλεγχος μεταβλητών	5	7,8
Λειτουργικός ορισμός	0	0
Διαμόρφωση υπόθεσης	12	18,8
Ερμηνεία δεδομένων	6	9,4
Υποβολή ερώτησης	12	18,8
Διαμόρφωση μοντέλων	15	23,4

Πίνακας 2 Οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών στα μαθησιακά αντικείμενα: συχνότητες και ποσοστά

## Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι η εμπλοκή των δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών στα μαθησιακά αντικείμενα που εξετάστηκαν, ακολουθεί ανομοιόμορφη κατανομή, καθώς κάποιες δεξιότητες εμπλέκονται σε μεγαλύτερο βαθμό και κάποιες άλλες σε ιδιαίτερα μικρό βαθμό. Επομένως, δεν προωθείται ισόρροπα η ανάπτυξη όλων των δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών στους μαθητές μέσω αυτών των μαθησιακών αντικειμένων.

Προκύπτει η αναγκαιότητα εμπλουτισμού του περιεχομένου των μαθησιακών αντικειμένων με δραστηριότητες που να εμπλέκουν σε μεγαλύτερη συχνότητα τις δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών. Η εμπλοκή των μαθητών με δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών τους βοηθά στο να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών (Prayitno et al., 2017) και φαίνεται ότι συνδέεται με την καλλιέργεια θετικών στάσεων των μαθητών απέναντι στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και στην επιστημονική έρευνα (Zeidan & Jayosi, 2015).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε εστιάστηκε αποκλειστικά στο περιεχόμενο των μαθησιακών αντικειμένων μη λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο που εφαρμόζεται στην πράξη η διδασκαλία του περιεχομένου αυτού. Αυτό συνιστά έναν περιορισμό της εργασίας.

Προτείνεται λοιπόν να διερευνηθεί ο βαθμός στον οποίο οι διδασκαλίες, που πραγματοποιούνται με τη χρήση των μαθησιακών αντικειμένων που αναλύθηκαν, εμπλέκουν τους μαθητές με δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών. Επίσης, προτείνεται η επέκταση της έρευνας και στα αντίστοιχα μαθησιακά αντικείμενα Φυσικών Επιστημών, που αφορούν σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών. Επιπρόσθετα, προτείνεται η

παραγωγή νέου διδακτικού υλικού, που να εμπλέκει δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών, ο σχεδιασμός μιας διδακτικής παρέμβασης που να αξιοποιεί το υλικό αυτό και η υλοποίηση έρευνας που να εξετάζει τη συμβολή αυτής της διδακτικής παρέμβασης στο επίπεδο ανάπτυξης των δεξιοτήτων αυτών στους μαθητές.

## Βιβλιογραφία

- Aldahmash, A. H., Mansour, N. S., Alshamrani, S. M., & Almohi, S. (2016). An analysis of activities in Saudi Arabian middle school science textbooks and workbooks for the inclusion of essential features of inquiry. *Research in Science Education, 46*(6), 879-900. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9485-7>
- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2012). Beyond understanding: Process skills as a context for nature of science instruction. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 225–245). Dordrecht: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_11)
- Çakir, N.K., & Sarikaya, M. (2010). An evaluation of science process skills of the science teaching majors. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 9*, 1592-1596
- Chabalengula, V. M., Mumba, F., & Mbewe, S. (2012). How pre-service teachers' understand and perform science process skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 8*(3), 167-176. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.832a>
- Chiappe, A., Segovia, Y., & Rincón, Y. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development, 55*(6), 671–681. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9059-0>
- Dunne, J., Mahdi, A.E., & O'Reilly, J. (2013). Investigating the potential of Irish primary school textbooks in supporting inquiry-based science education (IBSE). *International Journal of Science Education, 35*(9), 1513-1532. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.779047>
- Germann, P. J., Haskins, S., & Auls, S. (1996). Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 33*(5), 475– 499. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199605\)33:5%3C475::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199605)33:5%3C475::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-O)
- Kahveci, A. (2010). Quantitative analysis of science and chemistry textbooks for indicators of reform: A complementary perspective. *International Journal of Science Education, 32*(11), 1495-1519. <https://doi.org/10.1080/09500690903127649>
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E., & Schuitema, J. A. (2018a). Assessing students' ability in performing scientific inquiry: instruments for measuring science skills in primary education. *Research in Science & Technological Education, 36*(4), 413-439. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1421530>
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E., & Schuitema, J. A. (2018b). Effects of explicit instruction on the acquisition of students' science inquiry skills in grades 5 and 6 of primary education. *International Journal of Science Education, 40*(4), 421-441. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1428777>
- Maranan, V. M. (2017). *Basic process skills and attitude toward science: inputs to an enhanced students' cognitive performance*. Unpublished Thesis, The Faculty of Graduate Studies and Applied Research, Laguna State Polytechnic University, San Pablo City Campus.
- McDonald, C. V. (2016). Evaluating junior secondary science textbook usage in Australian schools. *Research in Science Education, 46*(4), 481–509. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9468-8>
- Miles, E. (2010). *In-Service Elementary Teachers' Familiarity, Interest, Conceptual Knowledge, and Performance on Science Process Skills*. (Unpublished Master Thesis. Southern Illinois

- University Carbondale, USA. Available from ProQuest, UMI Dissertations Publishing). (UMI No. 1482656).
- 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, Department of Educational Studies, University of York.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>.
- Prayitno, B. A., Corebima, D., Susilo, H., Zubaidah, S., & Ramli, M. (2017). Closing the science process skills gap between students with high and low level academic achievement. *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 266-277. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.266>
- Yang, W., & Liu, E. (2016). Development and validation of an instrument for evaluating inquiry-based tasks in science textbooks. *International Journal of Science Education*, 38(18), 2688-2711. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1258499>
- Yang, W., Liu, C., & Liu, E. (2019). Content analysis of inquiry-based tasks in high school biology textbooks in Mainland China. *International Journal of Science Education*, 41(6), 827-845. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1584418>
- Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World Journal of Education*, 5(1), 13-24. <https://doi.org/10.5430/wje.v5n1p13>

## Παράρτημα

Το πλαίσιο ανάλυσης που αφορά στην αξιολόγηση της εμπλοκής των δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών στο περιεχόμενο του εγχειριδίου (Yang & Liu, 2016; Yang et al., 2019)

Δεξιότητες	Αξιολόγηση
Παρατήρηση	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να προβούν σε μία παρατήρηση σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Συμπερασμός	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να εξάγουν κάποιο συμπέρασμα σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Μέτρηση	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να μετρήσουν μία μεταβλητή που σχετίζεται άμεσα με το ερευνητικό ερώτημα σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Επικοινωνία	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να επικοινωνήσουν στα πλαίσια αυτής της δραστηριότητας σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Ταξινόμηση	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να προβούν σε μία σαφώς προσδιορισμένη ταξινόμηση κατά τη διερευνητική διαδικασία (π.χ. ταξινόμηση μέσω κριτηρίων βιολογίας) σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Πρόβλεψη	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να κάνουν μία πρόβλεψη σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Έλεγχος μεταβλητών	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να ελέγξουν μεταβλητές σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ

Διατύπωση λειτουργικών ορισμών	Σημειώστε ΝΑΙ εάν η δραστηριότητα ικανοποιεί τα εξής τρία κριτήρια: (1) ζητείται από τους μαθητές να προβούν σε ένα λειτουργικό ορισμό, (2) δεν τους προτείνεται μια επακριβώς προσδιορισμένη διαδικασία και (3) τους προτείνεται ένα ερευνητικό ερώτημα ή ζητείται από τους μαθητές να διατυπώσουν ένα ερευνητικό ερώτημα και δεν τους προτείνεται ένα μη ερευνητικό ερώτημα
Διατύπωση υποθέσεων	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να διατυπώσουν μια υπόθεση και η δραστηριότητα είναι διερευνητική σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Ερμηνεία δεδομένων	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να ερμηνεύσουν δεδομένα σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Διατύπωση ερωτήσεων	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να διατυπώσουν ερευνητικά ερωτήματα και όχι μη ερευνητικά ή τους προτείνονται παραδείγματα ερευνητικών ερωτημάτων σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ
Σχηματισμός μοντέλων	Αν οι μαθητές πρέπει ή τους ζητείται να σχηματίσουν ένα μοντέλο σημειώστε ΝΑΙ, διαφορετικά σημειώστε ΟΧΙ

## Τυφλότητα απέναντι στα φυτά: Ανάλυση δικτύου ευρημάτων διηλικιακής μελέτης

**Αλέξανδρος Αμπράζης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου**

*Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

### Περίληψη

Στόχος αυτής της μελέτης είναι η επικέντρωση στα βασικά εννοιολογικά στοιχεία του φαινομένου της τυφλότητας απέναντι στα φυτά και η ανάδειξη πιθανών συσχετίσεων μεταξύ τους μέσω μιας προσέγγισης ανάλυσης δικτύου. Επιπλέον, μέσα από ένα διηλικιακό ερευνητικό πρίσμα, εξετάζεται το πώς αυτές οι συσχετίσεις πιθανώς αλλάζουν καθώς οι συμμετέχοντες της έρευνας μεταβαίνουν από το δημοτικό σχολείο στο πανεπιστήμιο. Χίλιοι διακόσιοι τριάντα επτά (1237) εκπαιδευόμενοι πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης συμμετείχαν στην έρευνα συμπληρώνοντας ερωτηματολόγιο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, καταγράφηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις που πιθανότατα φέρνουν στο προσκήνιο την ανάγκη για διαφορετικό χειρισμό του φαινομένου, ανάλογα με την κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα.

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

## Plant blindness: Network analysis of a cross sectional analysis' results

**Alexandros Amprazis, Penelope Papadopoulou**

*University of Western Macedonia*

### Abstract

Aim of this study is to focus on plant blindness phenomenon's core elements and to highlight possible correlations between them through a network analysis approach. Moreover, by conducting a cross age study, we seek to examine how these correlations alter as students move from primary school to university. One thousand two hundred thirty-seven (1237) primary, middle, high school and university students participated in this research by completing a questionnaire. According to the results, important alterations have been recorded. These correlations probably bring to the limelight the need for a different handling of the phenomenon, accordingly to each educational grade.

**Keywords:** Plant Blindness, Primary school, Perceptions

## Εισαγωγή

Η συμβολή των φυτών στη διατήρηση της ζωής στη γη και στην εξυπηρέτηση των ανθρώπινων συμφερόντων είναι αδιαμφισβήτητη. Αποτελούν το 98% της βιομάζας του πλανήτη και σηματοδοτούν την έναρξη του κύκλου ζωής εισάγοντας ενέργεια μέσω της φωτοσύνθεσης. Βασικά και απαραίτητα αγαθά για την καθημερινή ζωή όπως τα τρόφιμα, ο ιματισμός, διάφορα συστατικά για τη φαρμακευτική περίθαλψη και πολλά από τα δομικά στοιχεία υλικοτεχνικών υποδομών προέρχονται εν μέρει ή ολικά από φυτικούς οργανισμούς. Παρά όμως όλα τα παραπάνω, η προσοχή και το ενδιαφέρον των ανθρώπων για τους φυτικούς οργανισμούς φαίνεται ότι είναι περιορισμένα (Amprazis et al., 2019· Batke et al., 2020· Kubiatko et al., 2021· Parsley, 2020). Ανάμεσα σε κάποιο φυτικό οργανισμό και κάποιο ζωικό, το πιο πιθανόν είναι ότι ένα παιδί θα ασχοληθεί με το ζώο. Φοιτητές και μαθητές όλων των βαθμίδων φαίνεται να προτιμούν να ασχοληθούν περισσότερο με τα ζώα παρά με τα φυτά, ενώ φαίνεται ότι γνωστικά μπορούν ευκολότερα να διαχειριστούν τα ζώα παρά τα φυτά. Το φαινόμενο αυτό προσδιορίστηκε πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του 80 από τον James Wandersee, ο οποίος μαζί με την Elisabeth Schussler θεωρούνται πρωτοπόροι σε αυτόν τον τομέα (Wandersee & Schussler, 2001). Το φαινόμενο ονομάστηκε «plant blindness» και στα ελληνικά αποδίδεται κυρίως ως «τυφλότητα απέναντι στα φυτά» (Αμπράζης & Παπαδοπούλου, 2021). Τα «συμπτώματα» του φαινομένου, όπως επίσημα καταγράφονται στη βιβλιογραφία (Wandersee & Schussler, 2001) είναι τα ακόλουθα: α) αδυναμία κάποιος να δει, να προσέξει ή να εστιάσει την προσοχή του στα φυτά κατά την καθημερινή του ζωή, β) πεποίθηση ότι τα φυτά είναι απλώς υποστηρικτικοί οργανισμοί για την ευημερία των ζώων, γ) παρανοήσεις σχετικά με τα είδη ύλης και τις ενεργειακές απαιτήσεις των φυτών προκειμένου να διατηρηθούν στη ζωή, δ) παράβλεψη της σημασίας των φυτών για την καθημερινές υποθέσεις του ανθρώπου ε) μειωμένη κατανόηση των διαφορετικών χρονοδιαγραμμάτων των φυτικών και ζωικών δραστηριοτήτων, στ) έλλειψη πρακτικών εμπειριών στην καλλιέργεια, παρατήρηση και προσδιορισμό της χλωρίδας στη γεωγραφική περιοχή κάθε ατόμου, ζ) αδυναμία επεξήγησης βασικών φυτικών, βιολογικών λειτουργιών συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης, της θρέψης και της αναπαραγωγής, η) έλλειψη επίγνωσης του ότι τα φυτά έχουν κεντρικό ρόλο στον κύκλο του άνθρακα και θ) έλλειψη ευαισθησίας στις αισθητικές ιδιότητες των φυτών και στις δομές τους (ικανότητα προσαρμογής, χρώματα, ικανότητα διασποράς, ποικιλομορφία, συνήθειες ανάπτυξης, αρώματα, μεγέθη, ήχους, δύναμη, συμμετρία, γεύσεις και υφές).

Αναφορικά με τις αιτίες εμφάνισης του φαινομένου, οι πρώτοι ερευνητές στάθηκαν στην έλλειψη έντονης κίνησης των φυτών (Kinchin, 1999) και στην εξωτερική συνάφεια των ζώων με το ανθρώπινο είδος (Hoekstra, 2000). Η ικανότητα αντίληψης και επεξεργασίας των ερεθισμάτων που σχετίζονται με τα φυτά από τον εγκέφαλο αποτελεί μια ακόμα αιτία, καθώς τα φυτά ως σύνηθες κομμάτι του οπτικού υπόβαθρου και χωρίς εμφανή κίνηση, δεν περιέχονται συνήθως στις πληροφορίες που ο εγκέφαλος επιλέγει να επεξεργαστεί (Balas & Momsen, 2014· Wandersee & Schussler, 2001). Το φαινόμενο αιτιολογικά είναι ακόμα πιο σύνθετο, καθώς φαίνεται να επηρεάζεται από κοινωνικούς και πολιτιστικούς παράγοντες. Οι



Balding και Williams (2016) αναφέρουν πως η τυφλότητα απέναντι στα φυτά ίσως οφείλεται στη δομή και την οργάνωση των κοινωνιών του δυτικού κόσμου, καθώς δεν υπάρχει εγγύτητα μεταξύ των μελών τους και του φυσικού περιβάλλοντος. Εστιάζοντας στον χώρο της εκπαίδευσης, παρατηρείται κάποιου είδους «ζωοκεντρισμός» στα εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως (Amprazis & Papadopoulou, 2018), καθώς καταγράφονται περισσότερες οπτικές ή γραπτές αναφορές σε ζώα συγκριτικά με τα φυτά στα σχολικά εγχειρίδια (Link-Perez et al., 2009). Επιπρόσθετα, και οι εκπαιδευτικοί διακατέχονται από αυτού του είδους τον «ζωοκεντρισμό», καθώς όταν για παράδειγμα θέλουν να διαχειριστούν γνωστικά την έννοια της ζωής στο μάθημά τους, το πιο πιθανόν είναι ότι θα χρησιμοποιήσουν ως παράδειγμα ένα ζώο και όχι ένα φυτό (Hersey, 1996).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το φαινόμενο της τυφλότητας απέναντι στα φυτά είναι κάτι παραπάνω από μια απλή διαφοροποίηση στο ανθρώπινο ενδιαφέρον απέναντι στα φυτά και στα ζώα. Πρόκειται για ένα φαινόμενο που σχετίζεται με την αντίληψη του ατόμου για τον φυσικό κόσμο γύρω του και την καθημερινότητά του. Επιπλέον, η αδιαμφισβήτητη συμβολή των φυτών στην ανθρώπινη ευημερία εγείρει ζητήματα αναγνώρισης της αξίας ενός τόσο σημαντικού πόρου. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες το φαινόμενο μπορεί να συνδεθεί με την προσπάθεια για τη βιωσιμότητα (Thomas et al., 2021) καθώς τα φυτά συνδέονται έμμεσα ή άμεσα με το σύνολο των 17 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης (Amprazis & Papadopoulou, 2020). Ως εκ τούτου, το συγκεκριμένο φαινόμενο χρήζει προσοχής από το σύνολο της ακαδημαϊκής κοινότητας και ίσως μπορεί να χαρακτηριστεί σημαντικό κοινωνικό ζήτημα.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, είναι σημαντικό να αξιολογηθούν τα βασικά εννοιολογικά στοιχεία της τυφλότητας απέναντι στα φυτά και να επισημανθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ τους μέσω προσέγγισης διηλικιακής μελέτης και ανάλυσης δικτύου. Μέσω αυτής της διαδικασίας, το φαινόμενο μπορεί να εξετασθεί ακόμα πιο ολοκληρωμένα, προκειμένου να σχεδιαστούν εκπαιδευτικά προγράμματα παρέμβασης ανά βαθμίδα, που θα αντιστρέψουν το περιορισμένο ανθρώπινο ενδιαφέρον για τα φυτά. Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας ορίζονται ως εξής:

1. Ποιες είναι οι συσχετίσεις μεταξύ των βασικών εννοιολογικών στοιχείων της τυφλότητας απέναντι στα φυτά σε κάθε ηλικιακή ομάδα;
2. Πώς αλλάζουν οι συσχετίσεις μεταξύ των βασικών εννοιολογικών στοιχείων της τυφλότητας απέναντι στα φυτά, καθώς οι συμμετέχοντες της έρευνας μεταβαίνουν από την πρωτοβάθμια στην τριτοβάθμια εκπαίδευση;

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν διηλικιακές μελέτες και μελέτες ανάλυσης δικτύου σχετικά με το φαινόμενο της τυφλότητας απέναντι στα φυτά.

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 1237 εκπαιδευόμενοι με την εξής κατανομή: 309 μαθητές έκτης τάξης δημοτικού (12 ετών), 308 μαθητές τρίτης τάξης γυμνασίου (15 ετών), 311 μαθητές τρίτης τάξης λυκείου (18 ετών) και 309 φοιτητές τετάρτου έτους πανεπιστημίου (22 ετών). Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα από τα οποία συλλέχθηκαν τα δεδομένα ανήκαν στους νομούς Θεσσαλονίκης, Πέλλας, Κιλκίς, Αττικής και

Φλώρινας. Επιλέχθηκε διηλικιακή μελέτη ως μια κοινώς χρησιμοποιούμενη μεθοδολογική προσέγγιση προκειμένου να διευκρινιστεί το κατά πόσο εκπαιδευόμενοι διαφορετικών ηλικιακών ομάδων μοιράζονται κοινές αντιλήψεις και συμπεριφορές (Creswell, 2012). Οι διηλικιακές μελέτες χρησιμοποιούνται ευρέως στον χώρο της εκπαίδευσης προκειμένου να εξεταστούν στάσεις και μοτίβα μάθησης των μαθητών (Prochaska et al., 2003; Rindfleisch et al., 2008). Χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο ως ερευνητικό εργαλείο (Kaplan & Torsakal, 2013) στο οποίο πραγματοποιήθηκαν οι αναγκαίες αλλαγές στην έκδοση της κάθε ηλικιακής ομάδας, προκειμένου να αντανακλάται το γνωστικό επίπεδο των συμμετεχόντων ανά βαθμίδα. Για την κατασκευή του ερωτηματολογίου ακολουθήθηκαν όλα τα βήματα που καταγράφονται στη βιβλιογραφία μεθοδολογίας της έρευνας (Little, 2013; Teo, 2013). Αρχικά διενεργήθηκε ενδελεχής βιβλιογραφικός έλεγχος, προκειμένου να συγκεντρωθούν όλα τα στοιχεία σχετικά με το υπό εξέταση φαινόμενο. Με βάση το προσδιορισμένο θεωρητικό πλαίσιο, καθορίστηκαν οι βασικοί παράγοντες του εργαλείου που αντιστοιχούν στα εννοιολογικά στοιχεία του φαινομένου της τυφλότητας απέναντι στα φυτά και είναι οι ακόλουθοι: α) ενδιαφέρον για τα φυτά, β) ενδιαφέρον για τα ζώα, γ) υπόβαθρο γνώσεων σχετικά με τα φυτά, δ) αυθόρμητη ανάκληση φυτών ως ζωντανών οργανισμών, ε) αναγνώριση προϊόντων φυτικής προέλευσης και στ) ποσότητα γνώσεων για τα φυτά που παρέχεται στο σχολείο.

Με βάση αυτούς τους άξονες κατασκευάστηκε ένας οδηγός συνέντευξης δεκαπέντε ερωτήσεων. Χρησιμοποιώντας τον οδηγό διενεργήθηκαν συνεντεύξεις με μαθητές προκειμένου να γίνει ένας πρώιμος προσδιορισμός των στάσεων τους απέναντι στα φυτά και μια πρώτη αξιολόγηση της ύπαρξης του φαινομένου. Οι μαθητές που πήραν μέρος σε αυτές τις συνεντεύξεις δεν συμμετείχαν στην τελική εφαρμογή του εργαλείου, ενώ είχαν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτούς που τελικώς συμμετείχαν στην έρευνα. Ακολούθησε η επεξεργασία των δεδομένων των συνεντεύξεων προκειμένου να δημιουργηθεί η πρώτη μορφή του εργαλείου. Αυτή η πρώτη μορφή δόθηκε σε επτά εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας προκειμένου να γνωμοδοτήσουν ως προς την κατανόηση και τη γενικότερη λειτουργικότητά του. Τα σχόλια των εκπαιδευτικών αποτέλεσαν οδηγό για αλλαγές και τη δημιουργία νέας μορφής εργαλείου. Τρεις πιλοτικές εφαρμογές του εργαλείου έλαβαν χώρα πριν την τελική χρήση του για τη συλλογή δεδομένων. Κατά την τρίτη, τελευταία πιλοτική εφαρμογή, 75 μαθητές έλαβαν μέρος. Ο έλεγχος εγκυρότητας διενεργήθηκε με τη συνδρομή δυο ειδικών στη διδακτική της βιολογίας ενώ σχετικά με τον έλεγχο αξιοπιστίας, ο συντελεστής Cronbach's Alpha προσδιορίστηκε πάνω από 0,8 για κάθε βαθμίδα.

Για τη διερεύνηση πιθανών στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων μεταξύ των παραγόντων του ερευνητικού εργαλείου διενεργήθηκε ο έλεγχος Spearman's rank correlation coefficient. Οι τιμές αυτών των συσχετίσεων χρησιμοποιήθηκαν για να παρουσιαστούν σε γράφημα οι σχέσεις μεταξύ των εννοιολογικών στοιχείων του φαινομένου της τυφλότητας απέναντι στα φυτά. Η παραπάνω διαδικασία έγινε μέσω ανάλυσης δικτύου (network analysis) (Borgatti et al., 2009; Rees et al., 2009). Οι μέθοδοι ανάλυσης δικτύου χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητο να αναλυθεί και να βελτιστοποιηθεί ένα δίκτυο συνδεδεμένων και συναφών στοιχείων που έχουν κάποια σχέση μεταξύ τους (Brandes, 2005; Butts, 2009). Το διάγραμμα που προκύπτει από την ανάλυση δικτύου αποτελείται από ένα

σύνολο κόμβων και γραμμών, το οποίο είναι η οπτική απεικόνιση του τρόπου με τον οποίο συνδέονται τα στοιχεία σε ένα δίκτυο (Carrington et al., 2005). Για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Gerhi. Το πλάτος των γραμμών στα εξαγόμενα διαγράμματα του Gerhi αντιπροσωπεύει το είδος της συσχέτισης μεταξύ των παραγόντων, καθώς όσο πιο ισχυρά συσχετίζονται δύο παράγοντες, τόσο πλατύτερη είναι η μεταξύ τους γραμμή. Η απουσία κατευθυντήριων βελών-απολήξεων στα διαγράμματα οφείλεται στον αμφίδρομο χαρακτήρα των συσχετίσεων. Προκειμένου να χαρακτηριστούν οι συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων του ερωτηματολογίου ως ισχυρές ή αδύναμες και να αποτυπωθεί το αντίστοιχο πάχος, χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω διαβάθμιση (Dancey & Reidy, 2004):  $r > 0,7$  εξαιρετικά ισχυρή,  $0,69 > r > 0,4$  ισχυρή,  $0,39 > r >$



Γράφημα 1 Ανάλυση δικτύου παραγόντων ερευνητικού εργαλείου σε μαθητές δημοτικού  
 $0,3$  μέτρια,  $0,29 > r > 0,2$  ασθενής και  $0,19 > r$  εξαιρετικά ασθενής.



Γράφημα 2 Ανάλυση δικτύου παραγόντων ερευνητικού εργαλείου σε μαθητές γυμνασίου

## Αποτελέσματα

Εξετάζοντας τη μεταβολή των συσχετίσεων μέσα στον χρόνο είναι προφανές ότι στη βαθμίδα του δημοτικού (Γράφημα 1) καταγράφεται συσχέτιση του ενδιαφέροντος για τα φυτά με όλους τους υπόλοιπους άξονες του ερωτηματολογίου. Αυτό δεν ισχύει για τη βαθμίδα του πανεπιστημίου (Γράφημα 4), στην οποία οι συσχετίσεις είναι ελάχιστες. Στη βαθμίδα του γυμνασίου (Γράφημα 2) και του λυκείου (Γράφημα 3) ο κεντρικός άξονας του ενδιαφέροντος για τα φυτά συνδέεται με αρκετούς από τους υπόλοιπους άξονες του ερωτηματολογίου, αλλά κάποιες από αυτές τις συνδέσεις είναι αδύναμες. Επιπρόσθετα, από την παραπάνω συγκριτική παράθεση των αναλύσεων δικτύου αξόνων προκύπτει ότι ο άξονας του ενδιαφέροντος για τα φυτά συνδέεται θετικά με τον άξονα του ενδιαφέροντος για τα ζώα και τον άξονα της σχολικής γνώσης σε όλες τις βαθμίδες. Αυτές οι δυο συσχετίσεις δεν φαίνεται να επηρεάζονται από τη μεταβλητή του χρόνου. Στις συσχετίσεις των υπόλοιπων αξόνων δεν παρατηρείται παρόμοιο φαινόμενο καθώς είτε το μέγεθος της συσχέτισης αλλάζει ή η συσχέτιση εξαφανίζεται καθώς οι συμμετέχοντες αλλάζουν βαθμίδες. Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι στο γυμνάσιο ο παράγοντας «Αριθμός φυτών στη λίστα ζωντανών οργανισμών» δεν σχετίζεται με κανέναν άλλον παράγοντα και στο λύκειο ο παράγοντας «Ενδιαφέρον για τα φυτά» σχετίζεται με τους παράγοντες «Ενδιαφέρον για τα ζώα» και «Σχολική γνώση για τα φυτά».



Γράφημα 3 Ανάλυση δικτύου παραγόντων ερευνητικού εργαλείου σε μαθητές λυκείου

## Συμπεράσματα

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας επιβεβαιώνουν την πολυπλοκότητα του υπό εξέταση φαινομένου και την ανάγκη προσεκτικής αξιολόγησής του. Η τυφλότητα απέναντι στα φυτά μπορεί μεν να ενσωματωθεί, αλλά δεν μπορεί να περιγράψει ολόκληρη τη σχέση της από την έννοια της «ανθρώπινης σχέσης με τα φυτά». Αυτό συμβαίνει καθώς καταγράφεται υπέρβαση του κεντρικού πυρήνα του ενδιαφέροντος απέναντι

στα φυτά και το όλο ζήτημα επεκτείνεται σε τομείς όπως το γνωστικό υπόβαθρο, η αντίληψη του περιβάλλοντα χώρου και οι εναλλακτικές ιδέες. Ως εκ τούτου, ο περιορισμός του φαινομένου απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση συμπερίληψης πολλών στοιχείων. Περιορισμένη προσφορά γνώσης σχετικά με τα φυτά στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, έλλειψη γνώσεων για τους φυτικούς οργανισμούς και παρουσία εναλλακτικών αντιλήψεων είναι μόνο κάποιοι από τους παράγοντες που πρέπει να υπεισέλθουν στην εξίσωση κατά την προσπάθεια μείωσης της έντασης του φαινομένου. Επιπρόσθετα, οι διαφοροποιήσεις που καταγράφηκαν κατά τη διηλικιακή μελέτη φέρνουν στο προσκήνιο την ανάγκη για μια διαφορετική διδακτική προσέγγιση σε κάθε βαθμίδα. Οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που αποσκοπούν στην αύξηση του ενδιαφέροντος για τα φυτά είναι ωφέλιμο να προσαρμοστούν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εκάστοτε ηλικιακής ομάδας. Γενικότερα προκύπτει η ανάγκη διεύρυνσης της οπτικής μέσω της οποίας καθορίζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σχετικών παρεχόμενων γνώσεων για τα φυτά στο σχολικό πλαίσιο. Αναφορικά με κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνες, η εξέταση της τυφλότητας απέναντι στα φυτά σε ηλικιακές ομάδες από 22 ετών και πάνω είναι ένα βασικό ζητούμενο. Επιπρόσθετα, προτείνεται η εξέταση της χρησιμότητας μοντέρνων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων όπως οι «Βιώσιμα προσανατολισμένες οικολογίες μάθησης» και η «Εκπαίδευση βασιζόμενη στη φυσική τοποθεσία» για την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τα φυτά.



Γράφημα 4 Ανάλυση δικτύου παραγόντων ερευνητικού εργαλείου σε φοιτητές

## Βιβλιογραφία

- Αμπράζης, Α., & Παπαδοπούλου, Π. (2021). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση ως πλαίσιο αντιμετώπισης του φαινομένου «Τυφλότητα Απέναντι στα Φυτά». *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία*, 3(1), 38-54
- Amprazis, A., & Papadopoulou, P. (2018). Primary school curriculum contributing to plant blindness: Assessment through the biodiversity perspective. *Advances in Ecological and Environmental Research*, 3(11), 238-256.
- Amprazis, A., & Papadopoulou, P. (2020). Plant Blindness: A Faddish Research Interest or a Substantive Impediment to achieve Sustainable Development Goals? *Environmental Education Research*, 3(11), 238-256.

- Amprazis, A., Papadopoulou, P., & Malandrakis, G. (2019). Plant blindness and children's recognition of plants as living things: a research in the primary schools context. *Journal of Biological Education*, 55(2), 139-154.
- Balding, M., & Williams, K. J. (2016). Plant blindness and the implications for plant conservation. *Conservation Biology*, 30(6), 1192-1199.
- Batke, S. P., Dallimore, T., & Bostock, J. (2020). Understanding Plant Blindness—Students' Inherent Interest of Plants in Higher Education. *Journal of Plant Sciences*, 8(4), 98-105.
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). *Network analysis in the social sciences*. *Science*, 323(5916), 892-895.
- Borsos, E. (2019). The gamification of elementary school biology: a case study on increasing understanding of plants. *Journal of Biological Education*, 53(5), 492-505.
- Brandes, U. (2005). *Network analysis: methodological foundations* (Vol. 3418). Springer Science & Business Media.
- Butts, C. T. (2009). Revisiting the foundations of network analysis. *Science*, 325(5939), 414-416.
- Carrington, P. J., Scott, J., & Wasserman, S. (Eds.). (2005). *Models and methods in social network analysis* (Vol. 28). Cambridge university press.
- Colon, J., Tiernan, N., Oliphant, S., Shirajee, A., Flickinger, J., Liu, H., ... & McCartney, M. (2020). Bringing botany into focus: Addressing plant blindness in undergraduates through an immersive botanical experience. *BioScience*, 70(10), 887-900.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Dancey, C., & Reidy, J. (2004). Analysis of differences between three or more conditions: One-factor ANOVA. *Statistics without Maths for Psychology: Using SPSS for Windows*, 290-320.
- Fancovicova, J. & Prokop, P. (2011) Plants have a chance: outdoor educational programmes alter students' knowledge and attitudes towards plants. *Environmental Education Research*, 17(4), 537-551.
- Hershey, D., R. (1996). A historical perspective on problems in botany teaching. *The American Biology Teacher*, 58(6), 340–347.
- Hoekstra, B. (2000). Plant Blindness - The ultimate challenge to botanists. *The American biology teacher*, 62(2), 82-83.
- Kaplan, K., & Topsakal, U. U. (2013). Primary School Students' Attitudes toward Plants. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 89, 598-606.
- Kinchin, I. (1999). Investigating secondary-school girls' preferences for animals or plants: A simple 'head-to-head' comparison using two unfamiliar organisms. *Journal of Biological Education*, 33(2), 95-9.
- Kissi, L., & Dreesmann, D. (2018). Plant visibility through mobile learning? Implementation and evaluation of an interactive Flower Hunt in a botanic garden. *Journal of Biological Education*, 52(4), 344-363.
- Kubiatko, M., Fančovičová, J., & Prokop, P. (2021). Factual knowledge of students about plants is associated with attitudes and interest in botany. *International Journal of Science Education*, 43(9), 1426-1440.
- Link-Perez, M., A., Dollo, V., H., Weber, K., M., & Schussler, E., E. (2009). "What's in a Name: Differential Labeling of Plant and Animal Photographs in two Nationally Syndicated Elementary Science Textbook Series." *International Journal of Science Education*, 32(9), 1227-1242.
- Little, T. D. (Ed.). (2013). *The Oxford handbook of quantitative methods, volume 1: Foundations*. Oxford University Press.
- Parsley, K. M. (2020). Plant awareness disparity: A case for renaming plant blindness. *Plants, People, Planet*, 2(6), 598-601.

- Rees, C. E., Wearn, A. M., Vnuk, A. K., & Sato, T. J. (2009). Medical students' attitudes towards peer physical examination: findings from an international cross-sectional and longitudinal study. *Advances in Health Sciences Education, 14*(1), 103-121.
- Rindfleisch, A., Malter, A. J., Ganesan, S., & Moorman, C. (2008). Cross-sectional versus longitudinal survey research: Concepts, findings, and guidelines. *Journal of Marketing Research, 45*(3), 261-279
- 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, 37*(1), 15-35.
- Teo, T. (Ed.). (2014). *Handbook of quantitative methods for educational research*. Springer Science & Business Media.
- Thomas, H., Ougham, H. & Sanders, D. (2021). Plant blindness and sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print
- Wandersee, J., & E. Schussler, E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin 47*(1), 2–9.

## Ανάλυση εκθεμάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τη ανάπτυξη βασικών διαστάσεων του επιστημονικού γραμματισμού σε θέματα έρευνας αιχμής

**Ελευθερία Δρακουλάκη, Δημήτρης Σταύρου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Η ανάπτυξη εκθεμάτων από τους μαθητές έχει φανεί πως συγκεντρώνει πολλές δυνατότητες για την εμπλοκή των μαθητών σε έννοιες επιστημονικού περιεχομένου και σε επιστημονικές διαδικασίες, οι οποίες τους οδηγούν στην ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων. Μέσα από την εμπλοκή τους στα εκθέματα, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με το περιεχόμενο της επιστήμης και την επίδραση που έχει στην κοινωνία. Αναγνωρίζοντας την αξία της εμπλοκής των μαθητών σε αυτή τη διαδικασία, η παρούσα εργασία στοχεύει στο να διερευνήσει τις έννοιες του επιστημονικού περιεχομένου, τις διαστάσεις της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (ΥΕΚ), τις επιστημονικές διαδικασίες-δεξιότητες και τις γνωστικές δυνατότητες κατά την ταξινόμηση του Bloom που αποτυπώνονται σε 39 εκθέματα μαθητών δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου γύρω από σύγχρονα ερευνητικά αντικείμενα. Από τα αποτελέσματα αναδεικνύεται ότι οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες, όπως είναι αυτή της επικοινωνίας, της προσωπικής και κοινωνικής ευθύνης καθώς και γνωστικές δυνατότητες υψηλότερου και χαμηλότερου γνωστικού επιπέδου, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στην παρούσα εργασία.

**Λέξεις κλειδιά:** δημιουργία επιστημονικών εκθεμάτων, επιστημονικός γραμματισμός, επιστημονικές δεξιότητες, υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία

## Analysis of Primary and Secondary Education Students' Exhibits on the Development of Key Dimensions of Scientific Literacy in Cutting-Edge Research Issues

**Eleftheria Drakoulaki, Dimitris Stavrou**

*Pedagogical Department of Elementary Education, University of Crete*

### Abstract

The development of exhibits by students has been shown to have many possibilities for engaging students in scientific content concepts and scientific processes, which lead to the development of scientific skills. Through their involvement in the exhibits, students come into contact with the content of science and its impact on society. Recognizing the value of engaging students in this process, this paper aims to explore the concepts of scientific



content, dimensions of responsible research and innovation (RRI), scientific process-skills and cognitive abilities in Bloom's taxonomy as captured in 39 exhibits of elementary, middle and high school students around contemporary research objects. The results show that students can develop skills such as communication, personal and social responsibility as well as higher and lower cognitive abilities which are presented in detail in this work.

**Keywords:** science exhibit creation, scientific literacy, scientific skills, responsible research and innovation

## Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις σύγχρονες προσεγγίσεις για τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών, οι στόχοι της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) δεν εξαντλούνται στην κατάκτηση γνώσεων επιστημονικού περιεχομένου, αλλά εκτείνονται και στην εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική μεθοδολογία, μέσω της προσέγγισης της μάθησης μέσω διερεύνησης καθώς και στην αλληλεπίδραση της επιστήμης με την κοινωνία (Boujaoude, 2002). Βασική στοχοθεσία της μάθησης μέσω διερεύνησης σύμφωνα με τους Bell et al. (2010) αποτελεί η απόκτηση από τους μαθητές επιστημονικών δεξιοτήτων όπως (i) διατύπωσης υποθέσεων, (ii) παρατήρησης, (iii) σχεδιασμού και διεξαγωγής διερευνήσεων, (iv) χρήσης δεδομένων για επιστημονικές εξηγήσεις, (v) επικοινωνίας της γνώσης, κ.ά.

Αναφορικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας, ένα πλαίσιο το οποίο αξιοποιείται για τη γεφύρωση του μεταξύ τους χάσματος είναι αυτό της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (ΥΕΚ), το οποίο περιλαμβάνει 6 διαστάσεις που αφορούν (α) την εμπλοκή όλων των φορέων κατά τη λήψη σημαντικών αποφάσεων, (β) την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, (γ) την ηθική, (δ) την ανοιχτή πρόσβαση και (ε) την ισότητα των φύλων και (στ) την ορθή διακυβέρνηση (Blonder, 2016).

Μια δραστηριότητα που είναι δυνατό να συγκεράσει τις παραπάνω διαστάσεις του επιστημονικού γραμματισμού είναι η ανάπτυξη εκθεμάτων από μαθητές. Μέσω του σχεδιασμού και της κατασκευής εκθεμάτων, οι μαθητές, υπό την καθοδήγηση του δασκάλου, αναπτύσσουν δεξιότητες για τη διατύπωση ερωτήσεων (Sleeper & Sterling, 2004), για την παρατήρηση, την αναζήτηση και τη χρήση δεδομένων για την επίτευξη επιστημονικών εξηγήσεων. Επιπλέον, εκφράζουν τη γνώση που έχουν αποκομίσει, αναπτύσσουν δεξιότητες διερεύνησης και οδηγούνται σε μια βαθύτερη κατανόηση του εκάστοτε αντικειμένου μέσα από τον αναστοχασμό και τον μετασχηματισμό των γνώσεών τους σε μορφή προς κοινοποίηση (Barab et al., 2000). Ακόμα, σύμφωνα με τους Kampschulte & Parchmann (2015), μέσα από τη δημιουργία εκθεμάτων, οι μαθητές καλλιεργούν την κριτική τους σκέψη, την επικοινωνία, τη συνεργασία, τη δημιουργικότητά τους καθώς και τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων, δεξιότητες οι οποίες αντιστοιχούν σε αυτές του 21ου αιώνα (21st century skills) (NRC, 2010).

Αναγνωρίζοντας τις παραπάνω δυνατότητες που προσφέρει η ανάπτυξη εκθεμάτων από τους μαθητές, η παρούσα εργασία έχει σκοπό να διερευνήσει τις βασικές διαστάσεις του επιστημονικού γραμματισμού που αποτυπώνονται στα

εκθέματα μαθητών δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου. Συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Ποιες έννοιες του επιστημονικού περιεχομένου αποτυπώνονται στα εκθέματα των μαθητών;
- Ποιες διαστάσεις της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (ΥΕΚ) αποτυπώνονται στα εκθέματα των μαθητών;
- Ποιες επιστημονικές δεξιότητες αναπτύσσουν οι μαθητές κατά τη διαδικασία δημιουργίας του εκθέματος;
- Ποιες γνωστικές δυνατότητες κατά την ταξινόμηση του Bloom αναδεικνύονται μέσα από τη δημιουργία εκθεμάτων;

## Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού έργου IRRESISTIBLE (<http://irresistible-greece.edc.uoc.gr/index.php/el/>) εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης είχαν υλοποιήσει μια διδακτική ενότητα στην τάξη τους για την Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία χρησιμοποιώντας θέματα από τους τομείς της Νανοτεχνολογίας, του Μητρικού Θηλασμού και των Μικροπλαστικών στους Ωκεανούς. Ως τελικό προϊόν αυτής της διαδικασίας ήταν η δημιουργία εκθεμάτων από τους μαθητές, που ενσωμάτωναν όψεις τόσο του επιστημονικού περιεχομένου των εννοιών όσο και της ΥΕΚ, και η παρουσίασή τους από τους μαθητές.

Αντικείμενο ανάλυσης της παρούσας έρευνας αποτελούν βίντεο με τις προαναφερθείσες κατασκευές των μαθητών, όπου οι ίδιοι οι μαθητές παρουσιάζουν σε διάρκεια 3-4 λεπτών το έκθεμά τους. Κάθε τμήμα σε συνεργασία με τον εκπαιδευτικό πραγματοποίησε τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των εκθεμάτων, ενώ μια ομάδα μαθητών ήταν υπεύθυνη για την παρουσίασή τους. Τα βίντεο που απομαγνητοφωνήθηκαν λέξη προς λέξη και αναλύθηκαν είναι 39 στο σύνολο, εκ των οποίων τα 18 επικεντρώνουν στη Νανοτεχνολογία, 13 στα μικροπλαστικά και 8 στον μητρικό θηλασμό. Όσον αφορά τη βαθμίδα εκπαίδευσης 13 εκθέματα δημιουργήθηκαν από μαθητές δημοτικού, 13 από μαθητές γυμνασίου και 13 από μαθητές Λυκείου. Τα περισσότερα εκθέματα ήταν παιχνίδια, αφίσες, πειράματα-προσομοιώσεις, ενώ υπήρχαν κάλπες, ψηφιακά quiz και ερωτηματολόγια.

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης (Mayring, 2015) και αναπτύχθηκαν 4 κύριοι άξονες, οι οποίοι βασίζονται στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα οι άξονες αυτοί αφορούν (α) το επιστημονικό περιεχόμενο των εκθεμάτων, (β) το περιεχόμενο ΥΕΚ, (γ) τις επιστημονικές διαδικασίες/δεξιότητες και (δ) τα επίπεδα γνώσης κατά την ταξινόμηση του Bloom (Πίνακας 1). Ο τελευταίος σχετίζεται με τα επίπεδα γνώσης, κατά την ταξινόμηση του Bloom, σύμφωνα με τον οποίο πραγματοποιείται ιεραρχική ταξινόμηση ως προς τους γνωστικούς στόχους των δραστηριοτήτων που υπάρχουν στα εκθέματα. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται εξέταση των γνωστικών δυνατοτήτων που αναπτύσσει ο μαθητής μέσα από τις δραστηριότητες των εκθεμάτων από το χαμηλότερο γνωστικό επίπεδο προς το υψηλότερο.

Βασική παραδοχή της παρούσας έρευνας είναι ότι δραστηριότητες οι οποίες καλούσαν τον χρήστη του εκθέματος να αναπτύξει δεξιότητες και γνωστικές

δυνατότητες φανερώνουν ότι οι δεξιότητες και οι δυνατότητες αυτές έχουν αναπτυχθεί ήδη από τους ίδιους τους μαθητές. Με αυτό τον τρόπο η ανάλυση βασίζεται στις δεξιότητες και τις γνωστικές δυνατότητες που καλείται ο χρήστης του εκθέματος να αναπτύξει. Η ανάλυση της παρούσας έρευνας πραγματοποιείται με βάση τις δραστηριότητες που υπάρχουν στα εκθέματα καθώς σε ένα έκθεμα υπάρχουν πολλές και διαφορετικές δραστηριότητες.

Άξονες	Κατηγορίες
<b>Επιστημονικό Περιεχόμενο</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έννοιες Νανοτεχνολογίας</li> <li>• Έννοιες Μικροπλαστικών</li> <li>• Έννοιες Μητρικού θηλασμού</li> </ul>
<b>Περιεχόμενο ΥΕΚ</b>	<p>Διαστάσεις ΥΕΚ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• εμπλοκή όλων των φορέων</li> <li>• εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες</li> <li>• ηθική</li> <li>• ανοιχτή πρόσβαση</li> <li>• ισότητα των φύλων</li> <li>• ορθή διακυβέρνηση</li> </ul>
<b>Επιστημονικές Διαδικασίες/Δεξιότητες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διατύπωση Ερευνητικών ερωτημάτων</li> <li>• Παρατήρηση</li> <li>• Σχεδιασμός και διεξαγωγή διερευνήσεων</li> <li>• Χρήση δεδομένων για επιστημονικές εξηγήσεις</li> <li>• Επεξεργασία και ερμηνεία πληροφοριών</li> <li>• Επικοινωνία</li> <li>• Προσωπική και Κοινωνική Ευθύνη - Πολιτειότητα (τοπική και παγκόσμια)</li> </ul>
<b>Επίπεδα Γνώσης - Ταξινόμηση του Bloom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αξιολόγηση</li> <li>• Δημιουργία</li> <li>• Ανάλυση</li> <li>• Εφαρμογή</li> <li>• Κατανόηση</li> <li>• Γνώση</li> </ul>

*Πίνακας1 Άξονες Ανάλυσης Εκθεμάτων*

## Αποτελέσματα

Όπως φανερώνεται από τον πίνακα 2, τα εκθέματα με επιστημονικό περιεχόμενο τη Νανοτεχνολογία εστίαζαν μέσα από τις δραστηριότητες κατά κύριο λόγο στο μέγεθος και την κλίμακα με δραστηριότητες που σχετίζονταν με τη διάταξη αντικειμένων ανάλογα με το μέγεθός τους. Ως προς τις έννοιες των Μικροπλαστικών, υπήρχε εστίαση στον αριθμό των πλαστικών και την επίδρασή τους στη θαλάσσια ζωή. Ενώ ως προς τον Μητρικό θηλασμό, υπήρχε εστίαση στο εντερικό σύστημα, στον ρόλο του μικροβιώματος στο ανοσοποιητικό σύστημα καθώς και σε ασθένειες που συσχετίζονται με μεταβολές στο μικροβίωμα.

Επιστημονικό Περιεχόμενο		Σύνολο
Έννοιες Νανοτεχνολογίας	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μέγεθος και κλίμακα (νανόμετρο)</li> <li>Εφαρμογές και Προϊόντα στην καθημερινή ζωή</li> <li>Υπερυδροφοβικότητα (πχ. αυτοκαθαριζόμενα υλικά)</li> </ul>	10 8 8
Έννοιες Μικροπλαστικών	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αριθμός των πλαστικών και η επίδρασή τους στη θαλάσσια ζωή</li> <li>Μακροπλαστικά , Μικροπλαστικά</li> <li>Ροή των πλαστικών</li> </ul>	8 5 5
Έννοιες Μητρικού Θηλασμού	<ul style="list-style-type: none"> <li>Το εντερικό σύστημα στο ανοσοποιητικό σύστημα</li> <li>Χημική σύσταση μητρικού γάλακτος</li> <li>Διαφορές μητρικού – αγελαδινού γάλακτος</li> </ul>	5 4 3

Πίνακας 2 Επιστημονικές έννοιες στις δραστηριότητες εκθεμάτων

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ως προς τις πτυχές της ΥΕΚ που υπάρχουν στα εκθέματα με σκοπό τη διαπραγμάτευση των κοινωνικών προεκτάσεων των επιστημονικών τους αντικειμένων. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται φανερό ότι τα περισσότερα εκθέματα μέσα από τις δραστηριότητές τους εστίαζαν κυρίως στη διάσταση της ηθικής δεοντολογίας και έπειτα στην διάσταση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ). Λιγότερες δραστηριότητες υπήρχαν ως προς τις διαστάσεις της ορθής διακυβέρνησης, της ισότητας των φύλων και της ανοιχτής πρόσβασης.

Διαστάσεις ΥΕΚ	Νανο-τεχνολογία	Μικρο-πλαστικά	Μητρικός Θηλασμός	Συνολικές Δραστηριότητες
Ηθική	10	10	3	23
Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες	4	2	7	13
Εμπλοκή όλων των φορέων	2	4	2	8
Ορθή διακυβέρνηση	4	1	-	5
Ισότητα των φύλων	3	1	1	5
Ανοιχτή πρόσβαση	2	-	1	3

Πίνακας 3 Διαστάσεις της ΥΕΚ στις δραστηριότητες εκθεμάτων

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ως προς τις επιστημονικές διαδικασίες/δεξιότητες που αναπτύσσουν οι μαθητές κατά τη διαδικασία δημιουργίας του εκθέματος. Συγκεκριμένα, η δεξιότητα που αποτυπώθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό στα εκθέματα είναι η προσωπική και κοινωνική ευθύνη-πολιτεότητα. Έπειτα, μέσα από τα εκθέματα οι μαθητές κλήθηκαν να αναπτύξουν τη δεξιότητα της χρήσης δεδομένων για επιστημονικές εξηγήσεις, όπως φαίνεται

ιδιαίτερα στα εκθέματα της Νανοτεχνολογίας. Άλλη μια δεξιότητα που φαίνεται μέσα από τις δραστηριότητες των εκθεμάτων είναι εκείνη της επικοινωνίας, η οποία αναπτύσσεται κυρίως μέσα από τα εκθέματα του μητρικού θηλασμού. Οι τέσσερις τελευταίες δεξιότητες παρατηρείται να αποτυπώνονται κυρίως στα εκθέματα Νανοτεχνολογίας, καθώς ο τύπος των περισσότερων εκθεμάτων της αφορά πειράματα και προσομοιώσεις, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να εμπλέκονται οι μαθητές σε μεγαλύτερο βαθμό στις διαδικασίες διερεύνησης.

Επιστημονικές Διαδικασίες/Δεξιότητες	Νανοτεχνολογία	Μικροπλαστικά	Μητρικός Θηλασμός	Σύνολο
Προσωπική και Κοινωνική ευθύνη- Πολιτειότητα	16	15	8	39
Χρήση Δεδομένων για επιστημονικές εξηγήσεις	21	7	7	35
Επικοινωνία	12	7	10	29
Σχεδιασμός και διεξαγωγή διερευνήσεων	20	-	4	24
Παρατήρηση	12	2	4	18
Διατύπωση Ερευνητικών Ερωτημάτων	4	1	1	6
Επεξεργασία και Ερμηνεία Πληροφοριών	4	-	2	6

Πίνακας 4 Αποτύπωση επιστημονικών δεξιοτήτων στις δραστηριότητες εκθεμάτων

Επίπεδα Γνώσης - Ταξινόμηση του Bloom	Επιστημονικό Περιεχόμενο	Περιεχόμενο ΥΕΚ	Συνολικές Δραστηριότητες
Αξιολόγηση	-	13	13
Δημιουργία	6	2	8
Ανάλυση	22	1	23
Εφαρμογή	13	-	13
Κατανόηση	5	6	11
Γνώση	26	6	32

Πίνακας 5 Επίπεδα Γνώσης κατά την ταξινόμηση του Bloom στις δραστηριότητες των εκθεμάτων Επιστημονικού Περιεχομένου (ΕΠ) και Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (ΥΕΚ)

Από τον πίνακα 5 φαίνεται ότι από τις 13 δραστηριότητες που έχουν ως γνωστικό στόχο την αξιολόγηση, όλες σχετίζονται με διαστάσεις της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας. Δηλαδή η υψηλότερη γνωστική δυνατότητα αναπτύσσεται μέσα από τη διαπραγμάτευση των διαστάσεων της ΥΕΚ. Έπειτα, παρατηρείται ότι από τις 8 δραστηριότητες με γνωστικό στόχο τη δημιουργία οι 6 αφορούν το ΕΠ ενώ οι 2 το περιεχόμενο που βασίζεται στις ΥΕΚ. Πιο συγκεκριμένα η ικανότητα σχηματισμού ενός νέου συνόλου αναπτύσσεται στους μαθητές κυρίως με δραστηριότητες του ΕΠ. Επίσης, η γνωστική δυνατότητα της ανάλυσης

αποτυπώνεται κατά κύριο λόγο στις δραστηριότητες του ΕΠ, αφού σχετίζεται με δραστηριότητες ανάλυσης, πειραματισμού, ταξινόμησης κ.ά. Από τις χαμηλότερες γνωστικού επιπέδου δυνατότητες φαίνεται ότι η Εφαρμογή πραγματοποιείται σε δραστηριότητες που αφορούν το ΕΠ, καθώς και η γνώση-ανάκληση αναπτύσσεται από τους μαθητές κυρίως μέσα από το ΕΠ των δραστηριοτήτων.

## Συμπεράσματα

Μέσα από την παρούσα έρευνα φανερώθηκε ότι ο σχεδιασμός των εκθεμάτων οδηγούσε τους μαθητές να σκεφτούν τα θέματα που προκύπτουν σε σχέση με τις επιστημονικές έννοιες που μελετούσαν, με αποτέλεσμα να αναδείξουν με τρόπους επίδειξης τις διαστάσεις της ΥΕΚ του πεδίου έρευνας ή/και καινοτομίας (Arothecker et al., 2016). Μέσα από δραστηριότητες με περιεχόμενο των διαστάσεων ΥΕΚ, οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να αναπτύξουν τη δεξιότητα της προσωπικής και κοινωνικής ευθύνης-πολιτεϊότητας, κατά την οποία μπορούσαν να προβληματίζονται για τις προσωπικές τους ευθύνες στον τομέα της έρευνας και της καινοτομίας (Reis et al., 2020· Santi & Gorghiu, 2019).

Επίσης, πολύ σημαντικό αποτέλεσμα είναι αυτό της διαφοροποίησης των γνωστικών δυνατοτήτων μεταξύ επιστημονικού περιεχομένου και περιεχομένου διαστάσεων ΥΕΚ. Συγκεκριμένα, η υψηλότερη γνωστική δυνατότητα φάνηκε να αναπτύσσεται μέσα από τη διαπραγμάτευση των διαστάσεων της ΥΕΚ, από τη στιγμή που όλες οι δραστηριότητες των εκθεμάτων με γνωστικό στόχο την αξιολόγηση ήταν περιεχομένου ΥΕΚ. Όπως φανερώθηκε και μέσα από προηγούμενες έρευνες, η διαπραγμάτευση διαστάσεων ΥΕΚ βοηθάει τους μαθητές να οδηγηθούν στην ανάπτυξη πιο περίπλοκων τρόπων σκέψης (Zeidler & Nichols, 2009).

Συμπερασματικά, μέσα από την παρούσα έρευνα φανερώθηκε ότι η δημιουργία εκθεμάτων βοηθάει στη ανάπτυξη βασικών διαστάσεων του επιστημονικού γραμματισμού, που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Holbrook & Rannikmae, 2009· Özdemetel, 2010· Turiman et al., 2012) και συγκεκριμένα μέσα στις διαστάσεις:

- Κατανόηση βασικών επιστημονικών όρων και εννοιών μέσα από τις έννοιες των επιστημονικών περιεχομένων των εκθεμάτων
- Εφαρμογή επιστημονικής γνώσης μέσα από τα δραστηριότητες των εκθεμάτων και στην εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία μέσα από τις διαδικασίες διερεύνησης
- Χρήση επιστημονικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως της προσωπικής και κοινωνικής ευθύνης, στην καθημερινή ζωή
- Συνειδητοποίηση και κατανόηση του αντίκτυπου της επιστήμης και της τεχνολογίας στην κοινωνία και στο περιβάλλον μέσα από την διαπραγμάτευση των διαστάσεων της ΥΕΚ.

Τέλος, σύμφωνα με τα παραπάνω μπορεί να δημιουργηθεί το συμπέρασμα ότι τα εκθέματα που δημιουργούν οι μαθητές αποτελούν έναν νέο και εναλλακτικό τρόπο αξιολόγησης των μαθητών ως προς τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχουν αναπτύξει και ότι αναπτύσσουν βασικές διαστάσεις του επιστημονικού γραμματισμού.

## Βιβλιογραφία

- Apotheker, J., Blonder, R., Akaygün, S., Reis, P., Kampschulte, L., & Laherto, A. (2016). Responsible Research and Innovation in secondary school science classrooms: Experiences from the project IRRESISTIBLE. *Pure and Applied Chemistry*, 89(2), 211-219. <https://doi.org/10.1515/pac-2016-0817>
- 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.
- 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.
- Boujaoude, S.A. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon. *International Journal of Science Education*, 24:2, 139-156
- Blonder, R., Zemler, E., & Rosenfeld, S. (2016). The story of lead: a context for learning about responsible research and innovation (RRI) in the chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 1145-1155. <https://doi.org/10.1039/C6RP00177G>
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Science and Environmental Education*, 4: 275–288.
- Kampschulte, L. & Parchmann, I. (2015). The student-curated exhibition – a new approach to getting in touch with science. *Lumat*, 3(4), 462-482
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Dordrecht: Springer Netherlands
- National Research Council. (2010). *Exploring the Intersection of Science Education and 21st Century Skills: A Workshop Summary*. Margaret Hilton, Rapporteur. Board on Science Education, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press
- Özdem, Y., Cavaş, P., Cavaş, B., Çakıroğlu, J., & Ertepinar, H. (2010). An investigation of elementary students' scientific literacy levels. *Journal of Baltic Science Education*, 9(1), 6-19
- Reis, P., Tinoca, L., Baptista, M. & Linhares, E. (2020). The Impact of Student-Curated Exhibitions about Socio-Scientific Issues on Students' Perceptions Regarding Their Competences and the Science Classes. *Sustainability*. 12(7):2796. <https://doi.org/10.3390/su12072796>
- Santi, A., & Gorghiu, G. (2019). Cognitive and Emotional Dimensions Recorded when Implementing Specific Responsible Research and Innovation Aspects in Science Lessons. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 11(3), 224-234. <https://doi.org/10.18662/rrem/147>
- Sleeper, M., & Sterling, R. (2004). The inclass science exhibition. *Science Scope*, 27(6), 49–52.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A.M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110 – 116.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49.

## Η γνωστική εμπλοκή των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο

**Κωνσταντίνος Καράμπελας, Μιχαήλ Σκουμιός**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος*

### Περίληψη

Η έρευνα που μελετά τα επίπεδα της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία είναι περιορισμένη. Η εργασία αυτή αποσκοπεί στη μελέτη των επιπέδων της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο. Πραγματοποιήθηκαν παρακολουθήσεις διδασκαλιών Φυσικών Επιστημών σε δημοτικά σχολεία για 160 διδακτικές ώρες και με φύλλα παρατήρησης προσδιορίστηκαν τα επίπεδα της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών σε κάθε πεντάλεπτο της διδακτικής διαδικασίας. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι το επίπεδο της γνωστικής εμπλοκής που κυριαρχούσε ήταν το παθητικό, ενώ αυτά που παρατηρήθηκαν λιγότερο ήταν το ενεργητικό, το εποικοδομητικό και το διαδραστικό.

**Λέξεις κλειδιά:** γνωστική εμπλοκή, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, παρατήρηση

## Cognitive Engagement of Pupils in Science Teaching in Elementary Schools

**Konstantinos Karampelas, Michael Skoumios**

*Department of Primary Education, University of the Aegean, Rhodes*

### Abstract

The research that examines the levels of cognitive engagement in instruction is limited. This study aims to identify the levels of cognitive engagement of learners during science teaching in elementary school. A total of 160 science teaching hours have been observed in elementary schools. An observation sheet was used for each session. In this sheet, the session was split to five-minute periods. The level of cognitive engagement for each period was noted. The analysis showed that the dominant level was the passive. The others, the active, constructive and interactive, were observed less frequently.

**Keywords:** cognitive engagement, science education, elementary education, observation



## Εισαγωγή

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο ευρύτερο πεδίο της έρευνας που διερευνά τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών κατά τη μαθησιακή διαδικασία (Chi et al., 2018). Ειδικότερα, επικεντρώνεται στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο.

Είναι αναγκαία η μελέτη της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία, αφού ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι αυτή συνδέεται με καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Finn & Zimmer, 2012). Επιπλέον, οι μαθητές που παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα γνωστικής εμπλοκής κατά τη διδασκαλία συνήθως χρησιμοποιούν αποτελεσματικότερες στρατηγικές μάθησης (Krapp, 2000) και είναι πιο πιθανόν να βιώσουν τη μάθηση ως επιβράβευση (Marks, 2000).

Η γνωστική εμπλοκή αναφέρεται στη σχέση του μαθητή με το εκπαιδευτικό υλικό. Ειδικότερα, αφορά στο επίπεδο «ψυχολογικής επένδυσης» στη μαθησιακή διαδικασία που επιδεικνύει ο μαθητής (Fredricks et al., 2004). Οι Chi & Wylie (2014) πρότειναν τέσσερα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής των μαθητών:

- (α) το παθητικό (passive), όπου οι μαθητές προσέχουν στο μάθημα και προσλαμβάνουν πληροφορίες, χωρίς να κάνουν κάτι άλλο με αυτές,
- (β) το ενεργητικό (active), όπου οι μαθητές διαπραγματεύονται το εκπαιδευτικό υλικό που τους παρέχεται χωρίς να προτείνουν νέες πληροφορίες,
- (γ) το εποικοδομητικό (constructive), όπου οι μαθητές συνδυάζουν τις πληροφορίες που τους παρέχονται και διαμορφώνουν νέες ιδέες πέραν από αυτές που τους παρέχει η διδασκαλία ή το εκπαιδευτικό υλικό και
- (δ) το διαδραστικό (interactive), όπου οι μαθητές αλληλεπιδρούν διαλογικά, διαμορφώνουν νέες ιδέες με βάση τις πληροφορίες που τους παρέχονται, επεξεργάζονται τις ιδέες τους και συν-κατασκευάζουν νέα γνώση.

Τα τέσσερα παραπάνω επίπεδα έχουν μεταξύ τους μια ιεραρχική σχέση. Η μετάβαση από το παθητικό στο ενεργητικό, το εποικοδομητικό και το διαδραστικό υποδηλώνει μεγαλύτερη γνωστική εμπλοκή και καθώς οι μαθητές εμπλέκονται σε υψηλότερο επίπεδο γνωστικής εμπλοκής η μάθησή τους διαπιστώθηκε ότι προάγεται (Chi et al., 2018).

Ερευνητές όπως οι Barlow et al. (2020) καθώς και οι Chi et al. (2018), έχουν μελετήσει τα επίπεδα της γνωστικής εμπλοκής που επιτυγχάνονται στη διδασκαλία. Γενικά, οι περισσότερες σχετικές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί σε σχολεία της δευτεροβάθμιας ή στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Barlow & Brown, 2020; Lugosi & Uribe, 2020; Tharayil et al., 2018), ωστόσο εντοπίστηκαν και έρευνες που αφορούν σε δημοτικά σχολεία (Chi et al., 2018; Tharayil et al., 2018). Από τις έρευνες αυτές προέκυψε ότι το επίπεδο γνωστικής εμπλοκής των μαθητών που κυριαρχεί είναι το παθητικό επίπεδο. Σπάνια μπορεί να παρατηρηθεί το ενεργητικό και ακόμα σπανιότερα το εποικοδομητικό και το διαδραστικό επίπεδο.

Οι έρευνες που αφορούν στη διερεύνηση των επιπέδων της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως μέσω ερωτηματολογίων. Είναι περιορισμένη η έρευνα για αυτό το θέμα που να έχει πραγματοποιηθεί μέσω παρατήρησης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Επιπλέον, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που να αφορά στο παραπάνω ζήτημα κατά

τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Επιπρόσθετα, απουσιάζουν έρευνες που να αφορούν στο παραπάνω ζήτημα κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στον ελληνικό χώρο.

## Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στη διερεύνηση των επιπέδων της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο. Ειδικότερα, η εργασία αυτή επιδιώκει να δώσει απάντηση στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: ποια είναι η κατανομή των επιπέδων γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου;

Στην εργασία αυτή αξιοποιήθηκε η παρατήρηση της εκπαιδευτικής πράξης (Cohen et al., 2011; Hora, 2015). Πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις των διδασκαλιών για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών που διεξήγαγαν 80 εκπαιδευτικοί δημοτικών σχολείων των Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεων. Σε κάθε τάξη έγινε παρακολούθηση για δύο διδακτικές ώρες. Επομένως, έγιναν παρατηρήσεις διδασκαλιών 160 διδακτικών ωρών. Κατά την παρακολούθηση, καταγραφόταν το επίπεδο της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών σε κάθε πεντάλεπτο. Το σύνολο των πενταλέπτων που παρακολούθηθηκαν ήταν 1440. Οι παρατηρήσεις των διδασκαλιών έγιναν από τεταρτοετείς φοιτητές του παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Για τον καθορισμό των επιπέδων γνωστικής εμπλοκής των μαθητών χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο των Chi & Wylie (2014) που ταξινομεί τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών σε τέσσερα επίπεδα.

(α) Παθητικό επίπεδο: οι μαθητές λαμβάνουν πληροφορίες από το εκπαιδευτικό υλικό ή τον εκπαιδευτικό χωρίς αλληλεπίδραση. Για παράδειγμα, βλέπουν ένα βίντεο, ακούν μια διάλεξη, διαβάζουν ένα κείμενο.

(β) Ενεργητικό επίπεδο: οι μαθητές εμπλέκονται με το εκπαιδευτικό υλικό χωρίς να προτείνουν νέες πληροφορίες. Για παράδειγμα, κρατούν σημειώσεις, υπογραμμίζουν τμήματα ενός κειμένου κατόπιν υπόδειξης, χειρίζονται ένα βίντεο (ξεκίνημα, σταμάτημα), αντιγράφουν μια λύση από τον πίνακα, χρησιμοποιούν όργανα και κάνουν μετρήσεις, δείχνουν κάτι, αποστηθίζουν πληροφορίες.

(γ) Εποικοδομητικό επίπεδο: οι μαθητές δημιουργούν νέες γνώσεις (πέραν από αυτές που τους παρέχονται) με βάση τις ήδη υπάρχουσες, τις συγκρίνουν και τις συνδέουν με άλλες γνώσεις. Για παράδειγμα, δίνουν δικές τους απαντήσεις σε προβλήματα και τις επαληθεύουν ή τις απορρίπτουν κατόπιν υπόδειξης, κρατούν σημειώσεις με δικό τους τρόπο, κάνουν συγκρίσεις απαντήσεων σε ερωτήματα από διαφορετικές πηγές, διαμορφώνουν περιλήψεις, κατασκευάζουν εννοιολογικούς χάρτες ή διαγράμματα, εξηγούν με δικά τους λόγια, προχωρούν από μια ιδέα που μελετούν στις συνέπειές της, ολοκληρώνουν μια ημιτελή λύση, θέτουν ερωτήσεις, δικαιολογούν τους ισχυρισμούς τους, δημιουργούν υποθέσεις, συγκρίνουν ιδέες.

(δ) Διαδραστικό επίπεδο: οι μαθητές συνεργάζονται και συζητούν μεταξύ τους, διαμορφώνουν νέες ιδέες με βάση τις πληροφορίες που τους παρέχονται, επεξεργάζονται τις ιδέες τους και συν-κατασκευάζουν νέα γνώση. Για παράδειγμα, διαμορφώνουν μια εξήγηση μαζί με συμμαθητές τους, εμπλέκονται σε διαλογική επιχειρηματολογία προκειμένου να συγκρίνουν επιχειρήματα, ανακεφαλαιώνουν,

υποστηρίζουν και προσθέτουν ιδέες σε άλλα σχόλια συμμαθητών τους, συζητούν, τροποποιούν και συν-διαμορφώνουν με συμμαθητές τους ένα εννοιολογικό χάρτη που δημιούργησαν.

Μέσω των παρατηρήσεων των διδασκαλιών, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των επιπέδων γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στις διδασκαλίες κάθε πέντε λεπτά και υπολογίστηκαν οι συχνότητες αυτών των επιπέδων.

## Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των πεντάλεπτων για τα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τις διδασκαλίες των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου.

Επίπεδα γνωστικής εμπλοκής	Συχνότητες	Ποσοστά
Παθητικό	577	40,07%
Ενεργητικό	374	25,97%
Εποικοδομητικό	283	19,65%
Διαδραστικό	206	14,31%

Πίνακας 14 Συχνότητες και ποσοστά των πεντάλεπτων των επιπέδων γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τις διδασκαλίες

Προέκυψε ότι κυριαρχεί το παθητικό επίπεδο γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τις διδασκαλίες (40,07%). Είναι συγκριτικά με αυτό μικρότερο το ποσοστό του ενεργητικού επιπέδου γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τις διδασκαλίες (25,97%). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι είναι ακόμα πιο μικρά τα ποσοστά του εποικοδομητικού (19,65%) αλλά και του διαδραστικού επιπέδου γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τις διδασκαλίες (14,31%).

## Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή έγινε διερεύνηση των επιπέδων της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αυτή επιδίωξε να διερευνήσει την κατανομή των επιπέδων γνωστικής εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου.

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι το επίπεδο της γνωστικής εμπλοκής που κυριαρχεί κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου είναι το παθητικό επίπεδο. Διαπιστώθηκε επίσης ότι ακολουθεί το ενεργητικό, ενώ αυτά που παρατηρούνται λιγότερο είναι το εποικοδομητικό και το διαδραστικό επίπεδο.

Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα ερευνών από τα οποία προέκυψε ότι οι εκπαιδευτικοί δεν εμπλέκουν συχνά τους μαθητές με δραστηριότητες που σχετίζονται με το διαδραστικό ή το εποικοδομητικό επίπεδο γνωστικής εμπλοκής (ενδεικτικά: Chi et al., 2018). Όμως, έχει επισημανθεί η αναγκαιότητα αύξησης του χρόνου όπου οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στη

μαθησιακή διαδικασία (NRC, 2012), ώστε να τους δοθούν ευκαιρίες να διαπραγματευτούν τις ιδέες τους μέσω συζητήσεων με τους συμμαθητές τους και τον εκπαιδευτικό (Windschitl & Stroupe, 2017). Αυτό θα μπορούσε να γίνει μέσω επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, ώστε να είναι ικανοί να διαμορφώνουν κατάλληλα το μαθησιακό περιβάλλον, ώστε να επιτυγχάνεται το διαδραστικό ή το εποικοδομητικό επίπεδο γνωστικής εμπλοκής των μαθητών. Επίσης, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη νέου εκπαιδευτικού υλικού για τους μαθητές (με δραστηριότητες που αφορούν στο διαδραστικό ή το εποικοδομητικό επίπεδο γνωστικής εμπλοκής) και η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε θέματα διδασκαλίας αυτού του εκπαιδευτικού υλικού (Morris & Chi, 2020).

Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να διερευνηθεί η συμβολή επιμορφωτικών προγραμμάτων στις ικανότητες των εκπαιδευτικών να συγκροτούν δραστηριότητες εποικοδομητικού ή διαδραστικού τύπου. Επίσης, προτείνεται να αναπτυχθεί νέο εκπαιδευτικό υλικό (με δραστηριότητες διαφορετικών επιπέδων ως προς τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών) και να διερευνηθεί η επίδρασή του στη γνωστική εμπλοκή των μαθητών και στα μαθησιακά τους αποτελέσματα.

## Βιβλιογραφία

- Barlow, A., & Brown, S. (2020). Correlations between modes of student cognitive engagement and instructional practices in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00214-7>
- Barlow, A., Brown, S., Lutz, B., Pitterson, N., Hunsu, N., & Adesope, O. (2020). Development of the student course cognitive engagement instrument (SCCEI) for college engineering courses. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 7, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00220-9>
- Chi, M. T. H., & Wiley, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Chi, M. T. H., Adams, J., Bogusch, E. B., Bruchok, C., Kang, S., Lancaster, M., Levy, R., Li, N., McEldoon, K. L., Stump, G. S., Wiley, R., Xu, D., & Yaghmourian, D. L. (2018). Translating the ICAP Theory of Cognitive Engagement into Practice. *Cognitive Science*, 42(6), 1777–1832. <https://doi.org/10.1111/cogs.12626>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7th ed.). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203720967>
- Finn, J. D., & Zimmer, K. S. (2012). Student Engagement: What Is It? Why Does It Matter? In *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 97–131). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_5)
- Fredricks, J. A., Filsecker, M., & Lawson, M. A. (2016). Student engagement, context, and adjustment: Addressing definitional, measurement, and methodological issues. *Learning and Instruction*, 43, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.02.002>
- Gobert, J. D., Baker, R. S., & Wixon, M. B. (2015). Operationalizing and detecting disengagement within online science microworlds. *Educational Psychologist*, 50, 43–57. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.999919>
- 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. <https://doi.org/10.1002/sce.21175>

- Krapp, A. (2000). Interest and Human Development During Adolescence: An Educational-Psychological Approach. In *Motivational Psychology of Human Development - Developing Motivation and Motivating Development* (pp. 109–128). Elsevier.  
[https://doi.org/10.1016/s0166-4115\(00\)80008-4](https://doi.org/10.1016/s0166-4115(00)80008-4)
- Lugosi, E., & Uribe, G. (2020). Active learning strategies with positive effects on students' achievements in undergraduate mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(2), 403–424. Informa UK Limited.  
<https://doi.org/10.1080/0020739x.2020.1773555>
- Marks, H. M. (2000). Student engagement in instructional activity: Patterns in the elementary, middle, and high school years. *American Educational Research Journal*, 37(1), 153–184. <https://doi.org/10.2307/1163475>
- Morris, J. & Chi, M. (2020) Improving teacher questioning in science using ICAP theory, *The Journal of Educational Research*, 113(1), 1-12.  
<https://doi.org/10.1080/00220671.2019.1709401>
- National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education*. Washington, D.C.: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Swift, L. & Piff, T., (2014). *Quantitative Methods for Business, Management & Finance*. (4th ed.) Palgrave. Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-1-137-33794-8>
- Tharayil, S., Borrego, M., Prince, M., Nguyen, K. A., Shekhar, P., Finelli, C. J., & Waters, C. (2018). Strategies to mitigate student resistance to active learning. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0102-y>
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., II, Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., & Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. In *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Vol. 117, Issue 12, pp. 6476–6483). Proceedings of the National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Windschitl, M. A., & Stroupe, D. (2017). The three-story challenge: Implications of the next generation science standards for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 68(3), 251–262. <https://doi.org/10.1177/0022487117696278>

Ιδέες και διαδικασίες μάθησης Φοιτητών Τμημάτων Φυσικής και Χημείας πάνω στις εξαρτώμενες από το μέγεθος οπτικές ιδιότητες υλικών στην νανοκλίμακα

**Ιωάννης Μεταξάς<sup>1</sup>, Ιωάννης Παυλίδης<sup>1</sup>, Δημήτριος Σταύρου<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης

<sup>2</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

## Περίληψη

Το καινοτόμο πεδίο της Νανοτεχνολογίας έχει ευρέως καταγεγραμμένη διδακτική αξία σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται η εφαρμογή μιας διδακτικής ακολουθίας, δομημένη με βάση τις αρχές του Μοντέλου της Διδακτικής Αναδόμησης, που υλοποιήθηκε με τη μέθοδο του Διδακτικού Πειράματος σχετικά με τις εξαρτώμενες από το μέγεθος ιδιότητες στην νανοκλίμακα με σκοπό τη διερεύνηση ιδεών και διαδικασιών μάθησης φοιτητών/τριων τμημάτων χημείας και φυσικής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ως κύριο γνωστικό εμπόδιο την αντιμετώπιση του χρώματος ως εγγενή ιδιότητα των υλικών καθώς και μία πιθανή διαδικασία υπέρβασής του σε δύο στάδια μέσω της εισαγωγής της έννοιας του κβαντικού εγκλωβισμού.

**Λέξεις κλειδιά:** Διαδικασίες μάθησης, Τριτοβάθμια εκπαίδευση, Νανοτεχνολογία

Ideas and learning processes of Physics and Chemistry student on the size-dependent optical properties of nanomaterials

**Ioannis Metaxas<sup>1</sup>, Ioannis Pavlidis<sup>1</sup>, Dimitrios Stavrou<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Chemistry, University of Crete

<sup>2</sup>Department of Primary Education, University of Crete

## Abstract

The state-of-the-art field of Nanotechnology has a well-documented educational value. Herein a novel teaching sequence is implemented based on Model of Educational Reconstruction regarding size-dependent properties at the nanoscale with the goal to identify the chemistry and physics undergraduate students' ideas and learning process. This sequence was constructed as a Teaching Experiment and yielded one main cognitive constraint, the idea that color is an inherit size independent property as well as a possible two step learning progression through the introduction of the concept of quantum confinement.

**Keywords:** Learning Processes, University Education, Nanotechnology

## Εισαγωγή

Το πεδίο της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας (NET) είναι ένα καινοτόμο και διεπιστημονικό πεδίο. Οι μελέτες στη NET στοχεύουν στον χειρισμό της ύλης στην νανοκλίμακα (τυπικά 1 με 100 nm) με σκοπό την ανάδειξη νέων ιδιοτήτων, όπως οπτικές, μηχανικές, βιολογικές (Bhushan et al., 2014). Πολλές από αυτές τις ιδιότητες είναι “εξαρτώμενες από το μέγεθος” δηλαδή το μέγεθος μίας νανοδομής επηρεάζει άμεσα τις μακροσκοπικές της ιδιότητες (Biju et al., 2008). Η διδακτική αξία του νανο-γραμματισμού είναι ευρέως διαδεδομένη στη βιβλιογραφία (π.χ. Stevens et al., 2009) και πολλά εκπαιδευτικά προγράμματα βασισμένα στη NET έχουν ήδη εφαρμοστεί (Jackman et al., 2020). Τα κύρια επιχειρήματα υπέρ της εισαγωγής της NET σε εκπαιδευτικά προγράμματα εντοπίζονται στη διεπιστημονικότητά της (Mandrikas et al., 2019) και στην επιστημονική καινοτομία της, μέσω της οποίας οι μαθητές/τριες εισάγονται σε θέματα της φύσης της επιστήμης (Schank et al., 2009). Επιπροσθέτως, η NET μπορεί να αποτελέσει ένα κατάλληλο πλαίσιο έτσι ώστε οι μαθητές/τριες να αναπτύξουν την κατανόησή τους πάνω σε μία θεμελιώδη ιδέα των φυσικών επιστημών της “σχέσης ιδιοτήτων-δομής”, ότι δηλαδή οι φυσικοχημικές ιδιότητες ενός υλικού καθορίζονται από τη δομή και τη σύσταση των νανοδομών τους (Talanquer, 2018).

Αν και η συμπερίληψη της NET και των εξαρτώμενων από το μέγεθος ιδιοτήτων στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) στη σχολική (π.χ. Stevens et al., 2009) αλλά και στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση (π.χ. Larm et al., 2020) δεν είναι καινοτόμος ιδέα, υπάρχουν διακριτές διαφορές μεταξύ των ερευνών σε αυτές τις δύο εκπαιδευτικές βαθμίδες. Ενώ η πλειοψηφία των ερευνών στη σχολική εκπαίδευση είναι θεμελιωμένες σε θεωρητικά πλαίσια μέσω των οποίων το επιστημονικό περιεχόμενο αναδομείται σε διδακτικό περιεχόμενο, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση οι έρευνες κυρίως αποτελούνται από πειραματικά πρωτόκολλα για προπτυχιακά εργαστήρια. Σε αυτές τις έρευνες η επιστημονική γνώση παρουσιάζεται ως έχει χωρίς κάποιον προηγούμενο διδακτικό μετασχηματισμό. Συνεπώς υπάρχει μία ανάγκη για ανάπτυξη ερευνών που να μελετούν την εισαγωγή της NET και των εξαρτώμενων από το μέγεθος ιδιοτήτων στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση βασισμένες σε θεωρητικά πλαίσια της ΔΦΕ.

Για να μπορέσει να γίνει η εισαγωγή ενός γνωστικού αντικείμενου σε έναν οδηγό σπουδών και να δημιουργηθούν μαθησιακά περιβάλλοντα βασισμένα σε εμπειρικές έρευνες, πρέπει και η διδακτική αξία του να αποσαφηνιστεί αλλά και οι διαδικασίες μάθησης που ακολουθούνται από τους φοιτητές/μαθητές (Duit et al., 2012). Στην περίπτωση της NET υπάρχουν δημοσιευμένες έρευνες πάνω στις διαδικασίες μάθησης των μαθητών στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση (π.χ. Smith et al., 2006; Stevens et al., 2010), παρόλα αυτά υπάρχει μία απουσία εμπειρικών ερευνών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση που να ανιχνεύουν τέτοιες διαδικασίες.

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των ιδεών και γνωστικών εμποδίων που έχουν οι φοιτητές/τριες των Τμημάτων Φυσικής και Χημείας σε σχέση με την επίδραση του μεγέθους στις οπτικές ιδιότητες νανοσωματιδίων, καθώς και τις πορείες που ακολουθούν για να ξεπεράσουν αυτά τα εμπόδια. Πιο συγκεκριμένα η έρευνα επικεντρώνει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

“Ποιες είναι οι ιδέες των φοιτητών πάνω στις εξαρτώμενες από το μέγεθος οπτικές ιδιότητες στην νανοκλίμακα;”

“Ποιες είναι οι διαδικασίες μάθησης των φοιτητών πάνω στην επίδραση του μεγέθους στις οπτικές ιδιότητες ενός νανοϋλικού;”.

## **Μεθοδολογία**

### *Θεωρητικό Πλαίσιο*

Το θεωρητικό πλαίσιο αυτής της έρευνας είναι το “Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης” (ΜΔΑ, Model of Educational Reconstruction) (Duit et al., 2012). Το ΜΔΑ έχει αποδειχθεί ένα πολύτιμο πλαίσιο σε ένα μεγάλο αριθμό ερευνών από διάφορους ερευνητές (π.χ. Stavrou et al., 2018). Στόχος αυτού του μοντέλου είναι να φέρει σε ισορροπία το επιστημονικό περιεχόμενο με αρχές της ΔΦΕ, έτσι ώστε να δομηθούν Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες (Méhaut & Psillos, 2004). Το ΜΔΑ χαρακτηρίζεται από τρεις βασικούς και αλληλένδετους πυλώνες. Ο πρώτος πυλώνας είναι η αποσαφήνιση και ανάλυση του φυσικοχημικού περιεχομένου και αποτελεί ένα συνδυασμό της αποσαφήνισης των θεμελιωδών αρχών που διέπουν το περιεχόμενο αλλά και της διδακτικής του αξίας. Ο δεύτερος πυλώνας είναι οι έρευνες πάνω στη διδασκαλία και στη μάθηση και αποτελεί το σύνολο των ερευνών πάνω στις ιδέες των φοιτητών και των διαδικασιών μάθησης αλλά και τις ιδέες και πεποιθήσεις των διδασκόντων πάνω σε επιστημονικά θέματα. Ο τρίτος και τελευταίος πυλώνας είναι ο σχεδιασμός και αξιολόγηση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος (δραστηριότητες, διδακτικά εργαλεία, κλπ). Όπως προαναφέρθηκε, ο κάθε πυλώνας δεν είναι ανεξάρτητος του άλλου, αλλά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και ο ένας ανατροφοδοτεί τον άλλο.

### **Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας**

Στην παρούσα έρευνα, διερευνήθηκαν οι ιδέες και οι διαδικασίες μάθησης φοιτητών των Τμημάτων Φυσικής και Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης με τη χρήση της μεθόδου του Διδακτικού Πειράματος (ΔΠ) (Komorek et al., 2004; Stavrou & Duit, 2014). Τα ΔΠ αποτελούν μία μορφή συνέντευξης - διδασκαλίας σχεδιασμένη για μικρές ομάδες μαθητευομένων, στις οποίες ο ερευνητής πρέπει να υποστηρίζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ομάδας των μαθητευόμενων και να παρεμβαίνει όταν αυτή η συζήτηση παύει να είναι καρποφόρα. Η μέθοδος του ΔΠ ακολουθεί τις αρχές του ΜΔΑ και στοχεύει στην έρευνα των ιδεών των μαθητών/φοιτητών, καθώς και στην αποσαφήνιση των διαδικασιών μάθησης που μπορούν να τους/τις οδηγήσουν από τις αρχικές τους ιδέες προς την επιστημονική γνώση.

Η έρευνα δομήθηκε σε τρεις φάσεις βάση του άνωθεν πλαισίου και μεθοδολογίας. Όσον αφορά τη Φάση 1, η διδακτική ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου οδήγησε στον καθορισμό δύο θεμελιωδών ιδεών (Metaxas et al., 2021): (α) Οι εντατικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από το μέγεθός του στη νανοκλίμακα (β) Οι ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από την κβάντωση των ενεργειακών του επιπέδων. Βάση αυτών στην Φάση 2 δομήθηκε μία διδακτική ακολουθία, η οποία εφαρμόστηκε στην Φάση 3 σε 6 ομάδες φοιτητών/τριών των Τμημάτων Φυσικής και Χημείας (ομάδες δύο ατόμων, ένα από κάθε τμήμα) με τη μέθοδο του ΔΠ, χωρισμένη σε τέσσερις συναντήσεις. Στην πρώτη συνάντηση έγινε



μία εισαγωγική συζήτηση πάνω σε εφαρμογές τις νανοτεχνολογίας, έτσι ώστε να υπάρξει προσανατολισμός των φοιτητών/τριών πάνω στο αντικείμενο της ΝΕΤ. Στην δεύτερη συνάντηση κλήθηκαν να εκφράσουν τις ιδέες τους πάνω στην επίδραση του μεγέθους πάνω στο χρώμα ενός νανοϋλικού μέσω δύο δραστηριοτήτων: α) στις χρωματικές αλλαγές που παρουσιάζονται κατά την σύνθεση νανοσωματιδίων CdSe και β) στα διαφορετικά χρώματα συσσωματωμάτων νανοσωματιδίων χρυσού συζευγμένα με DNA. Στην τρίτη συνάντηση συζητήθηκε ο τρόπος που η κβάντωση των ενεργειακών επιπέδων ενός νανοσωματιδίου επηρεάζεται από το μέγεθός του μέσω μίας δραστηριότητας ηλεκτρονικής προσομοίωσης του μοντέλου του απειροβάθμου πηγαδιού. Επίσης, μέσω μίας δραστηριότητας στην οποία χρησιμοποιείται ένα υπολογιστικό φύλλο excel, διερευνάται το κατά πόσο η εξάρτηση μεγέθους-κβάντωσης είναι εγγενής μόνο στη νανοκλίμακα. Στην τέταρτη συνάντηση συζητήθηκαν με τους φοιτητές εφαρμογές νανοτεχνολογίας από διάφορα πεδία (ιατρική, περιβάλλον, εγκληματολογία). Για την καλύτερη κατανόηση της όλης διαδικασίας ανάδειξης γνωστικών εμποδίων, στη δεύτερη συνάντηση πρώτα παρουσιάζεται η σύνθεση των νανοσωματιδίων στους φοιτητές/τριές και μετά καλούνται να προσφέρουν ερμηνείες στο φαινόμενο που τους παρουσιάστηκε και με αυτό τον τρόπο αναδεικνύονται τα εμπόδια που συναντούν. Παραδείγματος χάριν ο φοιτητής Φ2 αναφέρει “...αν πριν υπήρχαν λιγότερα νανοσωματίδια και παράγονται στην πορεία, ναι, νομίζω θα μπορούσε να αλλάξει εύκολα το χρώμα της όλης ουσίας με τον χρόνο”, συνεπώς ερμηνεύει τη χρωματική αλλαγή ως αλλαγή ποσότητας των νανοσωματιδίων αντί για αλλαγή του μεγέθους τους.

Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστεί η ανάλυση των δεδομένων της εφαρμογής του ΔΠ (Φάση 3) καθώς και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή.

Αρχή Κωδικοποίησης	Παράδειγμα
Κωδικοί δόθηκαν σε εκφράσεις που αφορούν ιδέες πάνω σε χρωματικές αλλαγές ή/και στον μηχανισμό που τις διέπει	X2: “Φαντάζομαι ότι επειδή της θέρμανσης [τα ηλεκτρόνια] διεγείρονται και μετά αποδιεγείρονται καθώς περνά ο χρόνος και το χρώμα οφείλεται σε αυτό.”
Εκφράσεις πάνω στα χαρακτηριστικά μίας δραστηριότητας δεν θα κωδικοποιούνται	Φ4: “...Όταν λέμε “ηλεκτρικό ρεύμα” είναι, ας πούμε, ένας κατευθυνόμενος προσανατολισμός των ηλεκτρονίων, οπότε συνδέεται με τα ηλεκτρόνια”
Όταν ένας/μία φοιτητής/τρια συμφωνεί με ένα/μία φοιτητή/τρια και οι δύο λαμβάνουν τον ίδιο κωδικό	Φ4: “... στα μικρόμετρα ή μακρόμετρα το λ [μήκος κύματος] δεν βγάζει πολύ νόημα στις περισσότερες περιπτώσεις, οπότε χρειαζόμαστε μερικά νανόμετρα, έτσι ώστε να έχουμε μία ουσιώδη διαφορά στα μήκη κύματος, το οποίο είναι αυτό που μας ενδιαφέρει, για να είναι στο ορατό φάσμα” Διδάσκων/ουσα: “Εσύ X4;” X4: “Ναι αυτό. Τα μικρόμετρα και τα φυσιολογικά μέτρα... δεν βλέπουμε χρώμα”
Όταν ένας/μία φοιτητής/τρια βρίσκεται σε συμφωνία με τον/την διδάσκοντα/ουσα λαμβάνει κωδικό λες και είναι δικό του/της το σχόλιο.	Διδάσκων/ουσα: “Στο κάτω κάτω αν είναι [η χρωματική αλλαγή] λόγω της φύσης της αντίδρασης, είναι μόνο μία αντίδραση.” X1: “Ναι”

Πίνακας 1 Απόδοση κωδικών στις απαντήσεις

**Συλλογή και ανάλυση δεδομένων**

Για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων έγινε μαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων και ακολούθησε η απομαγνητοφώνησή τους. Εξαιτίας της διερευνητικής φύσης αυτής της εργασίας, για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2015). Αρχικά καταγράφηκαν ως κωδικοί οι ιδέες των φοιτητών/τριών πριν και μετά τις δραστηριότητες σε κάθε συνάντηση. Ως ιδέα-κωδικός ορίστηκαν εκφράσεις που αναφέρονται ή σχολιάζουν μία χρωματική αλλαγή ή τον μηχανισμό που ακολουθείται από το σύστημα για να γίνει αυτή η αλλαγή. Επίσης, σχόλια πάνω στις λεπτομέρειες μίας δραστηριότητας του ΔΠ δεν θα κωδικοποιηθούν. Τέλος, σε περίπτωση που δύο φοιτητές/τριες συμφώνησαν σε ένα ζήτημα αποδόθηκε και στους δύο ο ίδιος κωδικός. Η ίδια πορεία ακολουθείται και αν ένας/μία φοιτητής/τρια συμφώνησε με τον/την διδάσκοντα σε κάποιο σημείο του ΔΠ. Οι κανόνες αυτοί συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Ακολούθως δόθηκαν κωδικοί στα σχόλια που έγιναν από τον/την διδάσκοντα/σκουσα κατά την διάρκεια του ΔΠ. Κωδικοί δόθηκαν στις ανατροφοδοτήσεις που πρόσφερε ο διδάσκων όχι σε αποσαφηνιστικές ή επεξηγηματικές ερωτήσεις. Οι κανόνες που ακολουθήθηκαν συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Αρχή Κωδικοποίησης	Παράδειγμα
Σχόλια που προσφέρουν ανατροφοδότηση στις γνώμες των φοιτητών	“Αν υπήρχε μία αύξηση στο αριθμό [των νανοσωματιδίων] λόγω της συγκέντρωσής τους θα υπήρχε αλλαγή στο χρώμα τους; Γιατί το κίτρινο δεν σκούραινε, το κίτρινο έγινε κόκκινο το οποίο έχει διαφορετικό λ [μήκος κύματος]”
Όταν ο/η διδάσκων/ουσα ρωτούσε για επιπλέον αποσαφηνίσεις από ένα/μία φοιτητή/τρια για κάποια ιδέα τους χωρίς να προσφέρει ανατροφοδότηση αυτό το σχόλιο δεν κωδικοποιήθηκε.	“Τι εννοείς διαφορετικά άτομα;”
Όταν ο/η διδάσκων/ουσα ρωτούσε ένα/μία φοιτητή/τρια να αιτιολογήσει την θέση του/της δεν κωδικοποιήθηκε	“Μίλα μου για τη συγκέντρωση, ανέφερες κάτι για την συγκέντρωση”

Πίνακας 2 Κανόνες απόδοσης κωδικών στις απαντήσεις

Μέσω τις εξέλιξης των κωδικών των φοιτητών/τριών είναι δυνατό να αποσαφηνιστούν οι ανατροφοδοτήσεις και οι δραστηριότητες μεταξύ της πρώτης εμφάνισης μία ιδέας από τους φοιτητές/τριες και της τελευταίας. Επίσης, μπορούν να εντοπιστούν οι δραστηριότητες και οι ανατροφοδοτήσεις που προηγήθηκαν της πρώτης εμφάνισης μίας ιδέας. Με αυτό τον τρόπο είναι πιθανό να αναγνωριστεί ο επικοινωνιακός συνδυασμός δραστηριοτήτων και ανατροφοδοτήσεων που βοήθησαν τους/τις φοιτητές/τριες να ξεπεράσουν την εκάστοτε εναλλακτική ιδέα ή να ενστερνιστούν μία καινούργια.

**Αποτελέσματα**

Αναφορικά με τις ιδέες των φοιτητών πάνω στις εξαρτώμενες από το μέγεθος οπτικές ιδιότητες στην νανοκλίμακα, οι βασικές ιδέες που παρουσιάζονται είναι ότι το μέγεθος ενός νανοσωματιδίου δεν αποτελεί δομικό χαρακτηριστικό ενός υλικού και συνεπώς δεν συνδέεται με μία εντατική ιδιότητα, όπως το χρώμα. Άλλες παράμετροι, όπως η ταυτότητα των ατόμων που το αποτελούν ή η συνδεσμολογία τους, είναι τα ουσιώδη στοιχεία που καθορίζουν τις οπτικές του ιδιότητες. Επίσης, μεγάλη σημασία δόθηκε στην ποσότητα των σωματιδίων (είτε η συγκέντρωσή τους σε ένα διάλυμα ή η διασπορά τους σε μία επιφάνεια), που είναι πολύ πιο πιθανό να επηρεάζει τις οπτικές ιδιότητες ενός νανοσωματιδίου. Αυτές οι ιδέες μπορούν να συμπυκνωθούν σε ένα βασικό γνωστικό εμπόδιο: η αλλαγή του χρώματος είναι ένα φαινόμενο που έγκειται στη φύση του νανοσωματιδίου και είναι συνεπώς ανεξάρτητη του μεγέθους του.

Επίσης, πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι υπήρξαν κατά τη διάρκεια του ΔΠ διάφορα σχόλια πάνω στον ρόλο της θερμοκρασίας στην αλλαγή του χρώματος. Παρόλα αυτά δεν αναλύθηκε περισσότερο αυτή η ιδέα, καθώς δεν χαρακτηριζόταν από σταθερότητα, καθώς ένας απλός συνδυασμός της δραστηριότητας σύνθεσης CdSe και μια ανατροφοδότηση από τον/την διδάσκουσα πάνω στο ότι η θερμοκρασία οδηγεί σε χρωματικές αλλαγές μόνο σε πολύ υψηλές τιμές, ήταν επαρκή για να εξαφανιστεί αυτή η ιδέα.

Αναφορικά με τις διαδικασίες μάθησης που ακολουθήθηκαν για το προαναφερθέν γνωστικό εμπόδιο, η αρχική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι φοιτητές/τριες το προσέγγισαν σε δύο στάδια: α) την αναγνώριση του μεγέθους σαν παράγοντα που μπορεί να επηρεάσει το χρώμα και β) την αναγνώριση του μεγέθους σαν μοναδικό παράγοντα, στον οποίο οφείλεται η αλλαγή του χρώματος. Η διαφορά αυτών των δύο σταδίων έγκειται στο ότι οι μαθητές στο πρώτο στάδιο αναγνωρίζουν το μέγεθος ως ένα δομικό χαρακτηριστικό, το οποίο εν δυνάμει μπορεί να συνεισφέρει στην αλλαγή του χρώματος αλλά μόνο σε συνεργασία με άλλους παράγοντες, όπως η συγκέντρωση. Στο δεύτερο στάδιο το μέγεθος από μόνο του σαν δομικό χαρακτηριστικό είναι αρκετό για να οδηγήσει σε μία χρωματική αλλαγή. Όσον αφορά το πρώτο στάδιο, οι φοιτητές/τριες κατάφεραν να το φτάσουν μέσω των δραστηριοτήτων της δεύτερης συνάντησης, στις οποίες το μοναδικό δομικό χαρακτηριστικό που αλλάζει στα νανοσωματίδια CdSe ή Au/DNA είναι το μέγεθος. Όσον αφορά το δεύτερο στάδιο, η προσομοίωση της τρίτης συνάντησης είχε κρίσιμο ρόλο στην επίτευξή του, καθώς τους επέτρεψε να παρακολουθήσουν την άμεση συσχέτιση του μεγέθους ενός θεωρητικού νανοσωματιδίου με τα ενεργειακά του επίπεδα. Επίσης, σημαντικές ήταν οι παρεμβάσεις του διδάσκοντα πάνω στην σύγχυση της έντασης ενός χρώματος σε ένα διάλυμα με το είδος του χρώματος που έχει, έτσι ώστε οι μαθητές να αναδομήσουν την ιδέα τους για τη σχέση της ποσότητας των νανοσωματιδίων με το χρώμα του διαλύματός τους. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί, ότι μαζί με την αποδοχή του κβαντικού εγκλωβισμού σαν μηχανισμού της χρωματικής αλλαγής κάποιοι φοιτητές εκδήλωσαν υβριδικά μοντέλα σαν μηχανισμό αυτής της αλλαγής. Σε αυτά τα υβριδικά μοντέλα οι μαθητές συνδύασαν προϋπάρχουσες γνώσεις τους (πχ. φαινόμενο συντονισμού, ενεργή επιφάνεια) με κάποιες αρχές του κβαντικού εγκλωβισμού.

## Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία παρουσιάστηκε η εφαρμογή ενός ΔΠ με σκοπό την αναγνώριση των ιδεών και πορειών μάθησης που ακολουθούνται από τους/τις φοιτητές/τριες για τις εξαρτώμενες από το μέγεθος οπτικές ιδιότητες των υλικών στη νανοκλίμακα. Όσον αφορά τις ιδέες κυρίως δύο αναδείχθηκαν. Η πρώτη ήταν ότι το χρώμα είναι μία εγγενής ιδιότητα της ύλης και το μέγεθος δεν αποτελεί χαρακτηριστικό της ύλης και συνεπώς δεν μπορεί να επηρεάσει το χρώμα. Η δεύτερη ήταν ότι παράγοντες ποσότητας (πχ η συγκέντρωση των νανοσωματιδίων) μπορούν να επηρεάσουν το χρώμα ενός υλικού. Όσον αφορά την προτεινόμενη πορεία μάθησης και οι δύο αυτές οι ιδέες μέσω των δραστηριοτήτων του ΔΠ και των ανατροφοδοτήσεων του/της διδάσκοντα/σκουσα εξελίσσονται για να συμπεριλάβουν το μέγεθος σαν παράγοντα αλλαγής, με τους/τις φοιτητές/τριες να αποδίδουν μία μερική εξάρτηση από το μέγεθος στο χρώμα. Ακολούθως μέσω της εισαγωγής του κβαντικού εγκλωβισμού οι αρχικές ιδέες αποχωρούν αφήνοντας το μέγεθος σαν επαρκή παράγοντα που μπορεί να οδηγήσει σε χρωματική αλλαγή. Τέλος, μαζί με την αποχώρηση αυτών των αρχικών ιδεών υπάρχει και μία ανάδειξη υβριδικών μοντέλων από τους/τις φοιτητές/τριες, στα οποία οι προϋπάρχουσες γνώσεις τους συνδυάζονται με κάποιους από τους θεμελιώδεις πυλώνες του κβαντικού εγκλωβισμού. Προφανώς η εμφάνιση αυτών των μοντέλων είναι κρίσιμη και η εξερεύνησή τους είναι μελλοντικός στόχος της ερευνητικής μας ομάδας.

## Βιβλιογραφία

- Bhushan, B., Luo, D., Schrickler, S., R., Sigmund, W., & Zauscher, S. (2014). *Handbook of Nanomaterials*, Berlin Heidelberg: Springer.
- Biju, V., Itoh, T., Anas, A., Sujith, A., & Ishikawa, M. (2008). Semiconductor quantum dots and metal nanoparticles: syntheses, optical properties, and biological applications. *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 391, 2469-2495.
- 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 Science Education Research and Practice in Europe* (pp. 13-37). Rotterdam: Sense Publishers.
- Jackman, J. A., Cho, D. J., Jackman, J. S., Sweeney, A. E., & Cho, N. J. (2020). Training leaders in Nanotechnology. In K. Sattler (Ed.) *21st Century Nanoscience—A Handbook: Public Policy, Education, and Global Trends (Volume Ten)*. USA: CRC Press.
- 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, 619-633.
- Larm, N. E., Essner, J. B. Thon, J. A., Bhawawet, N., Adhikari, L., Angelo, S. K. S. et al. (2020). Single Laboratory Experiment Integrating the Synthesis, Optical Characterization and Nanocatalytic Assessment of Gold Nanoparticles. *Journal of Chemical Education*, 97(5), 1454-1459.
- Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2019). Teaching nanotechnology in primary education, *Research in Science and Technological Education*, 38(3), 1-19.
- Mayring, P., (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380), Dordrecht: Springer.

- Meheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- 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 [Technical Report]*. California, US: SRI International.
- Stavrou, D., & Duit, R. (2014). Teaching and learning the interplay between chance and determinism in nonlinear systems. *International Journal of Science Education*, 36(3), 506-530.
- 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.
- Stevens, Y. S., Sutherland L.A.M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering, a guidebook for secondary teachers* Virginia (USA): National Science Teachers Association.
- Stevens, S. Y., Delgado, D., & Krajcik, J.S. (2010). Developing a Hypothetical Multi-Dimensional Learning Progression for the Nature of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 687-715.
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 4(1-2), 1-98.
- Talanquer, V. (2018). Progression in reasoning about structure-property relationships. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 998-1009.

## Διδακτική αντιμετώπιση αντιλήψεων των μαθητών του δημοτικού σχολείου για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών

**Μαριάνθη Παρασκευοπούλου<sup>1</sup>, Κωνσταντίνος Αλεξόπουλος<sup>2</sup>, Μιχαήλ Σκουμιός<sup>3</sup>**

*<sup>1,2</sup>Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, <sup>3</sup>Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

### Περίληψη

Η εργασία διερευνά την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης στις αντιλήψεις των μαθητών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα. Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για τη διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών, το οποίο βασίστηκε στη «μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών». Το εκπαιδευτικό υλικό εφαρμόστηκε σε 40 μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών σε ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στις αντιλήψεις των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Συνεπώς, η διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε συνέβαλε στη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία.

**Λέξεις κλειδιά:** αντιλήψεις, πρακτικές Φυσικών Επιστημών, θερμότητα, θερμοκρασία

## Dealing primary students' conceptions about heat and temperature through science practices

**Marianthi Paraskevopoulou<sup>1</sup>, Konstantinos Alexopoulos<sup>2</sup>, Michael Skoumios<sup>3</sup>**

*<sup>1,2</sup>Primary Education, <sup>3</sup>University of the Aegean*

### Abstract

This study examines the impact of an instructional intervention on 5th grade students' conceptions about temperature and heat. Instructional material for dealing students' conceptions, based on the approach of "learning through science practices", was developed and applied to 40 5th grade students of primary school. Research data were students' answers on written questionnaires before and after the intervention. Data analysis showed that the difference between students' conceptions before and after the intervention was significant. Therefore, dealing students' conceptions for temperature and heat, through the instructional intervention, is possible.

**Keywords:** conceptions, science practices, heat, temperature

## Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις εποικοδομητικές θέσεις για τη μάθηση οι μαθητές κατασκευάζουν ενεργητικά τη γνώση μέσα από γνωστικές και κοινωνικές διαδικασίες (Duit, 2009). Οι μαθητές κατέχουν αντιλήψεις για τον φυσικό κόσμο, οι οποίες έχουν διαμορφωθεί από τις εμπειρίες τους (Driver et al., 1985). Επιδιώκεται οι μαθητές μέσω του εκπαιδευτικού υλικού και της μαθησιακής διαδικασίας να συνειδητοποιήσουν τις αντιλήψεις τους και να τις επεξεργαστούν (Duschl et al., 2007).

Το νέο πλαίσιο εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, που έχει προταθεί από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ, πρεσβεύει ότι η επεξεργασία και η αλλαγή των αντιλήψεων καθώς και η κατανόηση των εννοιών επέρχεται μέσα από την εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012). Πρόκειται για τις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες, καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον φυσικό κόσμο. Για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες προτάθηκαν οκτώ πρακτικές (NGSS Lead States, 2013): (1) υποβολή ερωτημάτων, (2) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (3) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (4) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (5) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (6) συγκρότηση εξηγήσεων, (7) εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία και (8) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Επιδιώκεται η διαμόρφωση μαθησιακών περιβαλλόντων, όπου οι μαθητές μυσούνται σε αυτές τις πρακτικές («μάθηση μέσω πρακτικών») (Schwarz et al., 2017). Αυτή η προσέγγιση θεωρεί τη διδασκαλία ως μια διαδικασία εμπλοκής των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών, ώστε να κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν τη γνώση (Krajcik et al., 2014).

Σχετικά με τη θερμοκρασία και τη θερμότητα έχουν μελετηθεί διεξοδικά οι αντιλήψεις των μαθητών (Paik et al., 2007· Stylos et al., 2021). Από τις έρευνες αυτές έχει προκύψει ότι οι μαθητές εκδηλώνουν εναλλακτικές αντιλήψεις, διαφορετικές από την σχολική γνώση. Ειδικότερα, θεωρούν ότι η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τη σύσταση και το μέγεθός του, δεν διακρίνουν τη θερμοκρασία από τη θερμότητα και εξηγούν τα θερμικά φαινόμενα με όρους θερμότητας και ψύχους. Επιπλέον, έχει μελετηθεί εκτεταμένα η συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα (Baser & Geban, 2007· Madu & Orji, 2015). Ωστόσο, η έρευνα αυτή αφορά κυρίως σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και οι διδακτικές παρεμβάσεις κυρίως περιλαμβάνουν διαδικασίες γνωστικής σύγκρουσης. Απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζονται στη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων των μαθητών του δημοτικού σχολείου για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών.

## Μεθοδολογία

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης, που βασίζεται στη «μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών

Επιστημών», στις αντιλήψεις των μαθητών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα. Ειδικότερα, το ερευνητικό ερώτημα στο οποίο επιδιώκει να απαντήσει η εργασία είναι: ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στη «μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών», στις αντιλήψεις των μαθητών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου σχετικά με τους παράγοντες που καθορίζουν τη θερμοκρασία ενός σώματος, τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας και την εξήγηση των θερμικών φαινομένων;

Για την πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το οιονεί πειραματικό σχέδιο μιας ομάδας με προ-τεστ και μετά-τεστ. Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, αναπτύχθηκε το εκπαιδευτικό υλικό για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία και συγκροτήθηκε το ερωτηματολόγιο. Τα παραπάνω εφαρμόστηκαν (πιλοτικά) σε τρεις μαθητές και δόθηκαν προς κρίση σε δύο εκπαιδευτικούς και δύο ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Έγιναν οι αναγκαίες αλλαγές και το εκπαιδευτικό υλικό και το ερωτηματολόγιο πήραν την τελική τους μορφή. Στη δεύτερη φάση, εφαρμόστηκε το εκπαιδευτικό υλικό στους μαθητές. Μια εβδομάδα πριν την εφαρμογή του δόθηκε προς συμπλήρωση στους μαθητές το ερωτηματολόγιο (προ-τεστ), ενώ δύο εβδομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση δόθηκε εκ νέου το ίδιο ερωτηματολόγιο (μετά-τεστ) στους μαθητές.

Στην έρευνα συμμετείχαν 40 μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Οι γονείς των μαθητών ενημερώθηκαν για τον σκοπό και το περιεχόμενο της διδακτικής παρέμβασης και έδωσαν τη συγκατάθεσή τους για την πραγματοποίηση της έρευνας.

Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για τη διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας, που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» (Schwarz et al., 2017). Περιλάμβανε τρεις ενότητες: (α) παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος, (β) σχέση θερμότητας και θερμοκρασίας και (γ) εξήγηση θερμικών φαινομένων. Για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού κάθε ενότητας αξιοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006).

Η πρώτη φάση («Ενεργοποίηση») περιλάμβανε δραστηριότητες που ενέπλεξαν τους μαθητές με πρακτικές, που αφορούσαν στην υποβολή ερωτημάτων και στην ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Η φάση αυτή είχε ως στόχους την πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, την ανάδειξη των αρχικών τους αντιλήψεων, τη συνειδητοποίηση των μεταξύ τους διαφωνιών και τη διατύπωση ερωτημάτων για έρευνα.

Η δεύτερη φάση («Διερεύνηση») περιλάμβανε δραστηριότητες που ενέπλεξαν τους μαθητές με πρακτικές, που αφορούσαν στην υποβολή ερωτημάτων, την ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, τη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων και την ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Η φάση αυτή αποσκοπούσε στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων από τους μαθητές με στόχο τον έλεγχο των αρχικών τους αντιλήψεων και την απάντηση των ερωτημάτων που είχαν διατυπώσει. Για τη σχεδίαση κάθε διερεύνησης οι μαθητές υποστηρίχθηκαν από ένα φύλλο εργασίας, που τους παρότρυνε να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα, να εκφέρουν υποθέσεις, να εντοπίσουν τις μεταβλητές που υπεισέρχονται στο πρόβλημα που μελετούσαν, να κάνουν έλεγχο των μεταβλητών (αναγνωρίζοντας



την ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές ελέγχου και την εξαρτημένη μεταβλητή) και να περιγράψουν τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας (βλ. Σχήμα 1). Για την πραγματοποίηση των διερευνήσεων αξιοποιήθηκε το εκπαιδευτικό λογισμικό «ΣΕΠ» (Lefkos et al., 2011).

Στη τρίτη φάση («Εξήγηση») επιδιώχθηκε, με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, οι μαθητές να συγκροτήσουν εξηγήσεις βασισμένες στα δεδομένα που συνέλεξαν. Οι δραστηριότητες αυτής της φάσης ενέπλεξαν τους μαθητές με τις πρακτικές που αφορούσαν στην ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, την ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, τη συγκρότηση εξηγήσεων και την εμπλοκή με επιχειρήματα.

Η τέταρτη φάση («Εφαρμογή») επεδίωκε την εφαρμογή της γνώσης που απέκτησαν οι μαθητές σε νέα προβλήματα και την ανατροφοδότηση των μαθητών. Οι δραστηριότητες αυτής της φάσης ενέπλεξαν τους μαθητές με τις πρακτικές που αφορούσαν στην ανάπτυξη και χρήση μοντέλων και την εμπλοκή με επιχειρήματα.

Η πέμπτη φάση (Αξιολόγηση) αποσκοπούσε στον αναστοχασμό των μαθητών πάνω στη μαθησιακή διαδικασία που ακολουθήθηκε. Οι δραστηριότητες αυτής της φάσης ενέπλεξαν τους μαθητές με τις πρακτικές που αφορούσαν στην εμπλοκή με επιχειρήματα και την αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών.

<b>Σχεδίαση της έρευνας</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;</li> <li>•Ποιες είναι οι απόψεις μας;</li> <li>•Συμπληρώνουμε τον πίνακα.</li> </ul>		
Τι αλλάζουμε;	Τι κρατούμε ίδια;	Τι ελέγχουμε;
<b>Πραγματοποίηση της έρευνας</b>		
Τι χρειαζόμαστε; Τι θα κάνουμε; Βήμα 1: ... Βήμα 2: ... Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα σε ένα πίνακα.		
<b>Συμπεράσματα</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;</li> <li>•Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περιμέναμε;</li> <li>•Τι δυσκολίες συναντήσαμε σε αυτή την έρευνα;</li> <li>•Πώς μπορούμε να βελτιώσουμε την έρευνα αυτή;</li> <li>•Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;</li> </ul>		

Σχήμα 1 Φύλλο εργασίας για τη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων

Το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε εφαρμόστηκε σε μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Η διάρκεια των διδασκαλιών ήταν 12 διδακτικές ώρες.

Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο που διαμορφώθηκε διερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τρία ζητήματα: παράγοντες εξάρτησης θερμοκρασίας σώματος, διάκριση θερμότητας και θερμοκρασίας και εξήγηση θερμικών φαινομένων με μια ή δύο οντότητες (θερμότητα, ψύχος). Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε έξι ερωτήσεις (βλ. Παράρτημα).

Το ερωτηματολόγιο (προ-τεστ) δόθηκε στους μαθητές μια εβδομάδα πριν τη διδακτική παρέμβαση, ενώ το ίδιο ερωτηματολόγιο (μετά-τεστ) δόθηκε ξανά στους μαθητές δύο εβδομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες. Για τη μελέτη της ύπαρξης σημαντικών διαφοροποιήσεων ανάμεσα στις κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ χρησιμοποιήθηκε το τεστ McNemar (Berenson & Koppel, 2005).

### Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των αντιλήψεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Διαπιστώθηκε ότι διαφοροποιούνται οι κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών στο μετά-τεστ σε σχέση με τις αντίστοιχες κατηγορίες στο προ-τεστ για κάθε θέμα. Η αύξηση στο ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων (απαντήσεων προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης) κυμάνθηκε από 20% μέχρι 36,7% και αυτή η αύξηση για κάθε θέμα που εξετάστηκε ήταν σημαντική ( $p < 0,05$ ).

Θέματα	Αντιλήψεις	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		P
		f	%	f	%	
Παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας	Εξάρτηση θερμοκρασίας από περιβάλλον σώματος	28	23,3	72	60	<,0001
	Εξάρτηση θερμοκρασίας από σύσταση ή μέγεθος σώματος	92	76,7	48	40	
Σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας	Διάκριση θερμοκρασίας και θερμότητας	48	60	64	80	,0002
	Μη διάκριση θερμοκρασίας και θερμότητας	32	40	16	20	
Εξήγηση θερμικών φαινομένων	Εξήγηση θερμικών φαινομένων με όρους θερμότητας	4	10	16	40	,0015
	Εξήγηση θερμικών φαινομένων με όρους θερμότητας και ψύχους	36	90	24	60	

Πίνακας 1 Οι αντιλήψεις των μαθητών στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες, ποσοστά και τιμές P του McNemar test

### Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία μελέτησε τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε στην διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία. Ειδικότερα, εξετάστηκε η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τους παράγοντες που καθορίζουν τη θερμοκρασία ενός σώματος, τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας καθώς και την εξήγηση των θερμικών φαινομένων με μία ή δύο οντότητες.

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στο προ-τεστ διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές έτειναν να εκδηλώνουν αντιλήψεις για τη θερμοκρασία

και τη θερμότητα διαφορετικές της σχολικής γνώσης. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με ευρήματα άλλων ερευνών (Paik et al., 2017· Stylos et al., 2021).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώθηκε σημαντική αλλαγή στις αντιλήψεις των μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Αποδεικνύεται, επομένως, εφικτή η διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών μέσα από διδακτικές παρεμβάσεις που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών». Η βελτίωση αυτή μπορεί να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε, το οποίο παρείχε ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν και να χρησιμοποιήσουν πρακτικές των Φυσικών Επιστημών. Ερευνητικά δεδομένα κατέδειξαν ότι η χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών συμβάλλει στην κατανόηση των ιδεών και εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Schwarz et al., 2017).

Η παρούσα εργασία συνεισφέρει στην έρευνα που αφορά στη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία. Ωστόσο, τα συμπεράσματά της υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο περιορισμένο δείγμα αλλά και στο εργαλείο συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε. Στην έρευνα συμμετείχαν μαθητές ενός δημοτικού σχολείου, συνεπώς τα ευρήματά της υπόκεινται στους περιορισμούς τους δείγματος. Επίσης, για τις ανάγκες της έρευνας έγινε αποκλειστική χρήση του ερωτηματολογίου ως εργαλείο συλλογής δεδομένων. Επισημαίνεται, επίσης, η απουσία ομάδας ελέγχου.

Η εργασία επικεντρώθηκε στη μελέτη της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα, μέσω της μελέτης των απαντήσεων των μαθητών σε ερωτηματολόγιο πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση. Ωστόσο, θεωρείται αναγκαία η διεξαγωγή πρόσθετης έρευνας που να διερευνά την εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών κατά τη διδακτική διαδικασία. Η έρευνα αυτή θα επιτρέψει να καθοριστούν οι «νοητικές πορείες» των μαθητών και να μελετηθεί η επίδραση των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού υλικού στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα.

## Βιβλιογραφία

- Baser, M., & Geban, Ö. (2007). Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25(1), 115-133. <https://doi.org/10.1080/02635140601053690>
- Berenson, M. L., & Koppel, N. B. (2005). Why McNemar's procedure needs to be included in the Business Statistics Curriculum. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 3(1), 125-136. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2005.00056.x>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, Co: BSCS.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes. Open University Press.
- Duit, R. (2009). *Bibliography: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. Kiel, Germany: Leibniz Institute for Science Education.

- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8* (Vol. 500). Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11625>
- Krajcik, J., 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. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9383-2>
- Lefkos, I., Psillos, D. & Hatzikraniotis, E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment. *Research in Science & Technological Education*, 29(2), 189-204. <https://doi.org/10.1080/02635143.2010.533266>
- Madu, B. C., & Orji, E. (2015). Effects of cognitive conflict instructional strategy on students' conceptual change in temperature and heat. *Sage Open*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/2158244015594662>
- National Research Council (NRC), (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core ideas*. Washington, D.C.: The National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- NGSS Lead States, (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Paik, S., Cho, B., & Go, M. (2007). Korean 4 to 11-year-old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 284-302. <https://doi.org/10.1002/tea.20174>
- Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. J. (Eds.). (2017). *Helping students make sense of the world using Next Generation Science and Engineering Practices*. NSTA Press.
- Stylos, G., Sargioti, A., Mavridis, D. & Kotsis, K. (2021). Validation of the thermal concept evaluation test for Greek university students' misconceptions of thermal concepts. *International Journal of Science Education*, 43(2), 247-273. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1865587>

## Παράρτημα

### Το ερωτηματολόγιο

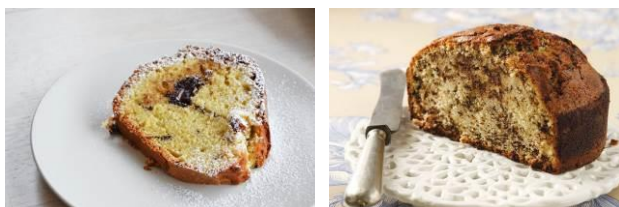
**Ερώτηση 1:** Σε ένα τραπέζι τοποθετούμε δύο κομμάτια κέικ (ένα μικρό κι ένα μεγαλύτερο). Τα κέικ βρίσκονται σε δωμάτιο σταθερής θερμοκρασίας για τρεις ώρες. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

**A.** Η θερμοκρασία του μικρότερου κέικ είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του μεγαλύτερου κέικ.

**B.** Η θερμοκρασία του μικρότερου κέικ είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του μεγαλύτερου κομματιού.

**Γ.** Έχουν την ίδια θερμοκρασία.

Εξήγησε την απάντησή σου.



**Ερώτηση 2:** Τοποθετούμε σε ένα τραπέζι ένα κομμάτι από ξύλο κι ένα κομμάτι από βαμβάκι. Τα δύο αντικείμενα έχουν το ίδιο μέγεθος και βρίσκονται σε δωμάτιο σταθερής θερμοκρασίας για τρεις ώρες. Τι ισχύει από τα παρακάτω;

**A.** Το ξύλο έχει υψηλότερη θερμοκρασία από το βαμβάκι.

**B.** Το ξύλο έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από το βαμβάκι.



Γ. Και τα δύο έχουν την ίδια θερμοκρασία.

Εξήγησε την απάντησή σου.

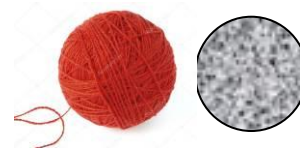
**Ερώτηση 3:** Πάνω σε ένα τραπέζι αφήνουμε ένα κουβάρι από μαλλί κι ένα τσαλακωμένο αλουμινόχαρτο. Τα δύο αντικείμενα έχουν το ίδιο μέγεθος και βρίσκονται σε δωμάτιο σταθερής θερμοκρασίας για τρεις ώρες. Τι ισχύει από τα παρακάτω;

**A.** Το μάλλινο κουβάρι έχει υψηλότερη θερμοκρασία από το αλουμινόχαρτο.

**B.** Το μάλλινο κουβάρι έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από το αλουμινόχαρτο.

Γ. Και τα δύο αντικείμενα έχουν την ίδια θερμοκρασία.

Εξήγησε την απάντησή σου.



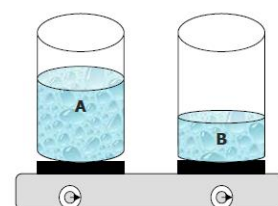
**Ερώτηση 4:** Τα δοχεία A και B περιέχουν νερό θερμοκρασίας 20°C. Ζεσταίνουμε το δοχείο A, μέχρι να φτάσει τους 50°C. Στη συνέχεια ζεσταίνουμε το δοχείο B, ώστε το νερό που περιέχει να φτάσει κι αυτό τους 50°C. Τι ισχύει από τα παρακάτω;

**A.** Το νερό στο δοχείο A πήρε περισσότερη θερμότητα από το νερό στο δοχείο B.

**B.** Το νερό στο δοχείο A πήρε λιγότερη θερμότητα από το νερό στο δοχείο B.

Γ. Και τα δύο δοχεία πήραν την ίδια ποσότητα θερμότητας.

Εξήγησε την απάντησή σου.



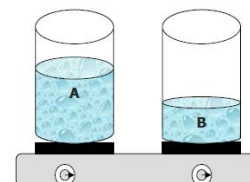
**Ερώτηση 5:** Τα δοχεία A και B περιέχουν νερό θερμοκρασίας 20°C. Ζεσταίνουμε με τον ίδιο τρόπο τα δοχεία A και B για 2 λεπτά. Τι θα ισχύει από τα παρακάτω;

**A.** Η θερμοκρασία του νερού στο δοχείο A μετά τη θέρμανση είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του νερού στο δοχείο B.

**B.** Η θερμοκρασία του νερού στο δοχείο A μετά τη θέρμανση είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του νερού στο δοχείο B.

Γ. Και τα δύο δοχεία έφτασαν στην ίδια θερμοκρασία μετά τη θέρμανση.

Εξήγησε την απάντησή σου.



**Ερώτηση 6:** Πιάνεις στο χέρι σου ένα παγάκι. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

**A.** Θα πάει κρύο από το παγάκι στο χέρι σου.

**B.** Θα πάει θερμότητα από το παγάκι στο χέρι σου.

Γ. Θα πάει θερμότητα από το χέρι σου στο παγάκι.

**Δ.** Θα πάει θερμοκρασία από το χέρι σου στο παγάκι.

**Ε.** Θα πάει θερμότητα από το χέρι σου στο παγάκι και κρύο από παγάκι στο χέρι σου.

Εξήγησε την απάντησή σου.



Μια διδακτική πρόταση για την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής με λύσεις physical computing (Arduino) σε ένα οργανωμένο παιδαγωγικό πλαίσιο

**Άνθιμος Χαλκίδης<sup>1</sup>, Αρτεμησία Στούμπα<sup>1</sup>, Αριστοτέλης Γκιόλμας<sup>1</sup>, Παναγιώτης Λάζος<sup>1,2</sup>, Ειρήνη Χατζαρά<sup>1</sup>, Δήμητρα-Ευθυμία Νταλούκα<sup>1</sup>, Βασίλης Μιχαλόπουλος<sup>1</sup>, Διονύσης Σκορδούλης<sup>1</sup>, Μαρία Βουτσά<sup>1</sup>, Αναστασία Καραμπέλα<sup>1</sup>, Γεωργία Νομικού<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ, <sup>2</sup>ΕΚΦΕ Ηλιούπολης

## Περίληψη

Στο επιμορφωτικό εργαστήριο προτείνεται μια συγκεκριμένη διδακτική προσέγγιση για την αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για σχετικά μικρές ηλικίες (Γυμνάσιο και τελευταίες τάξεις Δημοτικού). Παρουσιάζεται το γενικό παιδαγωγικό πλαίσιο των δραστηριοτήτων και η λογική της διαδοχής τους. Οι συμμετέχοντες θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα σε δυο ρόλους. Του εκπαιδευτικού που κατανοεί και συζητά και του μαθητή που δοκιμάζει και κατασκευάζει τα απαραίτητα (κύκλωμα, πρόγραμμα, κατασκευή) για κάθε δραστηριότητα.

**Λέξεις κλειδιά :** physical computing, Arduino

A didactic proposal for the introduction of educational robotics with physical computing solutions (Arduino) in an organized pedagogical framework

**Anthimos Chalkidis<sup>1</sup>, Artemisia Stoumpa<sup>1</sup>, Aristotelis Gkiolmas<sup>1</sup>, Panayiotis Lazos<sup>1,2</sup>, Eirini Chatzara<sup>1</sup>, Dimitra-Euthimia Ntalouca<sup>1</sup>, Vasileios Michalopoulos<sup>1</sup>, Dionysios Scordoulis<sup>1</sup>, Maria Voutsas<sup>1</sup>, Anastasia Karampella<sup>1</sup>, Georgia Nomikou<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens,

<sup>2</sup>4<sup>th</sup> Laboratory Center of Natural Sciences of Athens

## Abstract

The present educational laboratory proposes a teaching approach to the utilization of Arduino microcontroller in Educational Robotics for young students (K-5 to K-9 grades). We present the general pedagogical context of the activities and the logic behind their sequence. Participants are going to have a dual role; as a teacher, understanding and discussing about the subject, as well as a student, testing and constructing whatever is needed for each activity (circuits, programs, constructions).

**Keywords :** physical computing, Arduino

## Εισαγωγή

Η πρόταση που παρουσιάζεται στο παρόν επιμορφωτικό εργαστήριο προσπαθεί να εμβολιάσει τη συνηθισμένη πρακτική, που εφαρμόζεται στην αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία με τη λογική της εκπαίδευσης STEM, με επιλεγμένα στοιχεία από τη διδακτική προσέγγιση των προγραμμάτων STSE (Bencze, 2011· Pedretti & Nazir, 2011). Αναφερόμαστε στην αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για σχετικά μικρές ηλικίες (Γυμνάσιο και τελευταίες τάξεις Δημοτικού), όπου εμφανίζονται επιπλέον ιδιαιτερότητες λόγω της ηλικίας των μαθητών (Emvalotis et al., 2018).

Η συγκεκριμένη διδακτική προσέγγιση αποτελεί μια εμπειρική σύνθεση ποικίλων παιδαγωγικών επιρροών (παιδαγωγική προσέγγιση του S.Papert [constructionism], εφαρμογές STSE, ο μαθητής-δημιουργός) και οι δραστηριότητες έχουν αξιολογηθεί εμπειρικά και έχουν αναδιατυπωθεί και αναδιαταχθεί με βάση την εμπειρία από τις μέχρι τώρα εφαρμογές της σε μαθητές/τριες.

Επιδίωξη είναι οι μαθητές που θα προσεγγίσουν την εκπαιδευτική ρομποτική με αυτόν τον τρόπο, να μπορέσουν σταδιακά να αποκτήσουν και να ενισχύσουν δεξιότητες, ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν συνεργαζόμενοι σε μικρές ομάδες απλές κατασκευές, που να έχουν προσωπικό νόημα γι' αυτούς, ακολουθώντας έναν οργανωμένο τρόπο δουλειάς που να υποστηρίζεται σε ένα πλαίσιο, στο οποίο οι μαθητές εντάσσουν τις δραστηριότητές τους.

Θα γίνει επίδειξη στους συμμετέχοντες (με την ενεργό συμμετοχή τους) μιας μεθοδολογίας αξιοποίησης του physical computing (O'Sullivan & Igoe, 2004) με τον μικροελεγκτή Arduino, με στόχο σχετικά μικροί μαθητές, να συγκροτήσουν μια δομημένη προσέγγιση στον χώρο του physical computing και να βελτιώσουν δεξιότητες επίλυσης προβλήματος.

## Σκοπός του εργαστηρίου

Σκοπός είναι οι συμμετέχοντες, αφού δουν και εφαρμόσουν μια δομημένη διδακτική ακολουθία, να έχουν κατανοήσει τη λογική και τις σκοπιμότητες που οδήγησαν στη συγκρότησή της και να έχουν προβληματιστεί σε αρκετές πτυχές του σχετικού εγχειρήματος.

Εν τέλει στοχεύεται οι συμμετέχοντες να έχουν αποκτήσει την άνεση να αναζητήσουν μόνοι τους περισσότερη πληροφόρηση και να μπορούν να επιλέξουν στοιχεία από τις προτάσεις που θα εντοπίσουν ανάλογα με τις εκπαιδευτικές τους ανάγκες. Να φύγουν δηλαδή από το εργαστήριο ενδυναμωμένοι.

Σημαντικά χαρακτηριστικά της πρότασης είναι η ηλικία στην οποία απευθύνονται οι δραστηριότητες (11-15 ετών), η έμφαση στην παιδαγωγική πλαisiώσή τους, η προσπάθεια για δημιουργία ενός πλαισίου εννοιών, η προσπάθεια ένταξης κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων, η χρήση και η επαναχρησιμοποίηση απλών υλικών και ο σκοπός της ενδυνάμωσης των συμμετεχόντων.

## Χαρακτηριστικά του Εργαστηρίου: Ψηφιακό περιβάλλον, κοινό στο οποίο απευθύνεται, διάρκεια, οργάνωση του εργαστηρίου

Θα χρησιμοποιηθεί ο μικροελεγκτής Arduino Uno με τα λογισμικά IDE και S4A (Scratch for Arduino). Δεν απαιτείται να υπάρχει κάποια προηγούμενη εμπειρία στη χρήση του Arduino. Αρκεί να κατανοούν την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. Στον σχεδιασμό του εργαστηρίου προβλέπεται οι επιμορφούμενοι να λειτουργήσουν ταυτόχρονα σε δυο ρόλους. Του εκπαιδευτικού που κατανοεί και συζητά το τι κρύβεται πίσω από κάθε δραστηριότητα και του μαθητή που δοκιμάζει και κατασκευάζει τα απαραίτητα (κύκλωμα, πρόγραμμα, κατασκευή) για κάθε δραστηριότητα.

Προβλέπεται εργασία σε μικρές ομάδες με καθοδηγούμενες και ελεύθερες δραστηριότητες. Σε κάθε ομάδα διατίθεται όλος ο απαιτούμενος εξοπλισμός (υπολογιστής με εγκατεστημένα τα λογισμικά, ένας μικροελεγκτής Arduino, ένα breadboard και όποια ηλεκτρονικά εξαρτήματα και άλλα υλικά απαιτούνται για τις δραστηριότητες καθώς και έντυπο ή ψηφιακό υποστηρικτικό εκπαιδευτικό υλικό).

Οι επιμορφωτές υποστηρίζουν κάθε ομάδα στα προβλήματα που προκύπτουν και συντονίζουν τη ροή των δραστηριοτήτων και του διαλόγου που είναι βασικό στοιχείο του εργαστηρίου.

### Περίγραμμα Δραστηριοτήτων

- *Πρώτη ενότητα: Εισαγωγή:* Το εργαστήριο ξεκινά με μια εισαγωγή με συζήτηση και εμπλουτισμένη παρουσίαση από τους επιμορφωτές. Μετά από μια πολύ σύντομη εισαγωγή συζητούνται: το πλαίσιο των εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν συστηματικά (Αναλογικό/ψηφιακό, Είσοδος/έξοδος, ανταπόκριση σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα, έλεγχος μιας ή πολλών παραμέτρων παράλληλα), η εξέλιξη της διδακτικής προσέγγισης (από την καθοδήγηση, στην ελευθερία και πάλι πίσω στην αυτοδέσμευση λόγω των ορίων κάθε πιθανής προσέγγισης/λύσης) και η παιδαγωγική προσέγγιση σε γενικές γραμμές. Ακολουθούν απλές δραστηριότητες με στόχο το ξεκαθάρισμα πολύ βασικών εννοιών και την πρώτη γνωριμία με τα υλικά, με βάση την ιδέα του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος.
- *Δεύτερη ενότητα: Από το «Hello World» στο Project:* Με τις τέσσερις δραστηριότητες της δεύτερης ενότητας, οι οποίες ξεκινούν από τη συνήθη εισαγωγική δραστηριότητα στη χρήση του Arduino (blink στη θύρα 13) μέχρι την ανάπτυξη κατασκευής ενός «φαναριού ελέγχου κυκλοφορίας οχημάτων», οι επιμορφούμενοι θα οδηγηθούν σταδιακά από την πιο απλή κατασκευή σε ένα ολοκληρωμένο project, χωρίς να χρησιμοποιήσουν μεγάλη ποικιλία ηλεκτρονικών. Θα ακολουθήσει συζήτηση για την αποσαφήνιση της διαδικασίας που ακολουθήθηκε (σταδιακή προσέγγιση, πλαίσιο εννοιών) και τα πεδία που αγγίζουμε (προγραμματιστικές τεχνικές, κατασκευαστικές δεξιότητες, σχεδιασμός διαδικασιών).
- *Τρίτη ενότητα: Διαιρέτης τάσης, μια ματιά στον πραγματικό κόσμο και κατασκευή «αισθητήρων»:* Σε αυτή την ενότητα εντάσσουμε δραστηριότητες αυτόματου ελέγχου με λήψη μετρήσεων από το περιβάλλον. Αυτό γίνεται με έναν πολύ απλό τρόπο χρησιμοποιώντας μόνο μια φωτοαντίσταση ως τμήμα



κυκλώματος ενός διαιρέτη τάσης. Στο τέλος συζητάμε τα πλεονεκτήματα και τα όρια της προσέγγισής μας. Ακολούθως, δίνονται ενδιαφέρουσες ιδέες για να κατασκευάσουν τα παιδιά δικούς τους «αισθητήρες» δηλαδή τρόπους αναγνώρισης στοιχείων από το περιβάλλον. Ξεκινώντας από την αναγνώριση του ρόλου του διαιρέτη τάσης, υποκαθιστούμε την φωτοαντίσταση με κατασκευές των μαθητών φτάνοντας στον έλεγχο υγρασίας εδάφους κλπ. Σταδιακά αναγνωρίζουμε (μπαίνοντας στον ρόλο των μαθητών) βασικές έννοιες όπως: οργάνωση, προετοιμασία, μετρήσεις, επιλογές, λήψη αποφάσεων, όρια κλπ. Σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται ανάλογες εργασίες μαθητών.

- *Τέταρτη ενότητα: Άλλες εφαρμοσμένες ιδέες, με επιπλέον υλικά – Συζήτηση:* Ως ολοκλήρωση προτείνουμε παρουσίαση ιδεών για δραστηριότητες που χρησιμοποιούν περισσότερα υλικά (κινητήρα servo, τρανζίστορ, έγχρωμο led, ποτενσιόμετρα, βομβητή, αισθητήρα απόστασης) και γίνονται αφορμή να συζητήσουμε για το ποιες κατασκευές έχουν νόημα για τους ίδιους τους μαθητές και για το πώς μπορούμε να προσθέσουμε κοινωνικό και περιβαλλοντικό χαρακτήρα στις επιλογές των κατασκευών. Το εργαστήριο ολοκληρώνεται με μια τελική συζήτηση σχετικά με τα θετικά σημεία της προσέγγισης, τους περιορισμούς και τα όριά της. Παράλληλα θα θιχτούν θέματα σχετικά με τις παιδαγωγικές επιρροές (ενδεικτικά Φράγκου, 2009· Papert, 2000· Resnick, 2007), με την προσπάθεια για ένταξη κοινωνικής και περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης ακόμη και με θέματα ηθικής.

## Βιβλιογραφία

- Φράγκου, Σ. (2009). Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. στο Γρηγοριάδου, Μ., Γουλή, Ε., & Γόγουλου, Α. (επιμ.) (2009). *Διδακτικές προσεγγίσεις και εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής*, σ. 475-518, Αθήνα: Εκδ. Νέων Τεχνολογιών.
- Bencze, J. L. (2011). *STSE Education: Learning About Relationships Among Fields of Science & Technology and Societies & Environments*, Ανακτήθηκε στις 9 Ιουνίου 2019 από <https://webspace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html>
- Emvalotis, A., Stoumpa, A., Nikolou, A., & Cheilas, A. (2018). *STEM Education in Primary School: Applying the Social Cognitive Approach to an Educational Programming Environment*, 2nd International Conference on Innovating STEM Education, Athens.
- O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical Computing: Sensing and controlling the physical world with computers*. Boston, MA: Course Technology Press.
- Papert, S. (2000). What's the Big Idea? Toward a Pedagogical Theory of Idea Power. *IBM Systems Journal*, 39(3&4), 720–729. Ανακτήθηκε στις 9 Ιουνίου 2019 από <https://llk.media.mit.edu/courses/readings/Papert-Big-Idea.pdf>
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(4), 601–626. <https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- Resnick, M. (2007). All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten, *Proceedings of the 6 ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition*. Ανακτήθηκε στις 9 Ιουνίου 2019 από <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/kindergarten-learning-approach.pdf>

## Ποσοτικά πειράματα Φυσικής με χρήση αισθητήρων- Προχωρημένες δυνατότητες της εφαρμογής Phyphox

**Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης<sup>1</sup>, Νικόλαος Αναστασάκης<sup>2</sup>, Ιωάννης Σγουρός<sup>3</sup>, Βασίλειος Σαββοργινάκης<sup>4</sup>, Στυλιανή Κλαυδιανού<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>ΕΚΦΕ Ρεθύμνου, <sup>2</sup>ΕΚΦΕ Χανίων, <sup>3</sup>3<sup>ο</sup> ΓΕΛ Ρεθύμνου, <sup>4</sup>1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ρεθύμνου,

<sup>5</sup>Πρότυπο ΓΕΛ Πατρών

### Περίληψη

Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές που λαμβάνουν τις τιμές των αισθητήρων του κινητού και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πειράματα στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του Λυκείου. Το workshop επικεντρώνεται σε μια εφαρμογή αυτής της κατηγορίας, την εφαρμογή phyphox. Παρουσιάζονται ορισμένες προχωρημένες δυνατότητες, που αφορούν στη δημιουργία νέων και στην επεξεργασία υπαρχόντων πειραμάτων καθώς και μια σειρά πειραμάτων σχετικών με την πίεση, που χρησιμοποιούν τους αισθητήρες της πλακέτας Arduino nano BLE 33 sense, η οποία συνδέεται με την εφαρμογή phyphox μέσω bluetooth.

**Λέξεις κλειδιά:** Phyphox, Arduino, ποσοτικά πειράματα Φυσικής

## Quantitative Physics experiments using sensors - Advanced features of Phyphox app

**Konstantinos Chalkiadakis<sup>1</sup>, Nikolaos Anastasakis<sup>2</sup>, Ioannis Sgouros<sup>3</sup>, Vasileios Savvorginakis<sup>4</sup>, Styliani Klavdianou<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>EKFE Rethymnon, <sup>2</sup>EKFE Chania, <sup>3</sup>3<sup>d</sup>GEL Rethymnon, <sup>4</sup>1<sup>st</sup> Gymnasium Rethymnon,

<sup>5</sup>Model GEL Patras

### Abstract

There are several mobile applications reading the sensor data of a mobile phone that can be used in experiments in the high school science laboratory. This workshop focuses on an application of this category, phyphox application. Some advanced features related to creating new and editing existing experiments are presented as well as a series of experiments on pressure using the sensors of the Arduino nano BLE 33 sense board which is connected to the phyphox app via bluetooth.

**Keywords:** Phyphox, Arduino, Quantitative physics experiments

## Εισαγωγή

Τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα διαθέτουν μια σειρά από αισθητήρες που χρειάζονται για τις λειτουργίες τους. Υπάρχουν εφαρμογές που μπορούν να λάβουν τις τιμές των αισθητήρων αυτών, ώστε να χρησιμοποιηθούν σε ποσοτικά πειράματα στα μαθήματα της Φυσικής του Λυκείου.

Η δωρεάν και ανοιχτού κώδικα εφαρμογή *phyphox*, στην οποία επικεντρωνόμαστε, είναι γνωστή στην ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα (Βενέτης, 2020· Δερμιτζάκη, 2021· ΕΚΦΕ Σερρών, 2021· Λάζος, 2021· Pieratos & Polatoglou, 2020).

## Τα πειράματα της εφαρμογής *phyphox*

Οι περισσότερες εφαρμογές της κατηγορίας μπορούν να καταγράφουν τις τιμές των αισθητήρων του κινητού και να τις απεικονίζουν στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο. Η εφαρμογή *phyphox* έχει και άλλες δυνατότητες. Το περιεχόμενο της εφαρμογής οργανώνεται σε πειράματα.

Κάθε πείραμα του *phyphox* περιλαμβάνει τις εισόδους των δεδομένων (αισθητήρες), τον τρόπο με τον οποίο θα επεξεργαστούν τα δεδομένα αυτά (εφόσον χρειάζεται) και τον τρόπο με τον οποίο θα παρουσιαστούν στον χρήστη (διαγράμματα, τιμές, συνδυασμός) (Staacks et al., 2018). Επιπλέον, οι τιμές των αισθητήρων μπορούν να πυροδοτήσουν την εκκίνηση ή την παύση χρονομέτρων. Έτσι, μπορεί να μετρηθεί για παράδειγμα η χρονική διάρκεια ανάμεσα σε δύο ηχητικά ή ανάμεσα σε δύο «φωτεινά» γεγονότα κ.λ.π. Εκτός όμως από την ποικιλία των έτοιμων πειραμάτων που διαθέτει, η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα της δημιουργίας και αποθήκευσης στο κινητό νέων πειραμάτων. Μπορεί για παράδειγμα σε κάποιο πείραμα να συνδυαστούν δεδομένα από διαφορετικούς αισθητήρες (Stampfer et al., 2020).

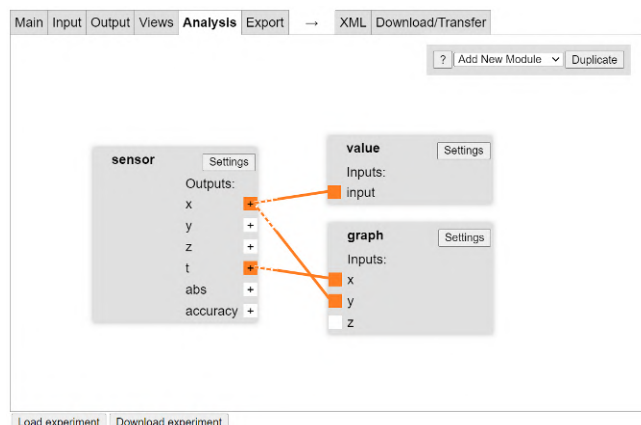
Τα πειράματα του *phyphox* αποθηκεύονται σε αρχεία κειμένου με επέκταση *.phyphox* και έχουν μορφή βασισμένη στη γλώσσα *xml*. Ωστόσο, δεν είναι απαραίτητο ο χρήστης να γνωρίζει τη συγκεκριμένη γλώσσα για τη δημιουργία ενός απλού πειράματος ή για την επεξεργασία ενός υπάρχοντος, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας editor με γραφικό περιβάλλον στο διαδίκτυο στη διεύθυνση <https://phyphox.org/editor> (Εικόνα 1). Στη συνέχεια τα πειράματα μπορούν να μεταφερθούν στο κινητό και είναι προσβάσιμα από το περιβάλλον της εφαρμογής.

## Σύνδεση εξωτερικών αισθητήρων

Μια από τις πιο σημαντικές δυνατότητες της εφαρμογής είναι η δυνατότητα εκτέλεσης πειράματος με χρήση εξωτερικών αισθητήρων, που συνδέονται μέσω *bluetooth*. Με τον τρόπο αυτό αφενός επεκτείνονται οι δυνατότητες της συσκευής και αφετέρου δεν διακινδυνεύεται η ασφάλειά της.

Στο *workshop* χρησιμοποιείται η πλακέτα *Arduino nano 33 BLE sense*, που διαθέτει ενσωματωμένους αισθητήρες (επιτάχυνσης, γυροσκόπιο, μαγνητόμετρο,

φωτόμετρο έντασης φωτός και φωτόμετρο για κόκκινο, μπλε και πράσινο φως, θερμόμετρο και βαρόμετρο) και πολύ οικονομικό κόστος (Bouquet et al., 2022). Αναλυτικές οδηγίες για τη διασύνδεση βρίσκονται στη σελίδα του ΕΚΦΕ Ρεθύμνου (Χαλκιαδάκης, 2022).



Εικόνα 1 Το γραφικό περιβάλλον της επεξεργασίας πειραμάτων στο διαδίκτυο

### Πείραμα 1<sup>ο</sup>: Ποσοτική μελέτη της ισόχωρης και ισόθερμης μεταβολής

Χρησιμοποιούμε ένα βαζάκι μέσα στο οποίο κλείνουμε ερμητικά τον αισθητήρα Arduino. Δημιουργούμε λουτρό θερμότητας με ένα δεύτερο δοχείο και μέσα σ' αυτό βυθίζουμε το βαζάκι (Εικόνα 2). Χρησιμοποιούμε επίσης ένα θερμόμετρο (ψηφιακό ή αναλογικό), με το οποίο μπορούμε να μετρούμε τη θερμοκρασία του νερού του λουτρού θερμότητας. Μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του νερού του δοχείου, με προσθήκη ζεστού ή παγωμένου νερού, λαμβάνουμε τις τιμές της πίεσης του αέρα που περιέχεται στο βαζάκι στην εφαρμογή Arduino του κινητού τηλεφώνου.



Εικόνα 2 Ισόχωρη θέρμανση αερίου με τον μικροελεγκτή στην κουζίνα

### Πείραμα 2ο : Ποσοτική μελέτη της ισόθερμης συμπίεσης του αέρα

Το μικρό μέγεθος του αισθητήρα μάς δίνει τη δυνατότητα να τον εισάγουμε στο εσωτερικό μιας σύριγγας τροφής (Εικόνα 3). Προσαρτούμε επίσης στο άκρο της σύριγγας σωλήνα σιλικόνης μήκους μερικών εκατοστών (μπορεί να αγοραστεί από

καταστήματα που πωλούν ενυδρεία). Λυγίζοντας τον σωλήνα απομονώνουμε τον αέρα στο εσωτερικό της σύριγγας από το περιβάλλον, πιέζουμε το έμβολο και για διάφορες τιμές του όγκου της κλίμακας της σύριγγας παίρνουμε τις τιμές της πίεσης που εμφανίζεται στην εφαρμογή Phyxox.

### Πείραμα 3<sup>ο</sup> : Μελέτη της υδροστατικής πίεσης

Χρησιμοποιώντας την ίδια διάταξη με το προηγούμενο πείραμα (Εικόνα 3) μπορούμε να καταγράψουμε τιμές της υδροστατικής πίεσης μέσα σε μια ποσότητα νερού και να ανακαλύψουμε τη σχέση υδροστατικής πίεσης – βάθους.



Εικόνα 3 Η σύριγγα με το Arduino και τον προσαρτημένο σωλήνα σιλικόνης

### Βιβλιογραφία

- Βενέτης, Κ. (2020) *Απλά παραδείγματα χρήσης του Phyxox*. ΕΚΦΕ Κορινθίας. Ανακτήθηκε στις 26/08/2022 στο <http://ekfe.kor.sch.gr/wp/?p=827>
- Δερμιτζάκη, Ε. (2021). *Αρχή διατήρησης Μηχανικής ενέργειας με χρήση Phyxox* [Video]. YouTube. Ανακτήθηκε στις 26/08/2022 στο [https://www.youtube.com/watch?v=d\\_2PeDS-nB8](https://www.youtube.com/watch?v=d_2PeDS-nB8)
- ΕΚΦΕ Σερρών (2021). *Μελετάμε τις μεταβολές της κινητικής και δυναμικής ενέργειας σώματος*. Facebook. Ανακτήθηκε στις 26/08/2022 [https://www.facebook.com/permalink.php?story\\_fbid=137673331701529&id=100063765873](https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=137673331701529&id=100063765873)
- Λάζος, Π. (2020) Πρόταση για ένα απλό μουσικό όργανο με «ποτήρια που τραγουδούν» και μελέτη της συχνότητας του ήχου με τη βοήθεια της εφαρμογής Phyxox. 6ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ - Εκπαίδευση και Πολιτισμός στον 21ο αιώνα, Μουσείο Σχολικής Ζωής και Εκπαίδευσης.
- Χαλκιαδάκης, Κ. (2022). Σύνδεση Phyxox με Arduino. ΕΚΦΕ ΡΕΘΥΜΝΟΥ. Ανακτήθηκε στις 26/08/2022 στο <https://ekfe.reth.sch.gr/?p=1852>
- Bouquet, F., Creutzer, G., Dorsel, D., Vince, J., & Bobroff, J. (2022). Enhance your smartphone with a Bluetooth arduino nano board. *Physics Education*, 57(1), 015015. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac35af>
- Pierratos, T., & Polatoglou, H. M. (2020). Utilizing the phyxox app for measuring kinematics variables with a smartphone. *Physics Education*, 55(2), 025019. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab6951>
- Sharples, M., Milrad, M., Arnedillo-Sánchez, I., & Vavoula, G. (2009). Mobile learning: small devices, big issues in N. Balacheff, S. Ludvigsen, T. de Jong, A. Lazonder, S. Barnes, and L. Montandon (Eds.). *Technology Enhanced Learning: Principles and Products*. Springer.

- Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H., & Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone based experiments: phyphox. *Physics Education*, 53, 045009  
<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aac05e>
- Stampfer, C., Heinke, H., & Staacks, S. (2020). A lab in the pocket. *Nature Reviews Materials*, 5(3), 169-170. <https://doi.org/10.1038/s41578-020-0184-2>

Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021

13:30 – 15:00

**Συμπόσιο**

## Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών: Πτυχές, Ζητήματα και Προτάσεις

**Πέτρος Καριώτογλου**

*Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

### Σύνοψη

Παλιές και σύγχρονες τάσεις της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στην επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης των σχετικών μαθημάτων. Παρά το γεγονός πως υπάρχουν σημαντικές έρευνες – μελέτες του θέματος αυτού, φαίνεται ότι ακόμη υπάρχουν σημαντικά θέματα για συζήτηση. Οι ερευνητές που παίρνουν μέρος σε αυτό το συμπόσιο θα παρουσιάσουν διαφορετικές πτυχές του θέματος της Επαγγελματικής Ανάπτυξης των εκπαιδευτικών ΦΕ, σε τυπικά και μη περιβάλλοντα μάθησης, καθώς και ευρήματα των ερευνών τους. Είναι κοινή πεποίθηση όσων ασχολούνται με τα θέματα της εκπαίδευσης και μετεκπαίδευσης των εκπαιδευτικών ότι το συγκεκριμένο θέμα, στην περίπτωση της πατρίδας μας χρειάζεται περαιτέρω βελτίωση.

Συγκεκριμένα στην πρώτη εργασία οι συγγραφείς παρουσιάζουν την εξελικτική πορεία των πρακτικών τεσσάρων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά τη συμμετοχή τους σε πρόγραμμα Επαγγελματικής Ανάπτυξης (ΕΑ), που είχε στόχο τη διεύρυνση των πρακτικών τους με τις τρέχουσες τάσεις διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και επίκεντρο την υιοθέτηση της διερευνητικής προσέγγισης.

Στη δεύτερη εργασία οι συγγραφείς μελετάνε τον τρόπο με τον οποίο εν ενεργεία εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν και αναπτύσσουν STEM διδακτικές ενότητες σε ομάδες, καθώς και τον βαθμό διασύνδεσης που εφαρμόζουν. Η ποιοτική ανάλυση του παραχθέντος διδακτικού υλικού και των συζητήσεών τους αναδεικνύει διαφορές στον βαθμό διασύνδεσης των STEM πεδίων.

Στην τρίτη εργασία οι συγγραφείς εστιάζουν στην έρευνα για την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΠΓΠ) εκπαιδευτικών της Α/θμιας Εκπαίδευσης, στα πλαίσια Προγράμματος Επαγγελματικής Ανάπτυξης. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος έγινε ρητή εισαγωγή επτά Θεματικών Πεδίων των διερευνητικών όψεων της ΠΓΠ. Επίσης, έμφαση δόθηκε στον αναστοχασμό των συμμετεχόντων πάνω στα συγκεκριμένα Θεματικά Πεδία. Δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την επέκταση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σε πτυχές της διερευνητικής προσέγγισης.

Τέλος, στην τέταρτη εργασία οι συγγραφείς διερευνούν πώς εκπαιδευτικοί και ερευνητές συν-διαμορφώνουν μία εκπαιδευτική επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο, στο πλαίσιο μίας Κοινότητας Μάθησης. Η τελική δομή της επίσκεψης ενσωμάτωσε στοιχεία που είχαν να κάνουν με την ιδιαιτερότητα του κέντρου, όπως ο περιορισμός χώρου και η ασφάλεια των μαθητών, αλλά και στοιχεία της σύγχρονης έρευνας, όπως ενίσχυση των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, εμπλοκή των μαθητών κ.ά.



## Science teachers' professional development: aspects, issues and suggestions

**Petros Kariotoglou**

*University of Western Macedonia*

### **Synopsis**

Both old and current trends in Science Education place special attention on teachers' professional development, targeting the improvement of teaching and learning of relevant subjects. Though there are significant studies – research on this issue, there still seems to be important issues left to be discussed. The researchers in this symposium will present some distinctive aspects of science teachers' professional development in formal and non-formal learning settings together with the results of their research. It is common belief among those who deal with teachers' education and professional development that this issue needs to be further improved in Greece.

Specifically, in the first study, the authors present the evolution of four primary and secondary teachers' practices during their participation in a professional development course, which aimed to enrich their practices with the current trends in Science Education targeting mainly the adoption of inquiry.

In the second study, the authors look into the way teachers design and develop STEM teaching units in groups and the degree of interconnection employed. Qualitative analysis of the teaching material and their discussions highlights the degree STEM fields are interconnected.

In the third study, the authors focus on primary teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) during a professional development course. During the course, seven thematic fields of PCK inquiry aspects were explicitly addressed. Special emphasis was also placed on teachers' reflection on the specific thematic fields. Data was collected, employing both questionnaires and interviews. Results are indicative of teacher views' enrichment with inquiry aspects.

Finally, in the fourth study, the authors look into the way both teachers and researchers co-design a field trip to the research center in terms of a Learning Community. In its final version, the field trip encompassed a number of things related to the special nature of the center, such as space restrictions and students' safety, as well as current research issues such as social interactions' support, students' engagement, etc.

## Σχεδιασμός & Ανάπτυξη STEM Διδακτικού Υλικού από εν Ενεργεία Εκπαιδευτικούς Β/θμιας Εκπαίδευσης

**Αργύρης Νιπυράκης<sup>1,2</sup>, Δημήτρης Σταύρου<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Κρήτης, <sup>2</sup>University of Groningen*

### Περίληψη

Η εκπαιδευτική καινοτομία της STEM διδακτικής προσέγγισης, παρά τις δυνατότητες και τα οφέλη που προσφέρει, δεν έχει καρποφορήσει στην εκπαιδευτική πράξη, ενώ υπάρχει ανάγκη διερεύνησης του τρόπου με τον οποίο την προσεγγίζουν εν ενεργεία εκπαιδευτικοί των STEM πεδίων. Συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα μελετάει τον τρόπο με τον οποίο εν ενεργεία εκπαιδευτικοί (n=26) σχεδιάζουν και αναπτύσσουν STEM διδακτικές ενότητες σε ομάδες, καθώς και τον βαθμό διασύνδεσης που εφαρμόζουν. Ποιοτική ανάλυση του παραχθέντος διδακτικού υλικού και των συζητήσεών τους αναδεικνύει διαφορές στον βαθμό διασύνδεσης των STEM πεδίων. Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί έκριναν σημαντική τη συνεργασία με εκπαιδευτικούς διαφορετικών ειδικοτήτων.

**Λέξεις κλειδιά:** STEM Εκπαίδευση, STEM διασύνδεση, εν ενεργεία εκπαιδευτικοί

## Design & Development of STEM Teaching Material by In-Service Secondary Teachers

**Argyris Nipyrakis<sup>1,2</sup>, Dimitris Stavrou<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>University of Crete, <sup>2</sup>University of Groningen*

### Abstract

The educational innovation of STEM teaching approach, albeit the potentialities and benefits that it offers, hasn't still been successfully implemented in educational practice, whilst there is need to investigate the views of in-service teachers coming from the STEM disciplines on STEM. Particularly, the present study investigated (n=26) in-service teachers' approach to designing and developing STEM teaching modules while working in groups, as well as the level of integration that they implement. Qualitative analysis of the developed teaching material and their discussions reveals diversity on STEM integration approaches. Furthermore, teachers considered it important to collaborate with teachers with diverse expertise.

**Keywords:** STEM Education, STEM Integration, in-service teachers

## Εισαγωγή

Διεθνείς συστάσεις, όπως αυτές αποτυπώνονται στους οδηγούς διδασκαλίας τονίζουν τη σημασία ενσωμάτωσης ρεαλιστικών προβλημάτων και ζητημάτων που άπτονται της καθημερινότητας των μαθητών, θέματα τα οποία δεν μπορούν να αποδοθούν αποτελεσματικά με μονοεπιστημονικούς τρόπους διδασκαλίας (NRC, 2014). Υπό αυτό το πρίσμα, η εκπαίδευση STEM, μια διδακτική προσέγγιση που διασυνδέει γνώσεις και δεξιότητες από Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά, μπορεί να συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου και των μεταξύ τους διασυνδέσεων καθώς και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων από τους μαθητές (Martín-Páez et al., 2019). Παράλληλα, η STEM προσέγγιση μπορεί να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών, να ενδυναμώσει την αυτοεκτίμησή τους για STEM θέματα, αλλά και να τους προσανατολίσει στο να ακολουθήσουν STEM καριέρες (Beier et al., 2018).

Παρόλα τα πλεονεκτήματα της STEM Εκπαίδευσης, όμως, αυτή δεν έχει καρποφορήσει αποτελεσματικά στη σχολική πραγματικότητα, ενώ υπάρχει ανάγκη διερεύνησης των ανασταλτικών παραγόντων σε αυτό, καθώς και να καθοριστούν καλές πρακτικές για STEM διδασκαλία (Millar, 2020). Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί όταν καλούνται να εφαρμόσουν STEM προσεγγίσεις, ακολουθούν διαφορετικά μοντέλα διασύνδεσης ως αποτέλεσμα των διαφορετικών γνώσεων, εμπειριών και του διαφορετικού επιστημολογικού προσανατολισμού τους (Ring et al., 2017). Παράλληλα, δίνεται από τους εκπαιδευτικούς συχνά διαφορετικό και άνισο βάρος στα εμπλεκόμενα πεδία STEM που διασυνδέονται (NRC, 2014), για παράδειγμα τα Μαθηματικά πολλές φορές περιθωριοποιούνται (Park et al., 2020) ή χρησιμοποιούνται με χρηστικό/εργαλειακό τρόπο (Tzanakis, 2016).

Συνεπώς, η παρούσα έρευνα μελετάει τον βαθμό διασύνδεσης που επιτελούν οι εκπαιδευτικοί, καθώς σχεδιάζουν και αναπτύσσουν STEM διδακτικό υλικό δηλαδή STEM τεχνουργήματα και συνοδευτικά STEM φύλλα εργασίας. Συγκεκριμένα, εν ενεργεία εκπαιδευτικοί και από τα τέσσερα STEM πεδία εργαζόμενοι σε Μαθησιακές Κοινότητες (ΜΚ) (Couso, 2016) μαζί με ερευνητές STEM Εκπαίδευσης σχεδιάζουν και παράγουν διδακτικό υλικό πάνω στο αντικείμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (NET), που είναι ένα σύγχρονο και εκ φύσεως διεπιστημονικό αντικείμενο, που συστήνεται για STEM Εκπαίδευση (Kähkönen et al., 2016). Παράλληλα, μελετάται το αποτέλεσμα της συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη STEM διδακτικών ενοτήτων.

Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι:

- Ποιες είναι οι διαφορετικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM που έχουν οι εκπαιδευτικοί από τα τέσσερα S-T-E-M πεδία και ποιος ο βαθμός διασύνδεσης των πεδίων που πραγματοποιούν;
- Ποια είναι η επίδραση της Μαθησιακής Κοινότητας στην ανάπτυξη του STEM διδακτικού υλικού και στον βαθμό διασύνδεσης των πεδίων;

## Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια εκπαιδευτικής δράσης που διοργάνωσε η ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Διδακτικής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Κρήτης στα πλαίσια συνεργασίας του ακαδημαϊκού ιδρύματος με το Περιφερειακό Κέντρο Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του γεωγραφικού διαμερίσματος της Κρήτης. Συμμετέχοντες ήταν 26 εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από τα τέσσερα δομικά επιστημονικά πεδία του STEM, συγκεκριμένα 10 εκπαιδευτικοί ΦΕ, 5 Πληροφορικής, 6 Μηχανικής και 5 Μαθηματικών. Οι εκπαιδευτικοί χωρίστηκαν σε 4 ΜΚ με κριτήριο: α) την αντιπροσώπευση τουλάχιστον ενός εκπαιδευτικού από καθένα επιστημονικό πεδίο σε κάθε ομάδα, β) την εκπαιδευτική βαθμίδα/ηλικία μαθητών (Γυμνάσιο/Λύκειο), γ) τη γεωγραφική τοποθεσία (νομό) διαμονής. Παράλληλα, δημιουργήθηκε πλατφόρμα σύγχρονων τηλεδιασκέψεων και φόρουμ ασύγχρονων συζητήσεων, όπου κάθε ομάδα θα μπορούσε να επικοινωνεί (σύγχρονα & ασύγχρονα) με τα άλλα μέλη και τους ερευνητές.

Η πορεία της δράσης, όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 1, περιλαμβάνει i) μια συνάντηση γνωριμίας και χωρισμού ομάδων, ii) στάδιο επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στο αντικείμενο της NET και στη διδακτική της NET καθώς και θεωρητικές απαρχές της Εκπαίδευσης STEM, iii) στάδιο σχεδιασμού και ανάπτυξης του θέματος και της κατασκευής, iv) στάδιο σχεδιασμού STEM διδασκαλιών, v) στάδιο διαμοιρασμού και επίδειξης της κατασκευής, καθώς και vi) στάδιο προαιρετικής εφαρμογής του υλικού στην τάξη.

Συναντήσεις	Περιεχόμενο	Τρόπος υλοποίησης
1 συνάντηση	Εισαγωγική συνάντηση	διά ζώσης
2 συναντήσεις	Επιμόρφωση α) στο αντικείμενο της NET και στη διδακτική της NET, β) STEM Εκπαίδευσης	εξ αποστάσεως
4-6 συναντήσεις	Σχεδιασμός και ανάπτυξη του θέματος και της κατασκευής	εξ αποστάσεως/διά ζώσης
2 συναντήσεις	Σχεδιασμός STEM διδασκαλίας	εξ αποστάσεως
1 συνάντηση	Διαμοιρασμός & επίδειξη κατασκευής	διά ζώσης
	Εφαρμογή του υλικού	εξ αποστάσεως/διά ζώσης

Πίνακας 1 Υλοποίηση της έρευνας

Η συλλογή δεδομένων περιλαμβάνει: α) τις απομαγνητοφωνημένες συναντήσεις των ΜΚ, β) τις ασύγχρονες συζητήσεις στο φόρουμ επικοινωνίας, γ) το παραχθέν διδακτικό υλικό (κατασκευή, σχέδια διδασκαλίας), δ) τις ατομικές συνεντεύξεις αναστοχασμού για τα μοντέλα STEM διασύνδεσης και τη συνεργασία μεταξύ των μελών, ε) αρχικό ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου για τη διασύνδεση των πεδίων, στ) ατομικό ημερολόγιο του ερευνητή για ασύγχρονη επιμέρους επικοινωνία με τους εκπαιδευτικούς.

Η μέχρι τώρα ανάλυση δεδομένων που έχει πραγματοποιηθεί περιλαμβάνει: i) ποιοτική ανάλυση περιεχομένου (Mayring, 2015) των αναστοχαστικών συνεντεύξεων των εκπαιδευτικών σχετικά με τα μοντέλα διασύνδεσης των πεδίων και τη συνεργατικότητα μεταξύ των μελών των ΜΚ, ii) ποιοτική ανάλυση του παραχθέντος διδακτικού υλικού σε σχέση με τις αρχές της διεπιστημονικότητας και τη διασύνδεση των εμπλεκόμενων πεδίων, όπως αυτά έχουν περιγραφεί στις συναντήσεις και κατά τον διαμοιρασμό & επίδειξη της κατασκευής.

## Αποτελέσματα

Αναφορικά με τη θεματική STEM και την ενσωμάτωση εννοιών, φαινομένων και εφαρμογών της NET στις αντίστοιχες κατασκευές, οι τέσσερις ομάδες εκπαιδευτικών σχεδίασαν και υλοποίησαν αντίστοιχα:

α) μια ενότητα διδασκαλίας για «έξυπνα θερμοκήπια», στην οποία μέσω ενός μοντέλου θερμοκηπίου γίνεται αφενός χρήση αισθητήρων για μετρήσεων φυσικών μεγεθών για την παρακολούθηση της καλλιέργειας και επικοινωνία των δεδομένων μέσω ίντερνετ στους χρήστες και αφετέρου χρήση υλικών NET, όπως υδρόφοβο σπρέι για τα τζάμια, δειγμάτων θερμοχρωμικών τζαμιών, διαφανών και εύκαμπτων οργανικών φωτοβολταϊκών, καθώς και φωτοβολταϊκών από φωτοευαίσθητες ηλιακές κυψελίδες (DSSC)

β) μια ενότητα στοχοθετημένης μεταφοράς και χορήγησης φαρμακευτικών ουσιών (drug delivery) σε σημεία του ανθρώπινου οργανισμού μέσω τρισδιάστατων γεωμετρικών σχημάτων από DNA origami και χρήσης ενός μοντέλου νανορομπότ

γ) μια ενότητα για ενεργειακά αυτόνομα συστήματα πυρασφάλειας, με χρήση αεροκινούμενου μοντέλου που χρησιμοποιεί οργανικά φωτοβολταϊκά και φωτοευαίσθητες ηλιακές κυψελίδες για την παραγωγή τάσης, καθώς και συστήματος παρακολούθησης φυσικών μεγεθών που σχετίζονται με την πυρασφάλεια μέσω αισθητήρων

δ) μια ενότητα για τις εφαρμογές της σπιν-ηλεκτρονικής στην αποθήκευση πληροφορίας σε δυαδική μορφή σε σκληρούς δίσκους μνήμης flash μέσω ενός μοντέλου usb και αναπαράστασης της διαδικασίας ανάγνωσης πληροφορίας σε μορφή ASCII με χρήση ρομποτικού μοντέλου και εφαρμογής για κινητά καθώς και μετατροπής & αναπαράστασης των χαρακτήρων σε δυαδική μορφή μέσω μιας διάταξης LED και Arduino.

Αναφορικά με τον βαθμό διασύνδεσης των πεδίων που πραγματοποιούν οι εκπαιδευτικοί, δύο κυρίαρχες τάσεις αναγνωρίστηκαν: α) αφενός οι εκπαιδευτικοί θεώρησαν σημαντικό τον τεχνολογικό γραμματισμό στην κατασκευή τεχνουργήματος, αν και κρίθηκε αρκετά απαιτητικός για τους μη έχοντες πρότερες γνώσεις & εξοικείωση με την Τεχνολογία, και αφετέρου β) η δυσκολία να προσδοθεί εστίαση στα Μαθηματικά στα πλαίσια STEM προσέγγισης, σε σχέση με το επίπεδο μαθητών Β/θμιας εκπαίδευσης, όπου απευθυνόταν η δράση. Επιπροσθέτως, πολλοί εκπαιδευτικοί συνάντησαν αρχικά δυσκολίες στη ρητή αναγνώριση διασυνδέσεων μεταξύ των πεδίων, καθώς και στην ενσωμάτωση σε περιοχές/αντικείμενα που δεν είχαν εξειδικευτεί. Παρόλα αυτά, δήλωσαν στον αναστοχασμό ότι διάκεινται θετικά στο να διεξάγουν διεπιστημονικές STEM διδασκαλίες στο μέλλον.

Η συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών στην ΜΚ κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη STEM διδακτικού υλικού κρίθηκε σημαντική, ενώ ορισμένοι εκπαιδευτικοί (v=5) θεώρησαν σημαντική τη συνδιδασκαλία με άλλους συναδέλφους για την εφαρμογή του υλικού στην τάξη. Συγκεκριμένα, δύο τάξεις επικράτησαν όσο αφορά τη συνεργατικότητα μεταξύ των μελών: α) οι εκπαιδευτικοί κυρίως δήλωσαν προτίμηση για συνεργασία με εκπαιδευτικούς που έχουν «συμπληρωματικές» γνώσεις, δηλαδή σε πεδία τα οποία θεωρούσαν ότι υστερούν σε γνώσεις και εμπειρίες (πχ. ΦΕ με Μηχανικής/Τεχνολογίας και αντίστροφα), β) εν αντιθέσει, μια μειοψηφία εκπαιδευτικών (v=3) δήλωσε προτίμηση για συνεργασία με «γειτονικές» ειδικότητες (π.χ. Τεχνολογία & Μηχανική), επειδή όπως δήλωσαν θα είχαν καλύτερη επικοινωνία μεταξύ τους. Επιπλέον, η συνεργασία με συνάδελφο εκπαιδευτικό Μαθηματικών θεωρήθηκε ήσσονος σημασίας, επειδή όπως δήλωσαν οι εκπαιδευτικοί (v=7) τις στοιχειώδεις γνώσεις Μαθηματικών για το επίπεδο Β/θμιας εκπαίδευσης θεωρούν ότι τις κατέχουν σε κάποιο βαθμό και οι ίδιοι.

Οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν επίσης ότι ο βαθμός διασύνδεσης των πεδίων καθώς και οι απαιτήσεις για συνεργασία με συναδέλφους αντίστοιχων ειδικοτήτων εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό και από το θέμα και το αντικείμενο εργασίας που είναι να ασχοληθούν. Τέλος, η ΝΕΤ ως θεματική περιοχή θεωρήθηκε από τους εκπαιδευτικούς ότι προσφέρεται ως ένα σύγχρονο και ενδιαφέρον αντικείμενο για πραγματοποίηση STEM διδασκαλιών σε μαθητές.

## Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα μελετάει τον τρόπο με τον οποίο εκπαιδευτικοί Β/θμιας εκπαίδευσης προερχόμενοι από τα τέσσερα STEM πεδία σχεδιάζουν και αναπτύσσουν STEM διδακτικό υλικό μέσα σε ένα συνεργατικό πλαίσιο ΜΚ. Η ανάλυση των συζητήσεων στην ΜΚ καθώς και των τελικών συνεντεύξεών τους προσδίδει στοιχεία αναφορικά με τον βαθμό STEM διασύνδεσης που αυτοί επιτελούν.

Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί έδωσαν έμφαση στην ενσωμάτωση της Τεχνολογίας, παρόλο που αυτό κρίθηκε λίαν απαιτητικό για τους μη έχοντες εξειδίκευση σε αυτήν, σε συμφωνία με παρόμοιες έρευνες σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς (Nirygrakis & Stavrou, 2022). Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί περιθωριοποίησαν συγκριτικά τον ρόλο των Μαθηματικών στα πλαίσια STEM προσεγγίσεων στη Β/θμια εκπαίδευση. Παράλληλα, η συνεργασία με συναδέλφους και ακαδημαϊκό προσωπικό θεωρήθηκε επικουρικός παράγοντας προκειμένου να αντιμετωπιστεί η έλλειψη γνώσεων σε πεδία που οι εκπαιδευτικοί στερούνταν αντίστοιχων γνώσεων.

## Βιβλιογραφία

- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2018). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3-23. <https://doi.org/10.1002/tea.21465>

- Couso, D. (2016). Participatory Approaches to Curriculum Design From a Design Research Perspective. In In: Psillos, D., Kariotoglou, P. (eds) *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences* (pp. 47-71). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_4)
- Kähkönen, A. L., Laherto, A., Lindell, A., & Tala, S. (2016). Interdisciplinary Nature of Nanoscience: Implications for Education. In *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 35-81). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_2)
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In Bikner-Ahsbahr, A., Knipping, C., Presmeg, N. (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education*, (pp. 365–380). Springer, Bremen. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6\\_13](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13)
- Millar, V. (2020). Trends, issues and possibilities for an interdisciplinary STEM curriculum. *Science & Education*, 29(4), 929-948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
- National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Nipyrakis, A., & Stavrou, D. (2022). Integration of ICT in Science Education Laboratories by Primary Student Teachers. In: Papadakis, S., Kalogiannakis, M. (eds) *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education*. Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1_4)
- Park, W., Wu, J. Y., & Erduran, S. (2020). The nature of STEM disciplines in the science education standards documents from the USA, Korea and Taiwan. *Science & Education*, 29(4), 899-927. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00139-1>
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444-467. <https://doi.org/10.1080/1046560x.2017.1356671>
- Tzanakis, C. (2016). Mathematics & physics: an innermost relationship. Didactical implications for their teaching & learning. *History and Pedagogy of Mathematics*, Montpellier, France.

## Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών σε χώρους μη τυπικής μάθησης

**Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Δημήτρης Σταύρου**

*ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης*

### Περίληψη

Η συγκεκριμένη μελέτη διερευνά πώς εκπαιδευτικοί και ερευνητές συνδιαμορφώνουν μία εκπαιδευτική επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο, στο πλαίσιο μίας κοινότητας μάθησης. Όλες οι αλληλεπιδράσεις αναλύθηκαν με στόχο τον προσδιορισμό των παραγόντων που καθόρισαν το περιεχόμενο της επίσκεψης αλλά και την επαγγελματική αλλαγή των εκπαιδευτικών. Η τελική δομή της επίσκεψης ενσωμάτωσε στοιχεία που είχαν να κάνουν με την ιδιαιτερότητα του κέντρου, όπως ο περιορισμός χώρου και η ασφάλεια των μαθητών, αλλά και στοιχεία της σύγχρονης έρευνας, όπως ενίσχυση των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, εμπλοκή των μαθητών κ.ά. Τέλος, αναγνωρίστηκε η επίδραση της κοινότητας μάθησης τόσο στον προσωπικό όσο και στον τομέα πρακτικής των εκπαιδευτικών.

**Λέξεις κλειδιά:** εκπαιδευτικές επισκέψεις, ερευνητικό κέντρο, άτυπη μάθηση, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών

## Teachers' professional development in non-formal learning environments

**Kalliopi Giannakoudaki, Dimitris Stavrou**

*Department of Primary Education, University of Crete*

### Abstract

This study aims to investigate how teachers collaborate with researchers so as to co-design the visits to the research center, in the context of a Community of Learners. All the interactions were analyzed and the factors that defined the content of the visits and the professional growth of the teachers were identified. The content of the visit was consistent with the uniqueness of the setting such as space restriction, but also consistent with many recommendations of informal science teaching such as students' social interactions. Finally, the impact of the Community of Learners on both teachers' personal domain and domain of practice was acknowledged.

**Keywords:** schoolvisits, research center, informal learning, professional development



## Εισαγωγή

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 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). 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.

Οι συγκεκριμένοι χώροι δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς (Neresini et al., 2009), ειδικά από την πλευρά των εκπαιδευτικών, με αποτέλεσμα να αναδεικνύεται η ανάγκη μελέτης των επισκέψεων σε τέτοιους χώρους μάθησης. Επίσης, το γεγονός ότι τα ερευνητικά κέντρα δεν διαθέτουν κάποιο εξειδικευμένο προσωπικό για τις επισκέψεις, αλλά τον ρόλο αυτό αναλαμβάνουν οι ερευνητές του κέντρου, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι αναγνωρίζεται μία έλλειψη συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών και ερευνητών (Giannakoudaki & Stavrou, 2019) οδηγεί στην αναγκαιότητα της παρούσας έρευνας, η οποία αποσκοπεί στο να μελετήσει αφενός τη συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και ερευνητών και αφετέρου την επίδραση αυτού του συνεργατικού πλαισίου στην επαγγελματική αλλαγή των εκπαιδευτικών. Πιο συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας διατυπώνονται ως εξής:

α) ποιοι παράγοντες λαμβάνονται υπόψη κατά τη συνδιαμόρφωση της εκπαιδευτικής επίσκεψης από τους εκπαιδευτικούς και τους ερευνητές στο πλαίσιο μιας κοινότητας μάθησης (ΚΜ);

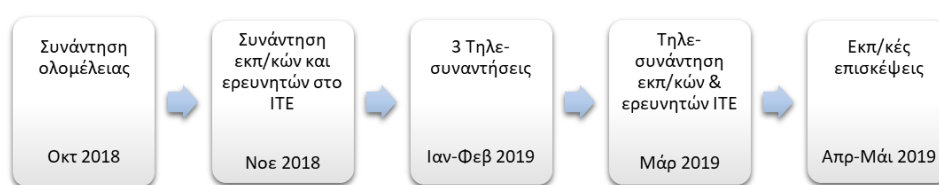
β) ποιοι παράγοντες συμβάλουν στην επαγγελματική αλλαγή των εκπαιδευτικών κατά τη διαμόρφωση της επίσκεψης στο πλαίσιο της κοινότητας μάθησης;

## Μεθοδολογία

Το ερευνητικό κέντρο που επιλέχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας είναι το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) στο Ηράκλειο Κρήτης. Στην έρευνα συμμετείχαν 10 εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του κλάδου των Φυσικών Επιστημών και 4 ερευνητές του Ινστιτούτου Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ του ΙΤΕ, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 2 κοινότητες μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, η κάθε κοινότητα μάθησης, αποτελούμενη από 5 εκπαιδευτικούς, δύο ερευνητές του ΙΤΕ και ερευνητές της Διδακτικής των Φ.Ε. του Πανεπιστημίου Κρήτης σχεδίασε και υλοποίησε τις εκπαιδευτικές επισκέψεις κατά την περίοδο Οκτώβριος 2018-Ιούνιος 2019. Η πρώτη κοινότητα μάθησης ασχολήθηκε με τον σχεδιασμό της επίσκεψης των μαθητών σε 2 εργαστήρια φωτονικής και λέιζερ, ενώ η δεύτερη κοινότητα μάθησης σχεδίασε την επίσκεψη των μαθητών σε 2 εργαστήρια που ασχολούνται με τις ιδιότητες προηγμένων υλικών.

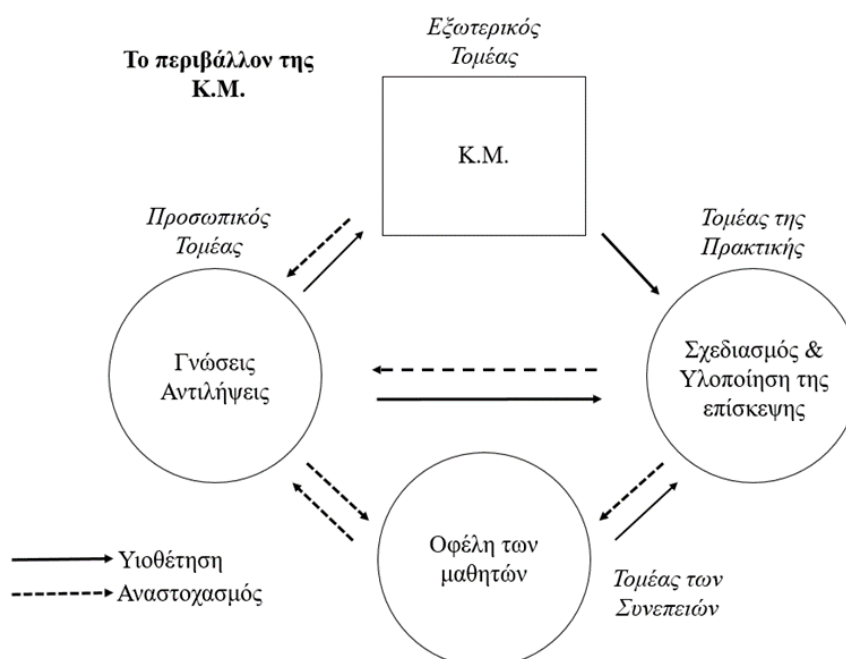
Η πορεία που ακολούθησε η έρευνα παρουσιάζεται στο σχήμα 1. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μία συνάντηση της ολομέλειας, όπου ενημερώθηκαν όλοι οι

συμμετέχοντες σχετικά με τον σκοπό και τον χρονικό προγραμματισμό της έρευνας. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε για κάθε κοινότητα μάθησης συνάντηση εκπαιδευτικών και ερευνητών στα εργαστήρια του ΙΤΕ, προκειμένου να ενημερωθούν οι εκπαιδευτικοί σε θέματα επιστημονικού περιεχομένου στις επιλεγμένες περιοχές της σύγχρονης έρευνας. Ακολούθησαν 3 τηλεσυναντήσεις για κάθε ομάδα με στόχο την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών πάνω σε θέματα Διδακτικής από ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ αλλά και στην αξιοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων. Εν συνεχεία εκπαιδευτικοί και ερευνητές του ΙΤΕ πραγματοποίησαν μία τηλεσυνάντηση προκειμένου να συνδιαμορφώσουν την τελική δομή της επίσκεψης και τέλος πραγματοποιήθηκαν οι εκπαιδευτικές επισκέψεις στο ΙΤΕ.



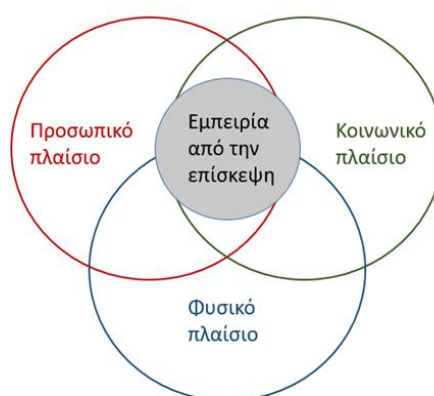
Σχήμα 17 Η πορεία της έρευνας

Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων ήταν η μαγνητοφώνηση όλων των συναντήσεων των κοινοτήτων μάθησης, καθώς και συνεντεύξεις με τους εκπαιδευτικούς πριν και μετά την πραγματοποίηση των επισκέψεων στο ερευνητικό κέντρο. Λόγω του διερευνητικού χαρακτήρα της έρευνας υιοθετήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2015). Όλο το ηχογραφημένο υλικό απομαγνητοφωνήθηκε λέξη προς λέξη και στη συνέχεια προσδιορίστηκαν οι μονάδες ανάλυσης και οι κώδικες που θα χρησιμοποιηθούν, αναπτύχθηκαν οι κατηγορίες της ανάλυσης και μετέπειτα ακολούθησε η κατηγοριοποίηση των δεδομένων με τη χρήση του Διασυνδεδεμένου Μοντέλου Επαγγελματικής Ανάπτυξης (IMPG) των Clarke και Hollingsworth (2002), το οποίο προσαρμόστηκε και διευρύνθηκε για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Πιο συγκεκριμένα, ο Εξωτερικός Τομέας περιλαμβάνει όλες εκείνες τις πληροφορίες και τα ερεθίσματα που λαμβάνει ο εκπαιδευτικός είτε από τα υπόλοιπα μέλη της Κ.Μ. (εκπαιδευτικοί, ερευνητές ΙΤΕ, ερευνητές Διδακτικής Φ.Ε.) είτε από το παρεχόμενο υλικό. Ο Προσωπικός Τομέας περιλαμβάνει όλες εκείνες τις γνώσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της εκπαιδευτικής επίσκεψης στο ΙΤΕ. Ο Τομέας της Πρακτικής περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της εκπαιδευτικής επίσκεψης. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στον συγκεκριμένο τομέα περιλαμβάνεται η πρακτική των εκπαιδευτικών στις τρεις επάλληλες φάσεις: πριν την επίσκεψη των μαθητών τους στο ερευνητικό κέντρο, κατά τη διάρκεια της επίσκεψης και μετά την επιστροφή τους στην τάξη. Τέλος, ο Τομέας των Συνεπειών αναφέρεται στα οφέλη που αποκομίζουν οι μαθητές από την επίσκεψή τους στο ερευνητικό κέντρο, σύμφωνα με την άποψη του εκπαιδευτικού.



Σχήμα 2 Το προσαρμοσμένο IMPG στις ανάγκες της παρούσας έρευνας

Το IMPG χρησιμοποιείται σε ένα πρώτο επίπεδο ανάλυσης, έτσι ώστε να μελετηθούν οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους τομείς για τους εκπαιδευτικούς, ενώ σε ένα δεύτερο επίπεδο ανάλυσης και προκειμένου να μελετηθούν οι παράγοντες που καθορίζουν τον Προσωπικό Τομέα και τον Τομέα της Πρακτικής του εκπαιδευτικού, χρησιμοποιείται υποστηρικτικά το Συγκείμενο Μοντέλο Μάθησης (Contextual Model of Learning) για χώρους άτυπης μάθησης (Falk & Dierking, 2000), όπως φαίνεται ακολούθως στο σχήμα 3.



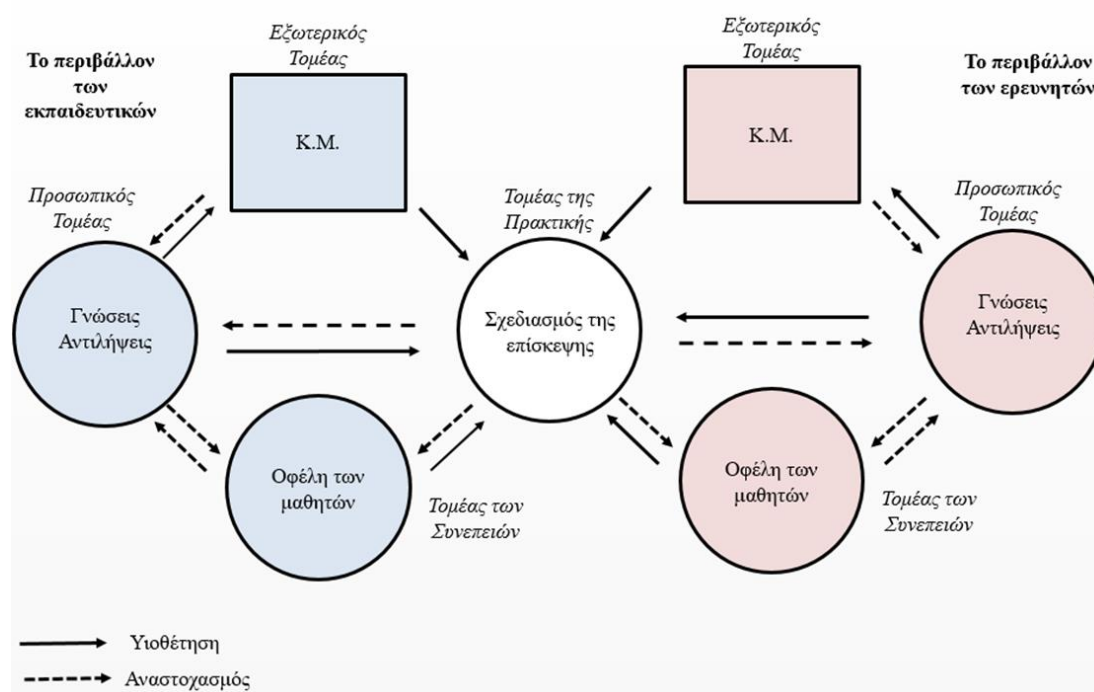
Σχήμα 3 Το Συγκείμενο Μοντέλο Μάθησης των Falk και Dierking (2000)

Μέσα σε αυτά τα τρία πλαίσια περιλαμβάνεται μία πληθώρα παραγόντων που μπορεί είτε με έναν πιο άμεσο είτε με έναν πιο έμμεσο τρόπο να επηρεάζουν τη μάθηση σε εξωσχολικούς χώρους, όμως οι Falk και Dierking κατέληξαν στους ακόλουθους δώδεκα πιο προφανείς και σημαντικούς παράγοντες: 1) κίνητρα και προσδοκίες από την επίσκεψη, 2) πρότερες γνώσεις, 3) προηγούμενες εμπειρίες, 4)

προηγούμενα ενδιαφέροντα, 5) επιλογή και έλεγχος, 6) κοινωνικές αλληλεπιδράσεις εντός της ομάδας, 7) κοινωνικές αλληλεπιδράσεις με άλλους εκτός ομάδας, 8) προ-οργανωτές, 9) προσανατολισμός στον χώρο, 10) αρχιτεκτονική του περιβάλλοντος χώρου, 11) σχεδίαση και επαφή με τα εκθέματα και 12) δραστηριότητες ενίσχυσης της γνώσης μετά την επίσκεψη.

### Αποτελέσματα

Προκειμένου να απαντήσουμε στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα, το μοντέλο IMPG των Clarke & Hollingsworth (2002) διευρύνθηκε, έτσι ώστε να συμπεριλάβει όχι μόνο το περιβάλλον των εκπαιδευτικών, αλλά και εκείνο των ερευνητών του ΙΤΕ, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.



Σχήμα 4 Το διευρυμένο μοντέλο IMPG

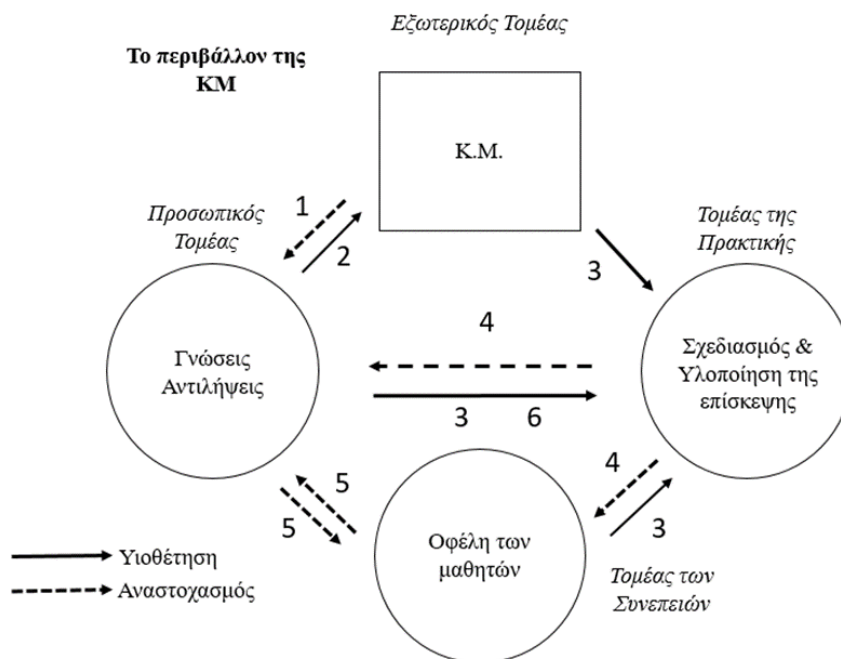
Αρχικά μετρήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις που αφορούσαν στον Τομέα της Πρακτικής του IMPG κατά τη φάση του σχεδιασμού της επίσκεψης και εν συνεχεία οι αλληλεπιδράσεις αυτές κατηγοριοποιήθηκαν ως προς το περιεχόμενό τους με βάση το Συγκείμενο Μοντέλο Μάθησης και προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (Πίνακας 1).

Πλαίσιο		Πλαίσιο αλληλεπιδράσεων (Περιβάλλον εκπ/κών)	Πλαίσιο αλληλεπιδράσεων (Περιβάλλον ερευνητών)
Φυσικό	Σχεδιασμός δραστηριοτήτων	13	17
	Προσδοκίες εκπ/κών	3	-
	Προ-οργανωτές	2	1
	Αρχιτεκτονική του χώρου	1	1
	Δραστηριότητες κατά την επιστροφή στην τάξη	-	1
Κοινωνικό	Αλληλεπιδράσεις με άλλους	3	-
	Αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών	-	1
Προσωπικό	Επιλογή και έλεγχος	-	1

Πίνακας 15 Πλήθος και τύπος αλληλεπιδράσεων κατά τη διαμόρφωση της επίσκεψης

Οι εκπαιδευτικοί και οι ερευνητές του ΙΤΕ κατά τον σχεδιασμό της επίσκεψης έλαβαν υπόψη τους κυρίως παράγοντες που αφορούσαν στο φυσικό και το κοινωνικό πλαίσιο. Πιο συγκεκριμένα, το κύριο ενδιαφέρον τους ήταν να επανασχεδιάσουν τις προσφερόμενες από το ΙΤΕ δραστηριότητες με τέτοιο τρόπο, ώστε να ενισχύσουν την ενεργό συμμετοχή και εμπλοκή των μαθητών σε βιωματικές δραστηριότητες. Επίσης, τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι ερευνητές προσπαθούν να συνδέσουν το περιεχόμενο της επίσκεψης με δραστηριότητες των μαθητών πριν και μετά στην τάξη. Εντούτοις, η ασφάλεια των μαθητών αφενός και η αρχιτεκτονική του χώρου των εργαστηρίων αφετέρου αποτέλεσαν δύο περιοριστικούς παράγοντες. Τέλος, οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις τόσο μεταξύ των μαθητών όσο και μεταξύ μαθητών και ερευνητών του ΙΤΕ ενισχύθηκαν, καθώς δημιουργήθηκαν μικρές ομάδες μαθητών. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν με ποια ομάδα και σε ποιο πείραμα ήθελαν να εμπλακούν, δίνοντάς τους έτσι έναν βαθμό επιλογής και ελέγχου επί της επίσκεψης.

Σχετικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, μελετήθηκαν όλες οι αλληλεπιδράσεις του μοντέλου IMPG σε κάθε φάση του σχεδιασμού και της υλοποίησης της επίσκεψης στο ερευνητικό κέντρο. Στο σχήμα 5, παρουσιάζεται χρονικά το δίκτυο των αλληλεπιδράσεων της επαγγελματικής αλλαγής των εκπαιδευτικών, ως συνέπεια της ανάλυσης των επιμέρους φάσεων της έρευνας.



Σχήμα 5 Χρονική ακολουθία του δικτύου των αλληλεπιδράσεων των τομέων του IMPG των εκπαιδευτικών

Αρχικά, ο Εξωτερικός Τομέας επιδρά κυρίως στον Προσωπικό Τομέα των εκπαιδευτικών, καθώς οι εκπαιδευτικοί, μέσα από την αλληλεπίδρασή τους ερευνητές του ΙΤΕ και τους ερευνητές της Διδακτικής, εμπλουτίζουν τον Προσωπικό τους Τομέα ως προς τη γνώση επιστημονικού περιεχομένου, τις πρότερες αντιλήψεις των μαθητών πάνω στη συγκεκριμένη ενότητα, τις διδακτικές στρατηγικές που μπορούν να υιοθετήσουν κατά τη φάση της προετοιμασίας και την αξιολόγηση.

Στη συνέχεια οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί ανταλλάσσουν μεταξύ τους απόψεις ως προς τις διδακτικές στρατηγικές, το διδακτικό υλικό, το Α.Π., τους μαθητές τους, τις εκπαιδευτικές επισκέψεις, αλλά και προηγούμενες εμπειρίες τους.

Ακολουθεί η φάση της προετοιμασίας των μαθητών τους στην τάξη (προ-οργανωτές) και ο σχεδιασμός της εκπαιδευτικής επίσκεψης, όπου ο Τομέας της Πρακτικής των εκπαιδευτικών φαίνεται να αλληλεπιδρά τόσο με τον Εξωτερικό Τομέα (όσον αφορά είτε θέματα που συζητήθηκαν κατά τη διάρκεια των συναντήσεων είτε υλικό που τους χορηγήθηκε μετά), όσο και με τον Προσωπικό τους Τομέα (σε επίπεδο γνώσεων για τον ρόλο τους, τη διδασκαλία, τους μαθητές και τις εκπαιδευτικές επισκέψεις), αλλά και με τον Τομέα των Συνεπειών (πιθανά γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη των μαθητών).

Κατά την απολογιστική φάση του προγράμματος, φαίνεται ότι ο Τομέας της Πρακτικής (σχεδιασμός και υλοποίηση της επίσκεψης) επιδρά αφενός στον Προσωπικό Τομέα των εκπαιδευτικών (οι εκπαιδευτικοί αναθεωρούν τις αντιλήψεις τους για την υλοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων και εμπλουτίζουν τον Προσωπικό τους Τομέα σε επίπεδο γνώσεων και συναισθημάτων) και αφετέρου στον Τομέα των Συνεπειών (οφέλη που αποκόμισαν οι μαθητές από τη φάση της προετοιμασίας μέχρι την υλοποίηση της επίσκεψης και την επιστροφή των μαθητών στην τάξη τόσο σε γνωστικό όσο και σε συναισθηματικό επίπεδο).

Εν συνεχεία ο Τομέας των Συνεπειών αλληλεπιδρά με τον Προσωπικό Τομέα, καθώς οι εκπαιδευτικοί αναστοχάζονται ως προς τους στόχους που είχαν θέσει και

τα πιθανά οφέλη που αποκόμισαν οι μαθητές τους. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί εμπλουτίζοντας τον Προσωπικό τους Τομέα με όλη αυτή τη γνώση που αφορά στον σχεδιασμό και την υλοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων, αναφέρουν και το πώς αυτό θα επηρεάσει μελλοντικά τον Τομέα της Πρακτικής τους δηλαδή την υλοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων στο μέλλον.

Επιπλέον, προέκυψε μία ισχυρότερη επίδραση των ειδικών σε σχέση με τα υπόλοιπα μέλη της ΚΜ, με τους πρώτους να επιδρούν στον προσωπικό τομέα των εκπαιδευτικών ως προς τη γνώση επιστημονικού περιεχομένου σε θέματα έρευνας αιχμής, αλλά και στον τομέα της πρακτικής των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και υλοποίηση των προ-οργανωτών και της επίσκεψης και λιγότερο στις δραστηριότητες ενίσχυσης μετά στην τάξη.

## Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της ΚΜ εκπαιδευτικοί και ερευνητές αντάλλαξαν ιδέες και προτάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό της επίσκεψης, λαμβάνοντας υπόψη ένα πλήθος παραγόντων, που έχουν να κάνουν με την ιδιαιτερότητα του κέντρου, όπως ο περιορισμός χώρου και η ασφάλεια των μαθητών, αλλά και με πορίσματα της σύγχρονης έρευνας (Dewitt & Storksdiack, 2008), όπως ενίσχυση των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, εμπλοκή των μαθητών κ.ά.

Συγχρόνως όμως μέσα από τη μελέτη της επαγγελματικής αλλαγής των εκπαιδευτικών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η χρονική ακολουθία αυτών των αλλαγών. Αρχικά, στις πρώιμες φάσεις της συνεργασίας, φαίνεται να εμφανίζεται μία πιο γραμμική συσχέτιση μεταξύ των Τομέων του Διασυνδεδεμένου Μοντέλου Επαγγελματικής Ανάπτυξης των εκπαιδευτικών και είναι αυτό που οι Clarke & Hollingsworth (2002) χαρακτηρίζουν ως «αφελή» γραμμική ακολουθία (“naive linear model”) δηλαδή μία αλλαγή στον Εξωτερικό Τομέα οδηγεί σε μία αλλαγή στον Προσωπικό Τομέα, ακολουθούμενη από μία αλλαγή στον Τομέα της Πρακτικής. Εντούτοις, αργότερα, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5, παρουσιάζεται περισσότερο ένα δίκτυο, παρά μία γραμμική ακολουθία, αλληλεπιδράσεων, όπου οι εκπαιδευτικοί περνούν μέσα από έναν επαναλαμβανόμενο κύκλο αλλαγής της πρακτικής τους, προβληματισμού και ξανά τροποποίησης της πρακτικής.

Τέλος, μέσα από τη μελέτη της επαγγελματικής αλλαγής των εκπαιδευτικών αναγνωρίστηκε η επίδραση αυτού του συνεργατικού πλαισίου στον προσωπικό τομέα των εκπαιδευτικών (γνώση επιστημονικού περιεχομένου και αντιλήψεις ως προς τις εκπαιδευτικές επισκέψεις), καθώς και στον τομέα της πρακτικής τους (προ-οργανωτές και σχεδιασμός της επίσκεψης).

## Βιβλιογραφία

- Clarke, D. J., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947–967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- 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. <https://doi.org/10.1080/10645570802355562>

- Falk, J., & Dierking, L. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of learning*. Walnut Creek (CA): Altamira Press. ISBN-13: 978-0742502956
- Giannakoudaki, K., & Stavrou, D. (2019). *Learning cutting-edge research science topics via school visits to research centers*. In Levrini, O. & Tasquier, G. (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference*. ISBN 978-88-945874-0-1
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbahr, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Dordrecht: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6\\_13](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13)
- Neresini, F., Dimopoulos, K., Kalfass, 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. <https://doi.org/10.1177/1075547009332650>



## Επαγγελματική Ανάπτυξη εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες

**Χριστίνα Τσαλίκη<sup>1</sup>, Πηνελόπη Παπαδοπούλου<sup>1</sup>, Γεώργιος Μαλανδράκης<sup>2</sup>, Πέτρος Καριώτογλου<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Στην εργασία παρουσιάζεται η εξελικτική πορεία των πρακτικών τεσσάρων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης πριν και κατά τη διάρκεια της συμμετοχής τους σε πρόγραμμα Επαγγελματικής Ανάπτυξης (ΕΑ). Το πρόγραμμα είχε στόχο τη διεύρυνση των πρακτικών τους με τις τρέχουσες τάσεις διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και επίκεντρο την υιοθέτηση της διερευνητικής προσέγγισης. Οι πρακτικές καταγράφηκαν με μη συμμετοχική παρατήρηση με ημιποσοτικό τρόπο σε όλες τις φάσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση στις πρακτικές καθοδηγούμενης διερεύνησης και στη χρήση ΤΠΕ υλικών και μοντέλων. Οι πρακτικές διαχείρισης του περιεχομένου δεν σημείωσαν εξέλιξη παρά μόνο για έναν από τους τέσσερις συμμετέχοντες.

**Λέξεις Κλειδιά:** Επαγγελματική Ανάπτυξη, Διερεύνηση, Χρήση ΤΠΕ υλικών και μοντέλων, Διαχείριση Περιεχομένου

## Science Teachers' Professional Development

**Christina Tsaliki<sup>1</sup>, Pinelopi Papadopoulou<sup>1</sup>, Georgios Malandrakis<sup>2</sup>, Petros Kariotoglou<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This paper presents the development of four science teachers teaching practices before and during their participation in a professional development program. The program aimed to familiarize participants with current trends of science teaching, giving mainly focus on the inquiry teaching and learning approach. Teachers' practices were recorded through non participatory observation in a semiquantitative way. Results indicate significant improvement concerning guided inquiry and use of ICT, materials and models for all participants, while only one teacher enhanced his/her content management skills.

**Keywords:** Teachers' Professional Development, Inquiry, Use of ICT, materials and models, Teaching Content Management

## Εισαγωγή

Με βάση τις σύγχρονες τάσεις της διδακτικής ΦΕ, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να διδάξουν με καινοτόμους τρόπους, τις περισσότερες φορές διαφορετικούς από αυτούς με τους οποίους οι ίδιοι είχαν διδαχθεί (Shaharabani & Tal, 2017). Κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής τους πορείας θεωρείται επιθυμητό να αποκτήσουν και να αναβαθμίσουν τις διδακτικές τους δεξιότητες, να ενσωματώσουν σύγχρονες στρατηγικές διδασκαλίας και να επιδιώκουν να ενημερώνονται για την εξέλιξη της παραγόμενης γνώσης στο αντικείμενο (Kind, 2010).

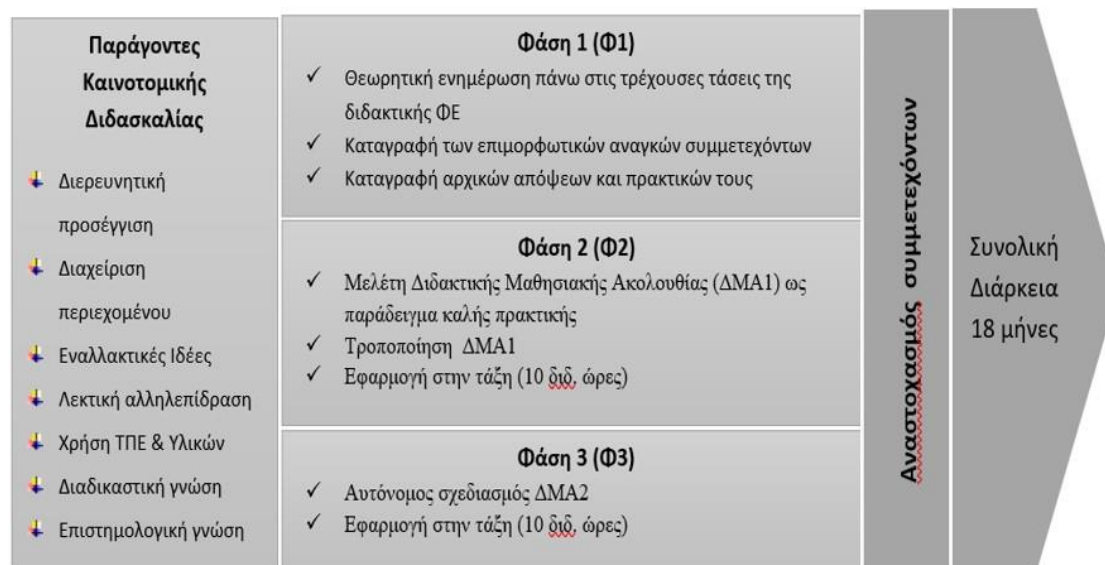
Σε αυτή τη λογική, πολλά προγράμματα Επαγγελματικής Ανάπτυξης (ΕΑ) έχουν σχεδιαστεί για να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν γνώσεις, δεξιότητες, πεποιθήσεις και πρακτικές (Luft & Hewson, 2014). Μάλιστα, η πλειοψηφία των μελετητών που ασχολούνται με θέματα Επαγγελματικής Ανάπτυξης εκπαιδευτικών, θεωρεί την ΕΑ άρρηκτα συνδεδεμένη με όποια προσπάθεια εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης ή αναμόρφωσης των διδακτικών πρακτικών σε συμφωνία με τις τρέχουσες τάσεις των ΦΕ (Pringle et al., 2017). Το κυρίαρχο ερώτημα που φαίνεται να απασχολεί τους σχεδιαστές προγραμμάτων ΕΑ είναι το πώς μαθαίνουν οι εκπαιδευτικοί σε πλαίσιο καινοτομιών και ποιοι είναι τελικά οι παράγοντες που συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητά τους (Bakkenes et al., 2010).

Οι περισσότερες μελέτες συγκλίνουν ότι τα χαρακτηριστικά των προγραμμάτων ΕΑ που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητά τους είναι α) η εστίαση σε συγκεκριμένο αντικείμενο, β) η ενεργή εμπλοκή των συμμετεχόντων στις διαδικασίες επιμόρφωσης, γ) η ενίσχυση της συνεργασίας δ) η χρήση μοντέλων και παραδειγμάτων αποτελεσματικών πρακτικών, ε) η παροχή εξειδικευμένης υποστήριξης, στ) η ενθάρρυνση της ανατροφοδότησης και του αναστοχασμού και ζ) η χρονική βιωσιμότητα των προγραμμάτων με σχέση με τους επιδιωκόμενους στόχους και τις δυνατότητες των εμπλεκόμενων (Darling-Hammond et al., 2017).

Από τα σύγχρονα πορίσματα της παιδαγωγικής και ψυχολογικής έρευνας τονίζεται ιδιαίτερα η ανάγκη ενσωμάτωσης στα προγράμματα ΕΑ πρακτικών που ενισχύουν τη διερευνητική μάθηση στη διδασκαλία των ΦΕ (Καριώτογλου κ.ά., 2016· NRC, 2012). Σύμφωνα με αυτά, ο εκπαιδευτικός πέρα από τις έννοιες των ΦΕ θα πρέπει να εκπαιδευτεί, ώστε να περιλαμβάνει στη διδασκαλία του και πρακτικές απαραίτητες για την εφαρμογή διερευνητικών μεθόδων (Tsaliki et al., 2022). Τέλος, η ενσωμάτωση δραστηριοτήτων μη τυπικής εκπαίδευσης στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών αποτελεί παράγοντα που κατέχει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών (Avraamidou, 2014).

Στην εργασία αυτή αναφέρεται ο σχεδιασμός ενός προγράμματος ΕΑ που είχε στόχο να εμπλουτίσει τις απόψεις και τις πρακτικές των συμμετεχόντων με τις σύγχρονες τάσεις της διδακτικής ΦΕ με επίκεντρο την υιοθέτηση της διερευνητικής προσέγγισης. Παρουσιάζονται οι πρακτικές δύο εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας (Εκπαιδευτικοί 1 & 2) και δύο δευτεροβάθμιας (Εκπαιδευτικοί 3 & 4) που συμμετείχαν σε μία από τις τρεις συνολικά κατευθύνσεις προγράμματος ΕΑ με την ονομασία STED (Science Teacher Education). Η κατεύθυνση αυτή αφορούσε στον καινοτομικό σχεδιασμό διδασκαλίας ΦΕ, ως διαδικασία προετοιμασίας και

υλοποίησης μιας εκπαιδευτικής επίσκεψης σε χώρους τεχνοεπιστημών. Ο σχεδιασμός του προγράμματος παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 18 Ο σχεδιασμός του προγράμματος Επαγγελματικής Ανάπτυξης STED

Στην εργασία, για λόγους οικονομίας, παρουσιάζονται αποτελέσματα πρακτικών για τρεις από τους οχτώ παράγοντες καινοτομικής διδασκαλίας που μελετήθηκαν συνολικά δηλαδή (1) για την υιοθέτηση διερευνητικών πρακτικών, (2) για τη χρήση ΤΠΕ υλικών και μοντέλων και (3) για τη διαχείριση του περιεχομένου. Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα που θα επιχειρήσουμε να απαντήσουμε είναι: «Πώς εξελίχθηκαν οι πρακτικές των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια του προγράμματος σε σύγκριση με τις αρχικές τους;»

## Μεθοδολογία

Η καταγραφή των πρακτικών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση πρωτοκόλλου παρατήρησης. Σε αυτό περιγράφονταν με τη μορφή ερωτημάτων οι επιμέρους πρακτικές. Στο πρωτόκολλο, δύο ανεξάρτητοι παρατηρητές, χωρίς να συμμετέχουν στη διδασκαλία, σημείωναν τη συχνότητα εμφάνισης κάθε πρακτικής σε κλίμακα τριών σημείων και δύο διαστημάτων (1=σπάνια ή καθόλου, 2=μερικές φορές, 3=συχνά ή πάντα), ενώ ταυτόχρονα τεκμηρίωναν περιγραφικά την εφαρμογή της κατά τη διδασκαλία (Τσαλίκη κ.ά., 2020· Tsaliki et al., 2022).

Η ανάλυση των ημιποσοτικών δεδομένων του πρωτοκόλλου παρατήρησης που κατέγραφαν πρακτικές, πραγματοποιήθηκε με εισαγωγή όλων των συχνοτήτων εμφάνισης σε υπολογιστικό φύλλο excel. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος (ΜΟ) εμφάνισης κάθε πρακτικής για κάθε φάση (Φάσεις 1 έως και 3). Για να είναι εφικτή η σύγκριση της εξελικτικής πορείας κάθε πρακτικής και να γίνει ο χαρακτηρισμός της, υπολογίστηκε η διαφορά του ΜΟ των Φάσεων 2 και 3 (ΜΟ Φ2 & Φ3) με την αρχική (Φ1). Με βάση το εύρος της τρίβαθμης κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε, διαφορές μικρότερες του 0.2 χαρακτηρίστηκαν αμελητέες,

διαφορές από 0.21-0.40 ως μικρές, διαφορές μεταξύ 0.41-0.80 ως μεσαίες και τέλος διαφορές μεγαλύτερες του 0.81, χαρακτηρίστηκαν ως μεγάλες.

### Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τις διαφορές τιμών που εμφανίζονται στον Πίνακα 1, παρατηρούμε ότι για την υιοθέτηση διερευνητικών πρακτικών καθοδηγούμενου τύπου (1.1), οι εκπαιδευτικοί 1 (πρωτοβάθμιας) και 4 (δευτεροβάθμιας) εμφανίζουν μεγάλη βελτίωση σε σχέση με τις αρχικές πρακτικές που εφαρμόζαν. Ο εκπαιδευτικός 2 (πρωτοβάθμιας) παρουσιάζει μικρή βελτίωση καθώς ήδη από την αρχική παρατήρηση της Φ1 εμφάνισε σε κάποιο βαθμό πρακτικές καθοδηγούμενης διερεύνησης. Ο εκπαιδευτικός 3 σημείωσε βελτίωση για τον παράγοντα 1.1 σε μεσαίο επίπεδο. Όλοι οι συμμετέχοντες παρουσιάζουν στασιμότητα για την υιοθέτηση διερευνητικών πρακτικών ανοιχτού τύπου (1.2).

Η χρήση ΤΠΕ υλικών και μοντέλων (παράγοντας 2), παρουσιάζει μεγάλη βελτίωση για τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας (1 & 2) και μεσαία για τους εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας (3 & 4). Αναφορικά με τον παράγοντα 3, τη διαχείριση του προς διδασκαλία περιεχομένου, παρατηρούμε ότι εμφανίζεται βελτίωση σε μεσαίο επίπεδο μόνο για τον εκπαιδευτικό 1 (πρωτοβάθμιας), ενώ οι υπόλοιποι συμμετέχοντες είτε παρουσιάζουν στασιμότητα (εκπαιδευτικός 2) είτε και οπισθοδρόμηση (εκπαιδευτικοί 3 & 4, δευτεροβάθμιας).

Παράγοντες καινοτομικής διδασκαλίας	ΔΦ (Φ2 & Φ3)-Φ1 & χαρακτηρισμός εξέλιξης			
	Εκπ 1	Εκπ 2	Εκπ 3	Εκπ 4
1.1 Υιοθέτηση καθοδηγούμενης διερεύνησης	1.69 <i>Μεγάλη Βελτίωση</i>	0.40 <i>Μικρή Βελτίωση</i>	0.45 <i>Μεσαία Βελτίωση</i>	0.94 <i>Μεγάλη Βελτίωση</i>
1.2 Υιοθέτηση διερεύνησης ανοιχτού τύπου	0.19 <i>Στασιμότητα</i>	0.17 <i>Στασιμότητα</i>	0.15 <i>Στασιμότητα</i>	0.15 <i>Στασιμότητα</i>
2. Χρήση ΤΠΕ υλικών και μοντέλων	1.53 <i>Μεγάλη βελτίωση</i>	1.31 <i>Μεγάλη βελτίωση</i>	0.48 <i>Μεσαία Βελτίωση</i>	0.53 <i>Μεσαία Βελτίωση</i>
3. Διαχείριση περιεχομένου	0.42 <i>Μεσαία Βελτίωση</i>	0.19 <i>Στασιμότητα</i>	-0.28 <i>Μικρή Οπισθ/μηση</i>	-0.58 <i>Μεσαία Οπισθ/μηση</i>

Πίνακας 16 Εξέλιξη των πρακτικών των εκπαιδευτικών

## Συμπεράσματα

Η σημαντική βελτίωση που παρατηρήθηκε σε σχέση με την υιοθέτηση καθοδηγούμενων διερευνητικών πρακτικών για το σύνολο των εκπαιδευτικών, αποτελεί ισχυρή ένδειξη ότι το παράδειγμα της καλής πρακτικής (DMA1) επηρέασε σημαντικά τον μετέπειτα σχεδιασμό της διδασκαλίας (DMA2), λειτουργώντας ως πρότυπο (Darling-Hammond et al., 2017). Η DMA1 περιελάμβανε δραστηριότητες καθοδηγούμενου χαρακτήρα και ενθάρρυνε τη χρήση ΤΠΕ και μοντέλων. Επιπλέον, η στασιμότητα που παρατηρήθηκε στις διερευνητικές πρακτικές ανοιχτού τύπου μπορεί να θεωρηθεί αναμενόμενη, καθώς έχει αποδειχθεί ότι τέτοιου είδους πρακτικές είναι ιδιαίτερα απαιτητικές, ακόμη και για σχετικά εξοικειωμένους με τη διερευνητική προσέγγιση εκπαιδευτικούς. Προϋποθέτει την ύπαρξη πλούσιας διερευνητικής εμπειρίας, βαθιάς γνώσης του περιεχομένου των ΦΕ και ευελιξία εκχώρησης πρωτοβουλιών στους μαθητές/τριες (Van Uum et al., 2016).

Αντίστοιχα, η σημαντική βελτίωση που παρατηρήθηκε στον παράγοντα 2, σε μεσαίο ή και μεγάλο βαθμό, όπως και στον παράγοντα 1.1, με βάση τη βιβλιογραφία μπορεί να σχετίζεται με την υιοθέτηση της διερευνητικής προσέγγισης, καθώς η χρήση ΤΠΕ υλικών και μοντέλων διευκολύνει την εφαρμογή δοκιμών/πειραμάτων και την κατανόηση διαδικασιών και εννοιών (Gilbert & Justi, 2016). Επιπρόσθετα, έχει αποδειχθεί ότι η υλικοτεχνική υποστήριξη των εκπαιδευτικών από προγράμματα ΕΑ μέσα από συγκεκριμένες προτάσεις τεχνικών, υλικών και δραστηριοτήτων ενισχύει τη χρήση υλικών και μοντέλων.

Τέλος, τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχείριση του περιεχομένου επιβεβαιώνουν την άποψη των Vandriel & Berry (2012), που αναφέρουν ότι η ανάπτυξη της μέσα από προγράμματα ΕΑ αποτελεί μια μορφή σύνθετης επαγγελματικής γνώσης. Έτσι, παρότι έρευνες (Borko et al., 2010· Vandriel & Berry, 2012) υποδεικνύουν ότι είναι σημαντικό να αξιοποιούνται παραδείγματα καλών πρακτικών στα προγράμματα ΕΑ δηλαδή συγκεκριμένων στρατηγικών διαχείρισης του περιεχομένου, ταυτόχρονα θα πρέπει η επιμόρφωση να ευθυγραμμίζεται με την επαγγελματική πρακτική του εκάστοτε εκπαιδευτικού, δεδομένου ότι πρόκειται για παράμετρο με έντονα ιδιοσυγκρασιακό χαρακτήρα. Προαπαιτούμενο για την ανάπτυξη της ικανότητας αυτής είναι η καλή γνώση του γνωστικού αντικείμενου, που παρέχει μια ασφαλή βάση, η οποία θα εμπλουτίζεται μέσω της επιμόρφωσης με αποτελεσματικές διδακτικές δεξιότητες και μέσα από την ανατροφοδότηση από καθημερινή πρακτική (Kind, 2009).

## Βιβλιογραφία

- Καριώτογλου, Π. Π., Αυγητίδου, Σ., Δημητριάδου, Α., Μαλανδράκης, Γ., Παπαδοπούλου, Π., Πνευματικός, Δ., & Σπύρτου, Ά. (2016). Το Επιμορφωτικό Πρόγραμμα STED (Science Teachers EDucation): Θεωρητική Τεκμηρίωση και Εφαρμογή. *Επιστήμες Αγωγής*, 2016 (4), 96-122.
- Τσαλίκη, Χ., Παπαδοπούλου, Π., Μαλανδράκης, Γ., & Καριώτογλου, Π. (2020). Συνέπεια απόψεων και πρακτικών εκπαιδευτικών μετά από πρόγραμμα επαγγελματικής μάθησης Φυσικών Επιστημών. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης, & Π. Καριώτογλου, (Επιμ.), Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.

- Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αιώνα (σελ. 472-479). Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4
- Avraamidou, L. (2014). Developing a reform-minded science teaching identity: The role of informal science environments. *Journal of Science Teacher Education*, 25(7), 823-843. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9395-y>
- Bakkenes, I., Vermunt, J. D., & Wubbels, T. (2010). Teacher learning in the context of educational innovation: Learning activities and learning outcomes of experienced teachers. *Learning and instruction*, 20(6), 533-548. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.09.001>
- Borko, H., Jacobs, J., & Koellner, K. (2010). Contemporary approaches to teacher professional development. In Peterson, P. L., Baker, E., McGaw, B. (Eds.), *Third international encyclopedia of education*, vol. 7, (pp. 548–556). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier LTD. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00654-0>
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). Effective teacher professional development. Retrieved from [http://www.oregonrti.org/s/NO\\_LIF1.PDF](http://www.oregonrti.org/s/NO_LIF1.PDF). <https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Study/86084>
- Donaldson, G. (2010). Teaching Scotland's Future: Report of a review of teacher education in Scotland, ScotGov, Edinburgh. ISBN: 978-0-7559-9733-6. [https://dera.ioe.ac.uk/2178/7/0110852\\_Redacted.pdf](https://dera.ioe.ac.uk/2178/7/0110852_Redacted.pdf)
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). Learning About Science Through Modelling-Based Teaching. In *Modelling-based Teaching in Science Education* (pp. 171-192). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3_9)
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: potential and perspectives for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204. <https://doi.org/10.1080/03057260903142285>
- Luft, J. A., & Hewson, P.W. (2014). Research on teacher professional development programs in science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 889–909). NY: Routledge. ISBN9780203097267.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Pringle, R. M., Mesa, J., & Hayes, L. (2017). Professional development for middle school science teachers: Does an educative curriculum make a difference? *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 57-72. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2016.1277599>
- Shaharabani, Y. F., & Tal, T. (2017). Teachers' practice a decade after an extensive professional development program in science education. *Research in Science Education*, 47(5), 1031-1053. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9539-5>
- Tsaliki, C., Papadopoulou, P., Malandrakis, G., & Kariotoglou, P. (2022). Evaluating Inquiry Practices: Can a Professional Development Program Reform Science Teachers' Practices? *Journal of Science Teacher Education*, 33(8), 815-836. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.2005229>
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher* 41 (1), 26–28. <https://doi.org/10.3102/0013189X11431010>
- Van Uum, M. S., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450-469. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660>

## Εξέλιξη των διερευνητικών όψεων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου εκπαιδευτικών της Α/θμιας εκπαίδευσης μετά από ένα Πρόγραμμα Επαγγελματικής Ανάπτυξης

**Μαρία Η. Χαϊτίδου, Άννα Σπύρτου**

*Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά έρευνα για την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΠΓΠ) εκπαιδευτικών της Α/θμιας Εκπαίδευσης στα πλαίσια Προγράμματος Επαγγελματικής Ανάπτυξης. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος έγινε ρητή εισαγωγή επτά Θεματικών Πεδίων των διερευνητικών όψεων της ΠΓΠ. Επίσης, έμφαση δόθηκε στον αναστοχασμό των συμμετεχόντων πάνω στα συγκεκριμένα Θεματικά Πεδία. Δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την επέκταση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών στις όψεις διερεύνησης που έχουν διδαχθεί ρητά και έχουν αναστοχαστεί πάνω σε αυτές, όπως η δεξιότητα χρήσης μικροσκοπίου και η χρήση λογισμικού διερευνητικής κατεύθυνσης, αλλά και σε διερευνητικές μεθόδους που έχουν βιώσει, όπως η μέθοδος jigsaw.

**Λέξεις κλειδιά:** Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, επαγγελματική ανάπτυξη

## Evolution of the Pedagogical Content Knowledge inquiry aspects of Primary Education Teachers after a Professional Development Program

**Maria H. Chaitidou, Anna Spyrtou**

*University of Western Macedonia*

### Abstract

This study focuses on the development of Pedagogical Content Knowledge (PCK) of primary school teachers within the framework of a professional development program. During the program, seven Thematic Fields of the inquiry aspects of the PCK were explicitly introduced. Emphasis was also placed on the teachers' reflection on the specific Thematic Fields. Data was collected with the use of both questionnaires and semi-structured interviews. The results highlight the development of teachers' views to explicitly taught and reflected aspects of inquiry, such as the skill of using a microscope and the use of inquiry software, as well as to experienced inquiry methods, such as the jigsaw method.

**Keywords:** Pedagogical Content Knowledge, professional development

## Εισαγωγή

Η ΠΓΠ αναγνωρίζεται ως η επαγγελματική γνώση που χρησιμοποιεί ένας εκπαιδευτικός κατά τη διδασκαλία του (Shulman, 1987). Στην παρούσα εργασία, από το σύνολο των εννοιολογήσεων της ΠΓΠ εστίασαμε στα Θεματικά Πεδία (ΘΠ) που αφορούν τις διερευνητικές όψεις της. Προκειμένου να υποστηριχτεί η ανάπτυξη της ΠΓΠ, προτείνεται αφενός η ρητή εισαγωγή των ΘΠ της ΠΓΠ και αφετέρου ο εστιασμένος αναστοχασμός πάνω σε αυτά τα ΘΠ. Ειδικότερα, υποστηρίζεται η ρητή εισαγωγή της ΠΓΠ να εστιάζεται πάνω σε καινοτομικά χαρακτηριστικά των ΘΠ, διότι τότε φαίνεται να είναι δυνατή η εξέλιξη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών προς τη διερεύνηση (Park & Chen, 2012). Επιπρόσθετα, ποικίλα ευρήματα αναδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν ριζωμένες παιδαγωγικές αντιλήψεις όταν σχεδιάζουν και διδάσκουν κλασικά περιεχόμενα, δηλαδή περιεχόμενα που υπάρχουν στα Αναλυτικά Προγράμματα. Ως εκ τούτου, δυσκολεύονται να υιοθετήσουν επαρκώς τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση (Papaenigiroidou et al., 2017).

Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας, τίθεται ως εξής: «Πώς εξελίσσονται οι διερευνητικές όψεις της ΠΓΠ κατά και μετά το πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης;».

## Μεθοδολογία

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα συνδυάστηκε η θεωρία με την πράξη. Συγκεκριμένα, η θεωρητική φάση περιλαμβάνει τη ρητή εισαγωγή επτά ΘΠ διερευνητικών όψεων της ΠΓΠ: (α) την Παιδαγωγική (ΠΔ), (π.χ. η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας jigsaw), (β) το Περιεχόμενο (ΠΧ), (π.χ. εκμάθηση δεξιοτήτων όπως η ταξινόμηση αντικειμένων), (γ) το Πλαίσιο (ΠΛ), (π.χ. τις εμπειρίες συνεργατικής μάθησης των μαθητών), (δ) καθώς και τις τέσσερις αλληλεπιδράσεις τους (ΠΔ/ΠΧ, ΠΔ/ΠΛ, ΠΧ/ΠΛ, ΠΓΠ). Κατά τη διάρκεια της θεωρητικής φάσης οι εκπαιδευτικοί αναστοχάστηκαν πάνω στα επτά ΘΠ. Στην πρακτική φάση σχεδίασαν και υλοποίησαν δύο διδακτικές προσεγγίσεις, μια σε καινοτομικό περιεχόμενο (Νανοτεχνολογία) και μια σε κλασικό περιεχόμενο (πυκνότητα) (Chaitidou et al., 2018).

Συμμετείχαν 13 άτομα που διδάσκουν στην Α/θμια εκπαίδευση. Η αρχική συλλογή (pre) των δεδομένων έγινε μια εβδομάδα πριν την έναρξη του προγράμματος, η ενδιάμεση μέτρηση (post) μετά την υλοποίηση της πρώτης διδασκαλίας από τους εκπαιδευτικούς (N-ET) και η τελική μέτρηση (post post) υλοποιήθηκε μετά την εφαρμογή της δεύτερης διδασκαλίας (Πυκνότητα).

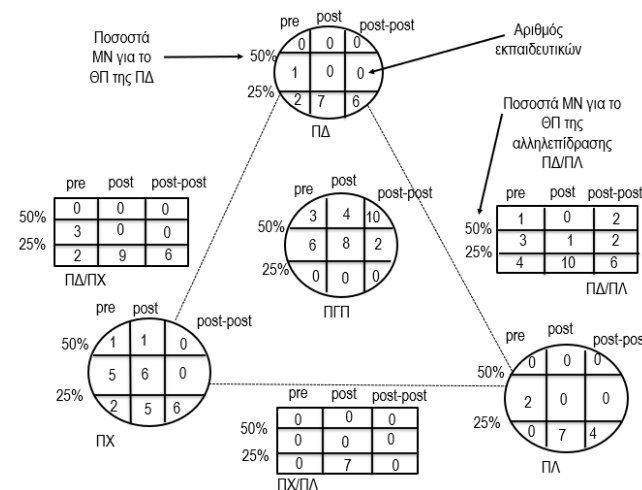
Τα ερευνητικά εργαλεία ήταν ερωτηματολόγια και ημιδομημένες συνεντεύξεις. Προκειμένου να αξιολογηθούν τα επτά ΘΠ κατασκευάστηκε εργαλείο ανάλυσης των δεδομένων (Chaitidou et al., 2018), με βάση το οποίο έγινε ανάλυση περιεχομένου. Ως Μονάδα Νοηματοδότησης (MN) θεωρήθηκε οποιοδήποτε τμήμα λόγου στις γραπτές και προφορικές απαντήσεις των εκπαιδευτικών (λέξη ή φράση, δηλαδή τμήμα πρότασης ή ολόκληρη πρόταση), που ήταν νοηματικά αυτόνομο, δηλαδή απαντούσε στο σχετικό ερώτημα. Για παράδειγμα, η φράση: «Φέρνουμε



στην τάξη φύλλα μπρόκολου, λάχανου κ.λπ., πειραματίζονται οι μαθητές και καταγράφουν τις παρατηρήσεις σε φύλλα εργασίας», είναι μια ΜΝ που κατατάσσεται στην αλληλεπίδραση ΠΔ/ΠΛ. Ειδικότερα, τα ποσοστά των διερευνητικών ΜΝ που ταξινομήθηκαν σε 1 ΘΠ έχουν προκύψει από το σύνολο των ΜΝ που ταξινομήθηκαν στη διερεύνηση για ένα ΘΠ, προς το σύνολο των διερευνητικών ΜΝ σε όλα τα ΘΠ. Για παράδειγμα, ο εκπαιδευτικός Τ3 στην pre μέτρηση είχε 1 ΜΝ από το ερωτηματολόγιο και 2 ΜΝ από την ημιδομημένη συνέντευξη που ταξινομήθηκαν στο ΘΠ της Παιδαγωγικής, άρα συνολικά Δ=3ΜΝ για την pre μέτρηση, ενώ το σύνολο των ΜΝ της pre μέτρησης είναι Σ=81 (37 από το ερωτηματολόγιο και 44 από την ημιδομημένη συνέντευξη). Επομένως, το ποσοστό (Π) των ΜΝ που σχετίζονται με το ΘΠ της Παιδαγωγικής στην pre μέτρηση για τον Τ3 προέκυψε από τον λόγο Δ/Σ πολλαπλασιασμένο επί 100, δηλαδή  $P=3/81*100=3,70\%$ , με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων (Chaitidou et al., 2018).

### Αποτελέσματα

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων στηριχθήκαμε στην πρόταση των Park & Chen (2012), με βάση την οποία η ΠΓΠ κάθε εκπαιδευτικού απεικονίζεται με έναν Χάρτη Σφαιρών της ΠΓΠ. Ειδικότερα, στην Εικόνα 1 απεικονίζεται ένας εξελιγμένος Χάρτης Σφαιρών, όπου παρουσιάζεται ο αριθμός των εκπαιδευτικών για κάθε εύρος ποσοστών των ΜΝ, που σχετίζονται με τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση για κάθε Θεματικό Πεδίο για όλες τις μετρήσεις (pre, post, post post).



Εικόνα 1 Χάρτης Σφαιρών με τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των ποσοστών (%) των Μονάδων Νοηματοδότησης

Τα αποτελέσματα έχουν ως εξής: α) για την ΠΔ και το ΠΛ οι εκπαιδευτικοί στην πλειοψηφία τους εμφάνισαν χαμηλά ποσοστά ΜΝ σε όλες τις μετρήσεις ( $\leq 25\%$ ). Ωστόσο, μετά το πρόγραμμα εκπαίδευσης ο αριθμός των εκπαιδευτικών που κάνουν αναφορές στο διδακτικό μοντέλο διερεύνησης (ΠΔ) και στις εμπειρίες συνεργατικής μάθησης των μαθητών (ΠΛ) αυξήθηκε. β) Για το ΘΠ του ΠΧ, στην pre μέτρηση 8 εκπαιδευτικοί έκαναν αναφορές στις δεξιότητες, όπως η χρήση

μικροσκοπιών, αλλά και στην Ιστορία της Επιστήμης. Στην post μέτρηση, οι αντιλήψεις για αυτό το ΘΠ αναγνωρίστηκαν σε 12 εκπαιδευτικούς, οι οποίοι μεταξύ άλλων αναφέρονται στη δεξιότητα κατασκευής μοντέλου. Στην post-post μέτρηση μειώθηκε ο αριθμός των εκπαιδευτικών (6), καθώς και οι MN που αφορούσαν την κατασκευή αλλά και τη φύση των μοντέλων. γ) Για το ΘΠ του ΠΧ/ΠΛ, στις pre και post-post μετρήσεις, οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών δεν εστίασαν στις όψεις διερεύνησης, που σχετίζονται με το μαθησιακό προφίλ των μαθητών τους. Παρόλα αυτά, 7 εκπαιδευτικοί εμφάνισαν διερευνητικές μονάδες σε αυτό το ΘΠ στην post μέτρηση. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στη ρητή διδασκαλία των ιδεών των μαθητών για το Περιεχόμενο της Ν-ΕΤ. δ) Για το ΘΠ της αλληλεπίδρασης ΠΔ/ΠΛ, τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν αντιλήψεις που σχετίζονται με την παροχή στους μαθητές των πόρων που απαιτούνται για να διερευνήσουν (π.χ. φύλλα εργασίας). ε) Στο ΘΠ της αλληλεπίδρασης ΠΔ/ΠΧ, δηλαδή αντιλήψεις σχετικά με ανάπτυξη μεθόδων στις οποίες καλλιεργούνται δεξιότητες και στάσεις διερευνητικού χαρακτήρα για ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο, στην πλειοψηφία των εκπαιδευτικών τα ποσοστά είναι  $\leq 25\%$ . στ) Σε 12 από τους 13 εκπαιδευτικούς ενισχύθηκαν τα ποσοστά όσον αφορά το ΘΠ της ΠΓΠ. Αυτό σημαίνει πως στην πλειοψηφία των εκπαιδευτικών βελτιώθηκαν οι αντιλήψεις για την παροχή στους μαθητές πόρων που απαιτούνται για να διερευνήσουν ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο (π.χ. λογισμικό διερευνητικής κατεύθυνσης για το περιεχόμενο της πυκνότητας).

## Συμπεράσματα

Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνουμε τα εξής: α) Η εξέλιξη στο ΘΠ του Περιεχομένου στην post-post μέτρηση είχε αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει πως η εκμάθηση δεξιοτήτων και η εκμάθηση για τη φύση της Επιστήμης δεν «μεταφέρθηκε» από το καινοτομικό στο κλασικό Περιεχόμενο. Ενδεχομένως, η θετική στάση στην εκμάθηση του καινοτομικού περιεχομένου αποτέλεσε κίνητρο για την εξέλιξη των όψεων διερεύνησης. Αντίθετα, φαίνεται πως ανάλογο κίνητρο δεν υπήρχε για το κλασικό περιεχόμενο. Αξίζει να τονιστεί ότι βιβλιογραφικές αναφορές επιβεβαιώνουν τον θετικό ρόλο των κινήτρων ενός εκπαιδευτικού που συμμετέχει σε ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης (Thoonen et al., 2011). β) Η μεγαλύτερη εξέλιξη αναγνωρίστηκε στο ΘΠ της ΠΓΠ. γ) Στις αλληλεπιδράσεις των ΘΠ είχαμε θετικότερα αποτελέσματα συγκριτικά με τα διακριτά. Αυτό σημαίνει πως ο λόγος των εκπαιδευτικών γίνεται πιο σύνθετος. Αυτό το συμπέρασμα σε συνδυασμό με την μεγαλύτερη εξέλιξη που είχαμε στο ΘΠ της ΠΓΠ, συνδράμει στη σχετική βιβλιογραφία, που αναφέρει ότι η ενσωμάτωση των συστατικών της ΠΓΠ ενισχύεται μέσω του αναστοχασμού. Ωστόσο, η ενίσχυση ενός διακριτού ΘΠ (π.χ. Παιδαγωγική) δεν θα ήταν αρκετή για να οδηγήσει στην ανάπτυξη της ΠΓΠ ή στην ενίσχυση κάποιου άλλου ΘΠ (π.χ. Πλαίσιο) (Park & Chen, 2012).

## Βιβλιογραφία

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. <http://doi.org/10.18848/2327-7971/CGP>
- 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, and J. Lavonen (Eds.), *A Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (pp. 263-278). Springer. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-58685-4\\_20](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-58685-4_20)
- Park, S., & Chen, Y. C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941. <https://doi.org/10.1002/tea.21022>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Thoonen, E. E., Slegers, P. J., Oort, F. J., Peetsma, T. T., & Geijsel, F. P. (2011). How to improve teaching practices: The role of teacher motivation, organizational factors, and leadership practices. *Educational Administration Quarterly*, 47(3), 496-536. <https://doi.org/10.1177/0013161X11400185>

Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021

16:00 – 17:30

**Προφορικές Ανακοινώσεις**

***ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ - ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ***

ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΑ ΣΤΙΣ Φ.Ε. ΚΑΙ  
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

## Προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ατομικού Οικολογικού Αποτυπώματος στα ελληνικά δεδομένα

**Αλέξανδρος Αμπράζης<sup>1</sup>, Νικόλαος Γαλάνης<sup>2</sup>, Γιώργος Πανάρας<sup>1</sup>, Πηνελόπη Παπαδοπούλου<sup>1</sup>, Γεώργιος Μαλανδράκης<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

### Περίληψη

Το Οικολογικό Αποτύπωμα αποτελεί ένα εξαιρετικά πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της πορείας των σύγχρονων κοινωνιών προς την αειφόρο ανάπτυξη. Κατά τον υπολογισμό του ατομικού Οικολογικού Αποτυπώματος λαμβάνονται υπόψη διάφορες παράμετροι, όπως αυτοί προκύπτουν από τις καταναλωτικές συνήθειες του κάθε ανθρώπου, αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε χώρας στην οποία κατοικεί. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή για το ατομικό ΟΑ στα ελληνικά δεδομένα και στους εθνικούς μέσους όρους, προκειμένου αυτός να μπορεί να προσφέρει πιο αξιόπιστα και ακριβή αποτελέσματα. Παράλληλα, ο προσαρμοσμένος αυτός μετρητής προσφέρει ένα νέο εργαλείο στην εκπαιδευτική κοινότητα, προκειμένου να βοηθήσει περαιτέρω στην καλλιέργεια ενός αειφορικού τρόπου ζωής.

**Λέξεις κλειδιά:** Οικολογικό Αποτύπωμα, Αειφορία, Εκπαίδευση για την Αειφορία

## Adaptation of the international personal Ecological Footprint calculator to the Greek setting

**Alexandros Amprazis<sup>1</sup>, Nikolaos Galanis<sup>2</sup>, Georgios Panaras<sup>1</sup>, Penelope Papadopoulou<sup>1</sup>, Georgios Malandrakis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>Aristotle University of Thessaloniki

### Abstract

Ecological Footprint (EF) is an extremely valuable tool for assessing the progress of modern societies towards sustainable development. In order to calculate it, various parameters are taken into account, as those are determined by the everyday habits of each person and the particular characteristics of the country he/she accommodates. This paper discusses the adaptation of the international online personal Footprint Calculator to the Greek setting and to the national footprint accounts, so that it can produce more reliable and accurate results. At the same time, the adapted Greek EF calculator offers a new tool to the educational community in order to further promote the sustainable way of living.

**Keywords:** Ecological Footprint, Sustainability, Education for Sustainability

## Εισαγωγή

Το Οικολογικό Αποτύπωμα (ΟΑ) ορίζεται ως η συνολική έκταση γης και υδάτων που απαιτείται για την παραγωγή των ανανεώσιμων φυσικών πόρων που καταναλώνονται από ένα άτομο, μια περιοχή, μια πόλη, μια χώρα ή τον κόσμο όλο προκειμένου να ικανοποιηθούν τις ανάγκες τους και ταυτόχρονα να απορροφήσουν τα απορρίμματα που παράγουν (Wackernagel & Rees, 1996). Το ΟΑ περιλαμβάνει συνολικά πέντε βασικούς τομείς κατανάλωσης φυσικών πόρων από τον άνθρωπο: (i) ενέργεια, (ii) κατοικίες και υποδομές, (iii) ξυλεία και χαρτί, (iv) φαγητό και ίνες, και (v) θαλασσινά καθώς και τα παραγόμενα απορρίμματα εξαιτίας αυτής της κατανάλωσης (Global Footprint Network, n.d.a). Για την κάλυψη της κατανάλωσης στους παραπάνω τομείς απαιτούνται οι παρακάτω έξι κατηγορίες παραγωγικών εκτάσεων: οι καλλιεργούμενες εκτάσεις για την παραγωγή της τροφής και ινών, οι βοσκότοποι για την παραγωγή ζωικών προϊόντων, τα αλιευτικά πεδία (θαλάσσια και ενδοχώρας) για την παραγωγή αλιευτικών προϊόντων, τα δάση για την παραγωγή ξυλείας και άλλων δασικών προϊόντων, εκτάσεις για την απορρόφηση των απορριμμάτων και ειδικότερα του διοξειδίου του άνθρακα και δομημένη γη για τα κτήρια και άλλες υποδομές (Borucke et al., 2013).

Η έννοια του οικολογικού αποτυπώματος (εφ' εξής ΟΑ) είναι σημαντική γιατί παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την αξιολόγηση των ανθρώπινων επιπτώσεων στο περιβάλλον συνδέοντας άμεσα τις καθημερινές δραστηριότητες με την περιβαλλοντική επιβάρυνση (Global Footprint Network, n.d.b). Συνεπώς, με την χρήση του είναι ευκολότερο να εντοπιστούν και να ποσοτικοποιηθούν οι επιπτώσεις των καθημερινών συνηθειών και του τρόπου ζωής των ανθρώπων (π.χ. τρόποι μεταφοράς, διατροφικά πρότυπα, ένδυση, κατανάλωση κ.λπ.) στο περιβάλλον (Barrett et al., 2004). Έτσι, δίνεται η δυνατότητα εκτίμησης των ανθρώπινων επιπτώσεων και η ανάλογη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων (Fang et al. 2013).

Λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική βιβλιογραφία, εντοπίστηκαν πολλές μελέτες που δείχνουν ότι το ΟΑ είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την προώθηση γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών που σχετίζονται με τον αειφορικό τρόπο ζωής (Ryu & Brody, 2006), ανιχνεύοντας συγχρόνως και τους μη αειφορικούς τρόπους ζωής μαθητών/τριών και σχολείων (Dawe et al. 2004). Για παράδειγμα, οι Keles και Aydogdu (2010) ανέφεραν ότι αυξήθηκε η ευαισθητοποίηση των εν δυνάμει εκπαιδευτικών σχετικά με την έννοια του ΟΑ μετά τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες σχετικά με τον υπολογισμό του. Περαιτέρω, σε μελέτη με φοιτητές/τριες μετεωρολογίας καταγράφηκε σημαντική βελτίωση στην κατανόησή τους σχετικά με θέματα ΟΑ, μετά τη συμμετοχή τους σε μια απλή μαθησιακή δραστηριότητα προσανατολισμένη στη αντίστοιχη θεματολογία (Cordero et al., 2008). Επίσης, από τη μελέτη των Kazim και Yildiz (2015) προέκυψε ότι το διατροφικό αποτύπωμά τους είναι μεγαλύτερο από ό,τι ενεργειακό, ενώ, η μελέτη των Gündüz & Alsagher (2017) με φοιτητές/τριες του πανεπιστημίου της Λιβύης κατέδειξε ένα ενδιάμεσο επίπεδο στη κατανόησή τους για το ΟΑ. Επίσης, Ισπανοί εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης με την ενεργή συμμετοχή τους σε ένα διεπιστημονικό εκπαιδευτικό ερευνητικό πρόγραμμα θεωρητικής ανάλυσης και

προσπάθειας μείωσης του ΟΑ, άλλαξαν τις καταναλωτικές τους συνήθειες, κατανόησαν την αειφορία ως έννοια και συνειδητοποίησαν πολύ περισσότερο και την ευθύνη τους για το περιβάλλον (Fernandez et al., 2016). Συγκεντρωτικά, η βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις επιδόσεις του οικολογικού αποτυπώματος συγκεκριμένων πληθυσμών/στοχευμένων ομάδων αναφέρεται κυρίως στο ΟΑ χωρών (π.χ. Galli et al., 2014), πόλεων (π.χ. Scotti et al., 2009) και πανεπιστημίων ή σχολείων (π.χ. Fernandez et al., 2016).

Επίσης, όπως γίνεται κατανοητό από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για τον ορισμό του ΟΑ, ο υπολογισμός του δεν είναι μια απλή διαδικασία, καθώς εμπλέκονται αρκετές παράμετροι. Οι καταναλωτικές συνήθειες του κάθε λαού, τα πολιτισμικά του χαρακτηριστικά, οι ιδιαίτερες γεωμορφολογικές συνθήκες και το γενικότερο επίπεδο ανάπτυξης της εκάστοτε χώρας είναι κάποιες από αυτές (Wiedmann & Barrett, 2010). Για τη μέτρηση του ατομικού ΟΑ έχουν αναπτυχθεί διάφοροι διεθνείς και εθνικοί διαδικτυακοί μετρητές ατομικού ΟΑ, όπως για παράδειγμα από την WWF (<https://footprint.wwf.org.uk/#/questionnaire>) σε διεθνές επίπεδο και τη Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Σερρών για την Ελλάδα (<https://dipe.ser.sch.gr/apotiproma>). Ωστόσο, από τους πλέον αξιόπιστους και διαδεδομένους διαδικτυακούς μετρητές ΟΑ είναι αυτός ο οποίος αναπτύχθηκε από το Global Footprint Network (GFN) (n.d.c), έναν μη κυβερνητικό οργανισμό που έχει δημιουργηθεί από τον Mathis Wackernagel, ο οποίος και εισήγαγε και καθιέρωσε τη σχετική έννοια (Global Footprint Network, n.d.d). Ωστόσο, οι διαδικτυακοί αυτοί μετρητές, στην πλειοψηφία τους χρησιμοποιούν διεθνείς μέσους όρους και στατιστικές, προκειμένου να υπολογίσουν το ατομικό ΟΑ.

Επομένως, και παρά τη διαθεσιμότητα διαδικτυακών μετρητών του ατομικού οικολογικού αποτυπώματος, η χρήση ενός προσαρμοσμένου μετρητή στην εκάστοτε χώρα διαμονής προσφέρει αναμφίβολα πιο ασφαλή αποτελέσματα (Kitzes et al., 2008· Wackernagel et al., 2004). Με βάση τα προαναφερθέντα, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της προσαρμογής του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή του ατομικού ΟΑ του GFN στα ελληνικά δεδομένα και στους εθνικούς μέσους όρους, προσφέροντας ένα πιο έγκυρο και αξιόπιστο πλαίσιο προσδιορισμού του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των δραστηριοτήτων των Ελλήνων πολιτών. Επιπλέον, με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται όχι μόνο μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία, αλλά και τα όποια αποτελέσματα είναι απευθείας συγκρίσιμα με αυτά από άλλες χώρες ή περιοχές, αφού χρησιμοποιείται η ίδια μεθοδολογία υπολογισμού του ΟΑ.

## **Μεθοδολογία**

Η προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ΟΑ του GFN στα ελληνικά δεδομένα έγινε από ερευνητική ομάδα Ελλήνων καθηγητών ΑΕΙ και διδακτορικών φοιτητών σε συνεργασία με το ίδιο το GFN και με την χρηματοδότηση του Ελληνικού Ιδρύματος Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.). Η διαδικασία της προσαρμογής ολοκληρώθηκε μέσω των εξής τεσσάρων κύριων σταδίων:

- α) εκτενής διερεύνηση στη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία για τον προσδιορισμό τιμών των δεικτών που σχετίζονται με τους παράγοντες που επηρεάζουν το ΟΑ,

- β) ανάκτηση ή υπολογισμός μέσω αναγωγών και συνεκτιμήσεων, κατά περίπτωση, των σχετικών δεδομένων από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), την Ευρωπαϊκή Στατιστική Αρχή (EUROSTAT) και άλλες Εθνικές/Διεθνείς Υπηρεσίες ή/και Οργανισμούς,
- γ) κοινοποίηση αυτών των δεδομένων στην ομάδα του GFN και εισαγωγή τους στον διαδικτυακό μετρητή,
- δ) μετάφραση της βασικής, ήδη υπάρχουσας πλατφόρμας του διαδικτυακού υπολογιστή ΟΑ στην ελληνική γλώσσα.

Συνολικά συγκεντρώθηκαν δεδομένα για 23 μεταβλητές. Συγκεκριμένα, η συλλογή των απαραίτητων ελληνικών δεδομένων αφορούσε τους τομείς της διατροφής, της στέγασης και των μεταφορών, όπως αυτοί προσδιορίστηκαν από την ομάδα του GFN. Για τον τομέα της *διατροφής*, αναζητήθηκαν στοιχεία από τη Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agriculture Organization – FAO) που αφορούσαν κατά κύριο λόγο τις μέσες ποσότητες κατανάλωσης τροφίμων, όπως κρέας, ψάρια και γαλακτοκομικά για την Ελλάδα. Για τον τομέα της *στέγασης*, αναζητήθηκαν στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Αρχή και από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Προσδιορίστηκαν δεδομένα σχετικά με τις ελληνικές κατοικίες, όπως ο μέσος αριθμός ατόμων ανά σπίτι, ο μέσος όρος έκτασής τους σε τετραγωνικά μέτρα και τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά (π.χ. κύριο οικοδομικό υλικό, είδος θέρμανσης). Για τον τομέα των *μεταφορών* διερευνήθηκαν στοιχεία κατά κύριο λόγο από εκθέσεις της EUROSTAT (2020) σχετικά με τη μέση κατανάλωση των οχημάτων που χρησιμοποιούνται στην ελληνική επικράτεια και τα ποσοστά χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς από τους Έλληνες πολίτες.

<b>Είδη ερωτήσεων διαδικτυακού μετρητή (αριθμός ερωτήσεων)</b>	<b>Πηγές ανάκτησης δεδομένων</b>	<b>Υπολογισμός δεδομένων</b>
Διατροφικές συνήθειες Ελλήνων πολιτών (2)	Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας	Προσδιορισμός μέσων όρων
Κατασκευαστικά στοιχεία ελληνικών κατοικιών (4)	ΕΛΣΤΑΤ, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας	Συνδυαστική χρήση πηγών δεδομένων, προσδιορισμός μέσων όρων
Ενεργειακά στοιχεία ελληνικών κατοικιών (4)	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας	Προσδιορισμός μέσων όρων
Στοιχεία χρήσης ιδιωτικών οχημάτων Ελλήνων πολιτών (5)	EUROSTAT, ΕΛΣΤΑΤ	Συνδυαστική χρήση πηγών δεδομένων, αναγωγή στα ελληνικά δεδομένα
Στοιχεία χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς από Έλληνες πολίτες(2)	EUROSTAT, ΕΛΣΤΑΤ	Συνδυαστική χρήση πηγών δεδομένων, αναγωγή στα ελληνικά δεδομένα

*Πίνακας 17 Πηγές ανάκτησης και τρόπος υπολογισμού δεδομένων ανά είδος ερωτήσεων του διαδικτυακού μετρητή*



Η διαδικασία της μετάφρασης περιλάμβανε τρεις φάσεις κατά τις οποίες οι δυο ομάδες (ελληνική και του GFN) βρίσκονταν σε συνεχή επαφή και ανταλλαγή στοιχείων. Κατά την πρώτη φάση, η ομάδα του GFN κοινοποίησε όλο το γλωσσικό περιεχόμενο του διαδικτυακού μετρητή, σε μορφή κειμένου (word). Το περιεχόμενο αυτό μεταφράστηκε από την ελληνική ομάδα και στάλθηκε εκ νέου στην ομάδα του GFN. Με αυτόν τον τρόπο, κατά τη δεύτερη φάση δημιουργήθηκε μια πρώτη, πιλοτική, online έκδοση του εξελληνισμένου διαδικτυακού μετρητή του ατομικού ΟΑ. Η έκδοση αυτή ελέγχθηκε και διορθώθηκε, οδηγώντας σε μια νεότερη έκδοση κατά την τρίτη φάση. Ο περαιτέρω έλεγχος και οι επιπλέον διορθώσεις επί της νεότερης έκδοσης λήφθηκαν υπόψη, διαμορφώνοντας εν τέλει την τελική έκδοση του μετρητή η οποία βρίσκεται διαθέσιμη στον σύνδεσμο [https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/wp-content/uploads/2020/11/index\\_prod\\_el.html](https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/wp-content/uploads/2020/11/index_prod_el.html)

Στον Πίνακα 1, καταγράφονται συγκεντρωτικά οι πηγές ανάκτησης και οι διαδικασίες υπολογισμού των δεδομένων, όπου αυτός κρίθηκε απαραίτητος. Η καταγραφή γίνεται ανά είδος ερωτήσεων, όπως αυτές παρουσιάζονται στην τελική μορφή του ελληνικού διαδικτυακού μετρητή ΟΑ.

<b>Εισαγωγή Ελάχιστων τιμών</b>		
	Ελληνικός μετρητής	Διεθνής μετρητής
Ημερομηνία εξάντλησης όλων των ανανεώσιμων φυσικών πόρων που αναλογούν ανά άτομο	20 Ιανουαρίου επόμενου έτους	22 Μαρτίου επόμενου έτους
Απαίτηση σε Γαίες	0,9 πλανήτες Γη	0,8 πλανήτες Γη
<b>Ανά τύπο εδάφους (gha)</b>		
Δομημένο έδαφος	0	0
Δάση	0,1	0,1
Καλλιεργούμενα εδάφη	1	0,6
Βοσκότοποι	0,1	0
Αλιευτικά πεδία	0	0,1
Αποτύπωμα άνθρακα	0,3	0,5
<b>Ανά κατηγορία κατανάλωσης (gha)</b>		
Διατροφή	1,4	0,9
Κατοικία	0,1	0,3
Μετακίνηση	0	0
Αγαθά	0	0
Υπηρεσίες	0	0,1

Πίνακας 18 Συγκριτικά αποτελέσματα καταχώρισης ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ τιμών στον ελληνικό και τον διεθνή μετρητή ΟΑ

## Αποτελέσματα

Προκειμένου να εξεταστεί η πιθανή διαφοροποίηση στα αποτελέσματα μεταξύ του ελληνικού και του διεθνή μετρητή, καταχωρήθηκαν οι ελάχιστες, οι μέσες και οι μέγιστες δυνατές τιμές στους δυο μετρητές, δηλαδή τον πρωτότυπο του GFN, ο οποίος χρησιμοποιεί τους διεθνείς μέσους όρους, και τον προσαρμοσμένο στα ελληνικά δεδομένα. Στους πίνακες 2, 3 και 4 καταγράφονται τα αποτελέσματα των δυο μετρητών σχετικά με την ημερομηνία εξάντλησης όλων των ανανεώσιμων φυσικών πόρων που αναλογούν ανά άτομο, την απαίτηση σε Γαίες και την κατανάλωση σε παγκόσμια εκτάρια ανά τύπο εδάφους και ανά κατηγορία κατανάλωσης. Όπως είναι φανερό, ειδικότερα κατά την καταχώριση των μέσων και των μέγιστων τιμών, παρατηρούνται μεγάλες αποκλίσεις. Χαρακτηριστικά, η απαίτηση σε Γαίες κατά την καταχώριση των μέσων τιμών είναι 5,8 πλανήτες στον ελληνικό μετρητή και 8,9 πλανήτες στο διεθνή μετρητή. Οι αντίστοιχες τιμές κατά την καταχώριση των μέγιστων τιμών είναι 9,7 πλανήτες στον ελληνικό μετρητή και 14 πλανήτες στον διεθνή μετρητή.

<b>Εισαγωγή Μέσων τιμών</b>		
	<b>Ελληνικός μετρητής</b>	<b>Διεθνής μετρητής</b>
Ημερομηνία εξάντλησης όλων των ανανεώσιμων φυσικών πόρων που αναλογούν ανά άτομο	5 Μαρτίου	10 Φεβρουαρίου
Απαίτηση σε γαίες	5,8 πλανήτες Γη	8,9 πλανήτες Γη
<b>Ανά τύπο εδάφους (gha)</b>		
Δομημένο έδαφος	0,2	0,6
Δάση	0,6	1,8
Καλλιεργούμενα εδάφη	1,1	2,3
Βοσκότοποι	0,4	0,2
Αλιευτικά πεδία	0,2	0,2
Αποτύπωμα άνθρακα	6,9	9,4
<b>Ανά κατηγορία κατανάλωσης (gha)</b>		
Διατροφή	1,7	1,8
Κατοικία	0,5	2
Μετακίνηση	6,1	6
Αγαθά	0,6	1,8
Υπηρεσίες	0,5	03

Πίνακας 19 Συγκριτικά αποτελέσματα καταχώρισης ΜΕΣΩΝ τιμών στον ελληνικό και διεθνή μετρητή ΟΑ

<b>Εισαγωγή Μέγιστων τιμών</b>		
	Ελληνικός μετρητής	Διεθνής μετρητής
Ημερομηνία εξάντλησης όλων των ανανεώσιμων φυσικών πόρων που αναλογούν ανά άτομο	7 Φεβρουαρίου	22 Ιανουαρίου
Απαίτηση σε γαίες	9,7 πλανήτες Γη	14 πλανήτες Γη
<b>Ανά τύπο εδάφους (gha)</b>		
Δομημένο έδαφος	0,3	1
Δάση	01	2,7
Καλλιεργούμενα εδάφη	1,3	3,4
Βοσκότοποι	0,8	0,4
Αλιευτικά πεδία	0,3	0,3
Αποτύπωμα άνθρακα	12,3	15,1
<b>Ανά κατηγορία κατανάλωσης (gha)</b>		
Διατροφή	2,1	2,4
Κατοικία	0,3	1,4
Μετακίνηση	11,1	10,5
Αγαθά	1,5	3,4
Υπηρεσίες	0,9	5,1

Πίνακας 20 Συγκριτικά αποτελέσματα καταχώρισης ΜΕΓΙΣΤΩΝ τιμών στον ελληνικό και διεθνή μετρητή ΟΑ

## Συμπεράσματα

Η προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ΟΑ στα ελληνικά δεδομένα αποτέλεσε μια διαδικασία συμπερίληψης και συνυπολογισμού πολλών παραγόντων. Κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο προκειμένου να μπορεί να αξιολογηθεί, όσο πιο ορθά γίνεται, ο αντίκτυπος των δραστηριοτήτων των Ελλήνων πολιτών, με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της χώρας και των ατομικών συνηθειών του καθενός. Όπως έγινε φανερό από τα αποτελέσματα, η μη χρήση προσαρμοσμένου διαδικτυακού μετρητή ατομικού ΟΑ μπορεί να οδηγήσει σε μη έγκυρα αποτελέσματα και αναπόφευκτα σε λάθος συμπεράσματα. Πέρα από ένα πρώτο επίπεδο περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και προβληματισμού αναφορικά με τις καθημερινές συνήθειες, ο ελληνικός μετρητής ατομικού ΟΑ μπορεί να προσφέρει ένα εξαιρετικό εκπαιδευτικό πλαίσιο, ειδικότερα όσον αφορά την εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη. Μέσα από τη χρήση του και την ερμηνεία αποτελεσμάτων, εκπαιδευτικοί και εκπαιδευόμενοι όλων των βαθμίδων μπορούν να εντρυφήσουν ακόμα περισσότερο στις αρχές της αειφορίας και των οικολογικών σχέσεων. Οι Έλληνες μαθητές/τριες έχουν τη δυνατότητα να προσδιορίσουν ακόμα πιο

αναλυτικά τις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές ισορροπίες του τόπου που διαβιούν και το πώς μπορούν να επέμβουν στη διαχείριση αυτών, έχοντας ένα εργαλείο το οποίο χαρακτηρίζεται από επιστημονική εγκυρότητα και, αν και αναφέρεται στην εθνική επικράτεια, ταυτόχρονα έχει παγκόσμια προοπτική, αφού επιτρέπει τις συγκρίσεις με άλλες χώρες με αξιόπιστο τρόπο.



Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το ερευνητικό έργο «Πρωώθηση του Αειφόρου Τρόπου Ζωής μέσα από την Εκπαίδευση για το Οικολογικό Αποτύπωμα (ΠΡ.Α.Τ.Ζ.Ε.Ο.Α.)», στα πλαίσια της «1ης Προκήρυξης Ερευνητικών Έργων ΕΛ.Ι.Δ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας», με αριθμό σύμβασης HFRI-FM17-1217 (2019-2022).

## Βιβλιογραφία

- Barrett, J., Birch, R., Cherrett, N., & Simmons, C. (2004). *An Analysis of the Policy and Educational Applications of the Ecological Footprint*. York: Stockholm Environment Institute.
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., & Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, 24, 518-533.
- Cordero, E. C., Marie Todd, A., & Abellera, D. (2008). Climate Change Education and the Ecological Footprint. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(6), 865-872.
- Dawe, F. M. G., Vetter, A., & Martin, S. (2004). An Overview of Ecological Footprinting and Other Tools and Their Application to the Development of Sustainability Process: Audit and Methodology at Holme Lacy College, UK. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5(4), 340-371.
- EUROSTAT (2020). *Transport in Figures-Statistical Pocketbook 2020*. Publications Office of the European Union: Luxembourg.
- Fang, K., Heijungs, R., & de Snoo, G. (2013). The footprint family: comparison and interaction of the ecological, energy, carbon and water footprints. *Revue de Metallurgie*, 110(1), 77-86.
- Fernández, M., Alférez, A., Vidal, S., Fernández, M. Y., & Albareda, S. (2016). Methodological approaches to change consumption habits of future teachers in Barcelona, Spain: reducing their personal Ecological Footprint. *Journal of Cleaner Production*, 122, 154-163.
- Global Footprint Network (n.d.a.). *Ecological Footprint*. Retrieved June 26, 2022 from <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>
- Global Footprint Network (n.d.b.). *Glossary*. Retrieved June 10, 2021 from <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-%20%20footprint/>
- Global Footprint Network (n.d.c.). *Footprint Calculator*. Retrieved June 26, 2022 from <https://www.footprintcalculator.org/home/en>
- Global Footprint Network (n.d.d.). *Our people*. Retrieved June 26, 2022 from <https://www.footprintnetwork.org/about-us/people/>
- Gündüz, Ş., & Alsagher, E. A. A. (2018). Consciousness levels of Libyan higher education students on ecological footprint and sustainable life. *Quality & Quantity*, 52(1), 67-78.
- Kazim, K. & Yildiz, E. (2015). The Awareness Levels of Science and Technology Teacher Candidates towards Ecological Footprint. *Journal of Turkish Science Education*, 12(4), 23-34.

- Keles, O., & Aydogdu, M. (2010). Pre-Service science teachers' views of the ecological footprint: The starting-points of sustainable living. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), 1-17.
- Kitzes, J., Galli, A., Bagliani, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., ... & Wiedmann, T. (2009). A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. *Ecological Economics*, 68(7), 1991-2007.
- Ryu, H. & Brody, S. D. (2006). Measuring the educational impacts of a graduate course on sustainable development. *Environmental Education Research*, 12(2), 179-199.
- Scotti, M., Bondavalli, C., & Bodini, A. (2009). Ecological footprint as a tool for local sustainability: the municipality of Piacenza (Italy) as a case study. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(1), 39-50.
- Thornbush, M. J. (2020). *The Ecological footprint as a sustainability metric: Implications for sustainability*. Springer Nature.
- Venetoulis, J., & Talberth, J. (2008). Refining the ecological footprint. *Environment, Development and Sustainability*, 10(4), 441-469.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Schulz, N. B., Erb, K. H., Haberl, H., & Krausmann, F. (2004). Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges. *Land Use Policy*, 21(3), 271-278.
- Wiedmann, T., & Barrett, J. (2010). A review of the ecological footprint indicator-perceptions and methods. *Sustainability*, 2(6), 1645-1693.

## Η σημασία χρήσης προσαρμοσμένου σε εθνικά δεδομένα διαδικτυακού μετρητή Οικολογικού Αποτυπώματος

**Νικόλαος Γαλάνης<sup>1</sup>, Αλέξανδρος Αμπράζης<sup>2</sup>, Γεώργιος Μαλανδράκης<sup>1</sup>, Πηνελόπη Παπαδοπούλου<sup>2</sup>, Γεώργιος Πανάρας<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

### Περίληψη

Η μέτρηση του ατομικού Οικολογικού Αποτυπώματος (ΟΑ) αποτελεί έναν από τους βασικούς τρόπους εκπαίδευσης για την αειφόρο ανάπτυξη. Η προσαρμογή ενός μετρητή ΟΑ στην κάθε χώρα μπορεί να προσφέρει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα και να χρησιμοποιηθεί πιο αποδοτικά κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων καθώς και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματα κατά την εισαγωγή ίδιων δεδομένων σε έναν διεθνή και σε έναν προσαρμοσμένο στα ελληνικά δεδομένα διαδικτυακό μετρητή ΟΑ. Οι ευρείες αποκλίσεις που καταγράφονται στα αποτελέσματα αναδεικνύουν τη σημασία χρήσης προσαρμοσμένου μετρητή για την κάθε χώρα, τόσο σε γενικό όσο και σε εκπαιδευτικό επίπεδο.

**Λέξεις κλειδιά:** Οικολογικό Αποτύπωμα, διαδικτυακός μετρητής ΟΑ, εκπαίδευση για τη βιωσιμότητα

## The importance of using a nationally adapted online Ecological Footprint calculator

**Nikolaos Galanis<sup>1</sup>, Alexandros Amprazis<sup>2</sup>, Georgios Malandrakis<sup>1</sup>, Penelope Papadopoulou<sup>2</sup>, Georgios Panaras<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aristotle University of Thessaloniki, <sup>2</sup>University of Western Macedonia

### Abstract

Calculating the personal Ecological Footprint (EF) is one of the main ways to teach about sustainable development. The adjustment of the EF calculator to each country can provide more reliable results and be used more efficiently for decision making and educational purposes. This study presents the differentiated results produced, after entering the same data, to an international and a Greek-adapted EF calculator. The recorded extensive variations among the two calculators, highlight the importance of using a country-adjusted Ecological Footprint calculator not only for general but also and for educational use.

**Keywords:** Ecological Footprint, online EF calculator, education for sustainability

## Εισαγωγή

Η έννοια του οικολογικού αποτυπώματος (ΟΑ) αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο εκτίμησης της κατανάλωσης των φυσικών πόρων από τον ανθρώπινο πληθυσμό (Venetoulis & Talberth, 2008). Αναλυτικότερα, η έννοια αναφέρεται στη συνολική χερσαία ή υδάτινη έκταση που απαιτείται για την παραγωγή βασικών καταναλωτικών αγαθών, την ανάπτυξη των υποδομών και την απορρόφηση των απορριμμάτων που δημιουργούνται προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες ενός πληθυσμού ή ενός ατόμου (Thornbush, 2020). Η διαδικασία υπολογισμού του ΟΑ αποτελεί ένα εξαιρετικό διδακτικό πλαίσιο εντός του οποίου οι μαθητές/τριες μπορούν να κατακτήσουν γνώσεις σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη (Collins et al., 2018). Η επίγνωση όλων των τομέων που καθορίζουν τον αντίκτυπο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον πλανήτη και συνυπολογίζονται κατά τη μέτρηση του ΟΑ, προσφέρει σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, έναν τρόπο ενίσχυσης των υπεύθυνων περιβαλλοντικά συμπεριφορών των μαθητών/τριών (Gottlieb et al., 2013).

Επιπρόσθετα, η μέτρηση του ΟΑ αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών που υλοποιούν προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (Keleş & Aydogdu, 2010). Καθώς, σύμφωνα με τα παραπάνω, η μέτρηση του ΟΑ χρησιμοποιείται και για εκπαιδευτικές διαδικασίες, έχει σημασία η διασφάλιση της επιστημονικής ορθότητας και ακρίβειας κατά τη συγκεκριμένη διαδικασία. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πως η χρήση ενός προσαρμοσμένου μετρητή στην εκάστοτε χώρα διαβίωσης προσφέρει αναμφίβολα πιο ασφαλή αποτελέσματα (Kitzes et al., 2008). Ο κύριος λόγος για την απαίτηση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ακρίβειας έχει να κάνει με τις έντονες διαφοροποιήσεις, στις διάφορες κατηγορίες και υποκατηγορίες του ΟΑ, οι οποίες παρατηρούνται ανάμεσα στους διεθνείς και τους εθνικά προσαρμοσμένους μετρητές ΟΑ. Οι διαφοροποιήσεις αυτές αντιστοιχούν και σε διαφορετικές ανθρώπινες δραστηριότητες, οι οποίες επηρεάζουν τις κατηγορίες και υποκατηγορίες του ΟΑ. Επομένως, η όσο το δυνατόν ακριβέστερη αποτύπωση των παραγόντων και ανθρώπινων δραστηριοτήτων οι οποίες επηρεάζουν το ΟΑ, οδηγεί και σε καλύτερη και πιο αξιόπιστη ιεράρχηση των προτεραιοτήτων σχετικά με τις αλλαγές στην συμπεριφορά των πολιτών, οι οποίες πρέπει να επιδιωχθούν.

Με βάση τα προαναφερθέντα, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της σημασίας προσαρμογής του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή του ατομικού ΟΑ του Global Footprint Network (GFN) στα ελληνικά δεδομένα και στους εθνικούς μέσους όρους, προσφέροντας ένα πιο έγκυρο και αξιόπιστο πλαίσιο προσδιορισμού του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των δραστηριοτήτων των Ελλήνων πολιτών.

## Μεθοδολογία

Η προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ΟΑ του GFN (GFN, <https://www.footprintcalculator.org>) στα ελληνικά δεδομένα έγινε από ερευνητική

ομάδα Πανεπιστημιακών και διδακτορικών φοιτητών σε συνεργασία με το GFN και με χρηματοδότηση του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. (Ελληνικός διαδικτυακός μετρητής του Οικολογικού Αποτυπώματος, [https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/wp-content/uploads/2020/11/index\\_prod\\_el.html](https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/wp-content/uploads/2020/11/index_prod_el.html)). Όσον αφορά τον υπάρχοντα διεθνή διαδικτυακό μετρητή, αυτός λαμβάνει υπόψη του τους παγκόσμιους μέσους όρους και δεν είναι σταθμισμένος για καμιά συγκεκριμένη χώρα. Επίσης, είναι διαθέσιμος, εκτός από τα Αγγλικά, στα Ισπανικά, Γαλλικά, Ιταλικά, Γερμανικά, Ινδικά, Πορτογαλικά και Κινέζικα. Έτσι, μέσω της συνεργασίας με το GFN, ο διαδικτυακός μετρητής του ΟΑ υπάρχει πλέον όχι μόνο στην ελληνική γλώσσα, αλλά είναι και σταθμισμένος και προσαρμοσμένος στους ελληνικούς μέσους όρους και στις εθνικές στατιστικές, κάτι το οποίο αποτελεί παγκόσμια πρωτοτυπία, και αυξάνει έτσι την ακρίβεια και την αξιοπιστία του.

Η διαδικασία της προσαρμογής περιλάμβανε, μεταξύ άλλων, διερεύνηση της βιβλιογραφίας (π.χ. βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών σχετικά με τη χρήση του διαδικτυακού μετρητή του προσωπικού ΟΑ του GFN από Πανεπιστήμια και σχολεία), αναζήτηση εθνικών στατιστικών στοιχείων (π.χ. Ελληνική Στατιστική Αρχή-ΕΛΣΤΑΤ, Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας) και μετάφραση της ήδη υπάρχουσας πλατφόρμας του διαδικτυακού υπολογιστή ΟΑ στην ελληνική γλώσσα (σε συνεχή συνεργασία με το GFN για ανταλλαγή γλωσσικού περιεχομένου και πιλοτική εφαρμογή του) (βλέπε Αμπράζης κ.ά., υπό δημοσίευση).

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, μετά την ολοκλήρωση της προσαρμογής του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ΟΑ του GFN στα ελληνικά δεδομένα έγιναν συγκεκριμένες συγκριτικές καταχωρίσεις στην ελληνική και στη διεθνή πλατφόρμα. Αναλυτικότερα, έγιναν παράλληλες καταχωρίσεις (α) των ελάχιστων, (β) των μέσων και (γ) των μέγιστων τιμών με σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Κάθε ολοκληρωμένη διαδικασία μέτρησης αποτελούνταν από 17 καταχωρίσεις, η κάθε μια εκ των οποίων εντασσόταν σε συγκεκριμένο τομέα. Οι τομείς αυτοί ήταν οι ακόλουθοι:

(α) **Διατροφή**. Εδώ περιλαμβάνονταν δεδομένα σχετικά με:

- τη συχνότητα κατανάλωσης προϊόντων ζωικής προέλευσης (βοδινό ή αρνί/κατσίκι, χοιρινό, πουλερικά, ψάρια ή οστρακοειδή, αυγά, τυρί ή/και άλλα γαλακτοκομικά) (5βάθμια κλίμακα: Ποτέ, Σπάνια, Περιστασιακά, Συχνά, Πολύ συχνά)
- το ποσοστό κατανάλωσης μη επεξεργασμένου, μη συσκευασμένου ή παραγόμενου τοπικά φαγητού (λιγότερο από 320 χιλιόμετρα απόσταση)
- το ποσοστό κατανάλωσης φρέσκου, μη συσκευασμένου φαγητού

(β) **Στέγαση**. Εδώ περιλαμβάνονταν δεδομένα σχετικά με:

- το τύπο, τα κύρια υλικά κατασκευής, την ενεργειακή αποδοτικότητα της κατοικίας
- τον αριθμό των ανθρώπων που ζουν στη κατοικία
- το μέγεθος της κατοικίας (σε τ.μ.)
- την ύπαρξη ή μη ηλεκτροδότησης στην κατοικία
- το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας της κατοικίας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (είτε άμεσα είτε μέσω αγοράς «πράσινης ενέργειας»)
- την παραγωγή σκουπιδιών σε σύγκριση με τους γείτονες



- τις μηνιαίες αγορές σε καινούργια ρούχα, υποδήματα ή/και αθλητικά είδη
  - τις ετήσιες αγορές νέων επίπλων
  - τη συχνότητα αγοράς καινούργιων οικιακών συσκευών, ηλεκτρονικών συσκευών και μικροσυσκευών (gadgets), βιβλίων, περιοδικών, εφημερίδων
  - τη συχνότητα ανακύκλωσης χαρτιού και πλαστικού
- (γ) **Μεταφορές.** Εδώ περιλαμβάνονταν δεδομένα σχετικά με:
- την απόσταση που καλύπτει κάποιος/α με αυτοκίνητο ή μοτοσικλέτα κάθε εβδομάδα (ως οδηγός ή ως επιβάτης) (σε χλμ.)
  - τη μέση κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων που χρησιμοποιεί συχνότερα (σε λίτρα/100χλμ.)
  - τη συχνότητα που μοιράζεται κάποιος/α το αυτοκίνητό του με άλλα άτομα όταν ταξιδεύει (σε ποσοστό)
  - την απόσταση που καλύπτει κάποιος/α με τα μέσα μαζικής μεταφοράς κάθε εβδομάδα (τρένο, λεωφορείο, πλοίο, σε χλμ.)
  - τον αριθμό ωρών που πετάει κάποιος/α με το αεροπλάνο το έτος.

## Αποτελέσματα

Για την πραγματοποίηση του ελέγχου πιθανών διαφοροποιήσεων στα αποτελέσματα του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ΟΑ του GFN συγκριτικά με αυτά του προσαρμοσμένου στα ελληνικά δεδομένα, πραγματοποιήθηκε η καταχώριση των ίδιων δεδομένων στους δυο μετρητές, τα οποία αφορούσαν τις ελάχιστες, μέσες και μέγιστες δυνατές τιμές σε κάθε μεταβλητή (Πίνακας 1).

	Ελάχιστη			Μέση			Μέγιστη		
	Εθνικός	Διεθνής	Διαφορά	Εθνικός	Διεθνής	Διαφορά	Εθνικός	Διεθνής	Διαφορά
Συνολικό ατομικό Οικολογικό Αποτύπωμα (gha)	1,5	1,3	15%	9,1	13,6	-33%	15,9	23,9	-33%
Ημερομηνία εξάντλησης των ανανεώσιμων φυσικών πόρων που αναλογούν ανά άτομο	20 Ιαν*	22 Μαρ*	17%#	5 Μαρ	10 Φεβ	-6%	7 Φεβ	22 Ιαν	-4%
Απαίτηση σε πλανήτες Γη	0,9	0,8	11%	5,8	8,9	-35%	9,7	14	-31%
Αποτύπωμα Άνθρακα (Τόνοι CO <sub>2</sub> /έτος)	0,8	1,4	-43%	19,5	26,6	-26%	35,7	46,7	-24%

\*Οι μήνες αυτοί αναφέρονται στο επόμενο έτος, #Αναφέρεται σε επί τοις εκατό (%) του έτους  
 Πίνακας 21 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ ελληνικού και διεθνούς μετρητή ΟΑ κατά την καταχώριση ίδιων στοιχείων (ελάχιστες, μέσες και μέγιστες τιμές)

Διαπιστώθηκε ότι σε όλες τις κατηγορίες των αποτελεσμάτων (συνολικό ΟΑ, ημερομηνία εξάντλησης ανανεώσιμων φυσικών πόρων, απαίτηση σε Γαίες, αποτύπωμα άνθρακα) παρατηρούνται διαφορές ανάμεσα στον εθνικό και τον διεθνή μετρητή. Μεγαλύτερες διαφορές εντοπίζονται στο αποτύπωμα άνθρακα (τόνοι CO<sub>2</sub>/έτος), όπου η διαφορά, στις ελάχιστες τιμές, είναι 43% χαμηλότερη στον ελληνικό μετρητή σε σχέση με τον διεθνή. Στην ίδια κατηγορία αποτελεσμάτων (CO<sub>2</sub>/έτος), επίσης έχουμε σημαντικά μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>, όταν εισάγουμε στο σύστημα τις μέσες (-26%) και τις ανώτερες (24%) τιμές κατανάλωσης. Σημαντικές αποκλίσεις ανάμεσα στον ελληνικό και τον διεθνή μετρητή, της τάξης του -33%, παρατηρήθηκαν και στο συνολικό ΟΑ, όταν εισήχθησαν οι μέσες και οι μέγιστες τιμές των μεταβλητών. Επίσης, σημαντικά χαμηλότερες είναι και οι απαιτήσεις σε πλανήτες Γη, με βάση τον ελληνικό μετρητή, όταν εισαχθούν στο σύστημα οι μέσες (-35%) και οι ανώτερες (-31%) τιμές κατανάλωσης. Αντίθετα, στην κατηγορία αποτελεσμάτων σχετικά με την ημερομηνία εξάντλησης των ανανεώσιμων φυσικών πόρων, παρατηρούνται πολύ μικρές αποκλίσεις, της τάξεως του 4%-6%, για τις μέσες και ανώτερες τιμές κατανάλωσης αντίστοιχα. Σε γενικές γραμμές, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, ο εθνικός μετρητής δίνει μικρότερες τιμές, σε όλες σχεδόν τις κατηγορίες αποτελεσμάτων ΟΑ, σε σχέση με τον διεθνή και αυτό αφορά τις μέσες και ανώτερες τιμές κατανάλωσης δηλαδή την πλειοψηφία των περιπτώσεων.

## Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, η χρήση μη προσαρμοσμένου σε εθνικά δεδομένα διαδικτυακού μετρητή ατομικού ΟΑ, μπορεί να οδηγήσει σε ανακριβή αποτελέσματα και αναπόφευκτα σε λάθος συμπεράσματα. Αντιθέτως, μέσα από τη χρήση ενός προσαρμοσμένου μετρητή ΟΑ, εκπαιδευτικοί και εκπαιδευόμενοι όλων των βαθμίδων μπορούν να εντρυφήσουν ακόμα περισσότερο στις διαδικασίες αειφορικής ανάπτυξης και οικολογικών σχέσεων, χωρίς να ελλοχεύει ο κίνδυνος διαχείρισης παραπλανητικών αποτελεσμάτων. Με τον τρόπο αυτό και έχοντας τα σωστά αποτελέσματα, πραγματοποιείται η ορθότερη επιλογή μέτρων αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων στις εκάστοτε χώρες. Αξίζει να σημειωθεί πως και η ίδια η αναγκαιότητα στάθμισης ενός μετρητή ΟΑ στα δεδομένα της κάθε χώρας μπορεί να αποτελέσει μια επιμέρους εκπαιδευτική παρέμβαση ενίσχυσης της κατανόησης των διαδικασιών αειφόρου ανάπτυξης και περαιτέρω καλλιέργειας της περιβαλλοντικής ιδιότητας του πολίτη.

## Ευχαριστίες



**ΕΛΙΔΕΚ**  
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το ερευνητικό έργο «Πρωώθηση του Αειφόρου Τρόπου Ζωής μέσα από την Εκπαίδευση για το Οικολογικό Αποτύπωμα (ΠΡ.Α.Τ.Ζ.Ε.Ο.Α.)», στα πλαίσια της «1ης Προκήρυξης Ερευνητικών Έργων ΕΛ.Ι.Δ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας», με αριθμό σύμβασης ΗΦΡΙ-FM17-1217 (2019-2022).

## Βιβλιογραφία

- Αμπράζης, Α., Γαλάνης, Ν., Παπαδοπούλου, Π., Πανάρας, Γ. & Μαλανδράκης, Γ. (υπό δημοσίευση). Προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ατομικού Οικολογικού Αποτυπώματος στα ελληνικά δεδομένα. *Πρακτικά 12<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση «Ο ρόλος της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21ου αιώνα»*.
- Ελληνικός διαδικτυακός μετρητής του Οικολογικού Αποτυπώματος. (2022). Ανακτήθηκε από [https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/wp-content/uploads/2020/11/index\\_prod\\_el.html](https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/wp-content/uploads/2020/11/index_prod_el.html)
- 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.
- Global Footprint Network (2022). Footprint Calculator. Retrieved from <http://www.footprintcalculator.org/home/en>
- Gottlieb, D., Vigoda-Gadot, E., & Haim, A. (2013). Encouraging ecological behaviors among students by using the ecological footprint as an educational tool: a quasi-experimental design in a public high school in the city of Haifa. *Environmental Education Research*, 19(6), 844-863.
- Keleş, Ö., & Aydoğdu, M. (2010). Application and Evaluation of Ecological Footprint as an environmental education tool. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 1691-1712.
- Kitzes, J., Galli, A., Bagliani, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., ... & Wiedmann, T. (2009). A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. *Ecological Economics*, 68(7), 1991-2007.
- Thornbush, M. J. (2020). *The Ecological footprint as a sustainability metric: Implications for sustainability*. Springer Nature.
- Venetoulis, J., & Talberth, J. (2008). Refining the ecological footprint. *Environment, Development and Sustainability*, 10(4), 441-469.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Προτύπων των Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς των ΗΠΑ στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής Β΄ Γυμνασίου για τις δυνάμεις

**Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου<sup>1</sup>, Μιχαήλ Σκουμιός<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

### **Περίληψη**

Τα Πρότυπα των Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς των ΗΠΑ αναπαριστούν μια νέα προσέγγιση για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες που στοχεύουν στη βελτίωσή της. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση του επιπέδου εμπλοκής των βασικών χαρακτηριστικών των Προτύπων Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς των ΗΠΑ στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής της Β΄ τάξης του γυμνασίου για τις δυνάμεις. Αναλύθηκαν (μέσω μιας κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων) 14 μονάδες ανάλυσης που απαρτίζουν το περιεχόμενο του βιβλίου μαθητή και του εργαστηριακού οδηγού για τις δυνάμεις. Από την ανάλυση διαπιστώθηκε το χαμηλό επίπεδο εμπλοκής των βασικών χαρακτηριστικών αυτών των Προτύπων στο περιεχόμενο των εγχειριδίων.

**Λέξεις κλειδιά:** σχολικά εγχειρίδια, πρότυπα Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς, εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες

The key elements of Next Generation Science Standards of USA in the content of Greek 2nd grade middle-school Physics textbooks about forces

**Margarita Papakonstantinou<sup>1</sup>, Michael Skoumios<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Secondary Education, <sup>2</sup>University of the Aegean*

### **Abstract**

Next Generation Science Standards of USA represent a new approach of science education that aims to improve it. The present study aims to investigate the level of engagement of the key elements of Next Generation Science Standards in the content of Greek 2nd grade middle-school Physics textbooks about forces. 14 units of analysis that constitutes the content of the student's book and lab workbook for forces were analyzed (through a rubric). The analysis revealed the low level of involvement of the key elements of Next Generation Science Standards in the content of the textbooks.

**Keywords:** school textbooks, Next Generation Science Standards (NGSS), science education

## Εισαγωγή

Με στόχο τη βελτίωση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ πρότεινε ένα νέο πλαίσιο για τη δωδεκάχρονη εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες που εδράζεται σε τρεις διαστάσεις: τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, τις εγκάρσιες έννοιες και τις βασικές ιδέες των επιμέρους κλάδων («μάθηση τριών διαστάσεων») (NRC, 2012). Με βάση αυτό, αναπτύχθηκαν τα Πρότυπα των Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς (Next Generation Science Standards - NGSS) που αποτυπώνουν τις βασικές θέσεις αυτής της προσέγγισης για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα ανάλογα με την ηλικία των μαθητών (NGSS Lead States, 2013). Τα NGSS σηματοδοτούν σημαντικές αλλαγές στη διδακτική διαδικασία και στο εκπαιδευτικό υλικό. Σύμφωνα με τους Lowell et al., (2021), τα βασικά χαρακτηριστικά των NGSS με τα οποία είναι αναγκαίο να συνάδει το εκπαιδευτικό υλικό είναι τέσσερα: (α) το εκπαιδευτικό υλικό να είναι βασισμένο σε φαινόμενα, (β) το εκπαιδευτικό υλικό να εμπλέκει τρεις διαστάσεις, (γ) το εκπαιδευτικό υλικό να υποστηρίζει την επιστημική αυτενέργεια του μαθητή και (δ) το εκπαιδευτικό υλικό να χαρακτηρίζεται από συνεκτικότητα.

Τα σχολικά εγχειρίδια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία. Επιδρούν άμεσα στη μάθηση των μαθητών καθώς οι μαθητές αλληλεπιδρούν με αυτά (Braswell et al., 2011). Επίσης, επηρεάζουν έμμεσα τη μάθηση των μαθητών μέσω των επιδράσεών τους στους εκπαιδευτικούς και τις διδακτικές επιλογές τους (Davis et al., 2016). Για αυτούς τους λόγους η ανάλυσή τους έχει αποτελέσει αντικείμενο συστηματικής έρευνας.

Ειδικότερα, είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη η έρευνα που αφορά στην ανάλυση σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και ειδικότερα αυτή κυρίως εστιάζεται στην επιλογή και οργάνωση του περιεχομένου, στις διδακτικές μεθόδους, τις εικονικές αναπαραστάσεις και στη γλώσσα που χρησιμοποιείται σε αυτά (Vojříř & Rusek, 2019). Όμως, είναι περιορισμένη η έρευνα που εστιάζεται στις διερευνητικές διαδικασίες που εμπλέκονται στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων (Aldahmash et al., 2016; German et al., 1996; Yang et al., 2019) και στις τρεις διαστάσεις της μάθησης που υπεισέρχονται στις δραστηριότητές τους (Papakonstantinou & Skoumios, 2021). Επιπρόσθετα, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που επικεντρώνεται στη μελέτη των βασικών χαρακτηριστικών των NGSS που εμπλέκονται στο περιεχόμενό τους (Lowell et al., 2021). Μια τέτοια έρευνα απουσιάζει για τα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.

## Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της εμπλοκής των βασικών χαρακτηριστικών των NGSS στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής της Β' τάξης του Γυμνασίου για τις δυνάμεις. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία επιδιώκει να απαντήσει στο ερευνητικό ερώτημα: ποιο είναι το επίπεδο εμπλοκής των βασικών χαρακτηριστικών των NGSS στο περιεχόμενο για τις δυνάμεις των σχολικών

εγχειριδίων (βιβλίο μαθητή και εργαστηριακός οδηγός) της Φυσικής της Β΄ τάξης του Γυμνασίου;

<b>Βασικά Χαρακτηριστικά</b>	<b>Επίπεδο 0</b>	<b>Επίπεδο 1</b>	<b>Επίπεδο 2</b>
Το εκπαιδευτικό υλικό να είναι βασισμένο σε φαινόμενα	Το μάθημα επικεντρώνεται σε δεξιότητες ή σε γνώσεις περιεχομένου, χωρίς αυτά να είναι συνδεδεμένα με κάποιο σχετικό φαινόμενο.	Το φαινόμενο χρησιμοποιείται ως «συνδετικός κρίκος» ή ως παράδειγμα, αλλά όχι ως μέσο που καθοδηγεί τους στόχους ή τις δραστηριότητες σε όλο το εύρος του μαθήματος.	Οι στόχοι και οι δραστηριότητες των μαθημάτων επικεντρώνονται στην κατανόηση ενός «εννοιολογικά πλούσιου» φαινομένου.
Το εκπαιδευτικό υλικό να εμπλέκει τρεις διαστάσεις	Μέσω του μαθήματος οι μαθητές μαθαίνουν για μια ιδέα των Φυσικών Επιστημών, χωρίς να εμπλέκονται με πρακτικές ή εγκάρσιες έννοιες, ή οι μαθητές εμπλέκονται με πρακτικές ή με εγκάρσιες έννοιες, χωρίς να μαθαίνουν κάποια ιδέα.	Μέσω του μαθήματος οι μαθητές αναπτύσσουν στοιχεία μιας πρακτικής ή μιας εγκάρσιας έννοιας και μαθαίνουν για μια βασική ιδέα. Αυτά μπορεί να είναι ή να μην είναι ενσωματωμένα.	Οι πρακτικές και οι εγκάρσιες έννοιες (ή μόνο οι πρακτικές) χρησιμοποιούνται για να κατανοηθούν οι ιδέες (ή οι ιδέες και οι εγκάρσιες έννοιες)
Το εκπαιδευτικό υλικό να υποστηρίζει την επιστημική αυτενέργεια των μαθητών	Το μάθημα εστιάζεται κυρίως στη λήψη πληροφοριών από τους μαθητές παρά στην κατασκευή ή στη νοηματοδότηση των ιδεών από αυτούς.	Μέσω του μαθήματος οι μαθητές εμπλέκονται με δραστηριότητες, αλλά σχεδόν όλη η διανοητική διαδικασία επαφίεται στον εκπαιδευτικό.	Μέσω του μαθήματος οι μαθητές κατασκευάζουν ενεργά τη γνώση ή συζητούν ομαδικά τις ιδέες με την ελάχιστη δυνατή καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.
Το εκπαιδευτικό υλικό να χαρακτηρίζεται από συνεκτικότητα	Δεν επιδιώκεται η σύνδεση των ιδεών των μαθημάτων με τις ιδέες προηγούμενων ή επόμενων μαθημάτων.	Το μάθημα παρέχει ευκαιρίες στους εκπαιδευτικούς να προβούν στη σύνδεση του μαθήματος αυτού με προηγούμενα και επόμενα μαθήματα.	Το μάθημα παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να αντιληφθούν πώς το μάθημα αυτό συνδέεται με προηγούμενα ή επόμενα μαθήματα.

Πίνακας 22 Τα επίπεδα των βασικών χαρακτηριστικών των NGSS (Lowell et al., 2021)

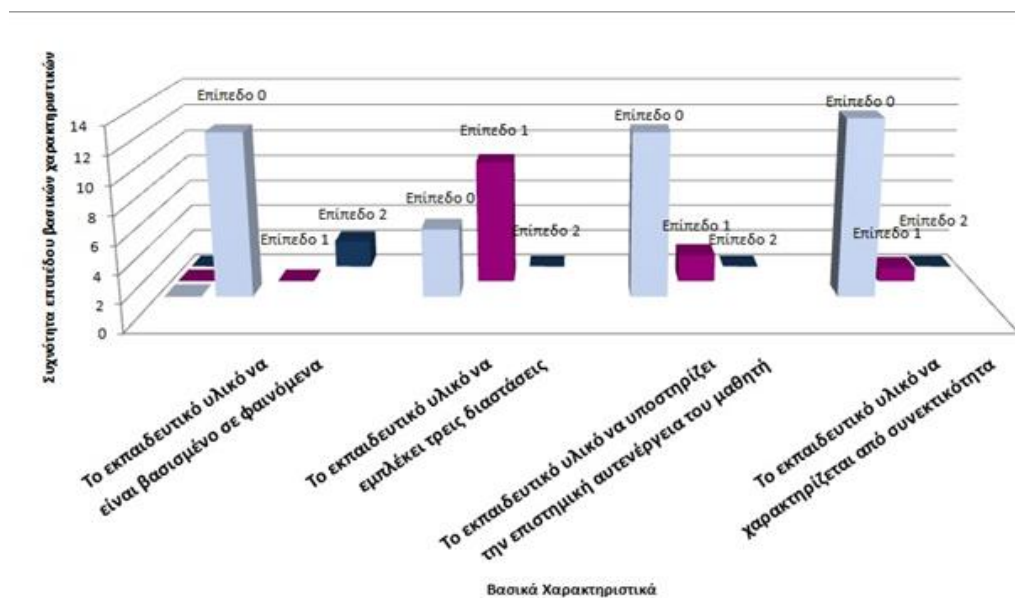
Για τη διερεύνηση του ερευνητικού ερωτήματος, αξιοποιήθηκε η ανάλυση περιεχομένου. Καθορίστηκαν οι μονάδες ανάλυσης που περιλαμβάνονται στα προς ανάλυση σχολικά εγχειρίδια (βιβλίο μαθητή και εργαστηριακός οδηγός της Φυσικής Β΄ Γυμνασίου). Ως μονάδα ανάλυσης ορίστηκε το περιεχόμενο των εγχειριδίων που χρησιμοποιείται σε κάθε διδακτική ώρα (μάθημα), όπως ορίζονται από τις ετήσιες οδηγίες διδασκαλίας για το κεφάλαιο των δυνάμεων. Καταμετρήθηκαν συνολικά 14 μονάδες ανάλυσης (μαθήματα).

Η ανάλυση των μαθημάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του πλαισίου ανάλυσης των Lowell et al. (2021), που αξιολογεί το επίπεδο εμπλοκής των τεσσάρων βασικών χαρακτηριστικών των NGSS στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων (βλ. Πίνακα 1). Το πλαίσιο αυτό είναι μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων τριών επιπέδων για κάθε χαρακτηριστικό. Τα επίπεδα διαφοροποιούνται ανάλογα με το κατά πόσο η μονάδα ανάλυσης είναι σχεδιασμένη σύμφωνα με κάθε ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των NGSS.

Η ανάλυση των μαθημάτων πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές οι οποίοι εργάστηκαν ανεξάρτητα. Οι διαφωνίες ανάμεσα στους ερευνητές επιλύθηκαν μέσω συζήτησης. Αφού αναλύθηκαν τα 14 μαθήματα, προσδιορίστηκαν οι συχνότητες των επιπέδων των χαρακτηριστικών των NGSS που εμπλέκονται σε αυτά.

## Αποτελέσματα

Στο Σχήμα 1, παρουσιάζονται οι συχνότητες των επιπέδων των βασικών χαρακτηριστικών των NGSS που εμπλέκονται στα 14 μαθήματα που αναλύθηκαν.



Σχήμα 19 Οι συχνότητες των επιπέδων των βασικών χαρακτηριστικών του NGSS στα μαθήματα των εγχειριδίων Φυσικής Β΄ Γυμνασίου για τις δυνάμεις

Σχετικά με το πρώτο χαρακτηριστικό των NGSS (το εκπαιδευτικό υλικό να είναι βασισμένο σε φαινόμενα) προέκυψε ότι τα 12 μαθήματα εστίαζαν σε

δεξιότητες ή σε γνώσεις περιεχομένου, χωρίς αυτά να είναι συνδεδεμένα με κάποιο σχετικό φαινόμενο (επίπεδο 0). Αντίθετα, μόνο σε 2 μαθήματα τα φαινόμενα αποτελούσαν μέσο που καθοδηγούσε τους στόχους και τις δραστηριότητες σε όλο το εύρος των μαθημάτων (επίπεδο 2).

Αναφορικά με το δεύτερο χαρακτηριστικό των NGSS (το εκπαιδευτικό υλικό να εμπλέκει τρεις διαστάσεις) διαπιστώθηκε ότι τα 5 μαθήματα παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές είτε να μάθουν για μια ιδέα των Φυσικών Επιστημών χωρίς να εμπλέκονται με πρακτικές ή εγκάρσιες έννοιες είτε να εμπλακούν με πρακτικές ή εγκάρσιες έννοιες χωρίς να μαθαίνουν κάποια ιδέα (επίπεδο 0). Επίσης, σε 9 μαθήματα δίνονταν ευκαιρίες στους μαθητές να αναπτύξουν στοιχεία μιας πρακτικής ή μιας εγκάρσιας έννοιας και να μάθουν για μια βασική ιδέα (επίπεδο 1). Όμως, δεν εντοπίστηκαν μαθήματα που να έδιναν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν και με τις τρεις διαστάσεις της μάθησης (πρακτικές, εγκάρσιες έννοιες, βασικές ιδέες (επίπεδο 2)).

Η ανάλυση των μαθημάτων αναφορικά με το τρίτο χαρακτηριστικό των NGSS (το εκπαιδευτικό υλικό να υποστηρίζει την επιστημική αυτενέργεια των μαθητών) έδειξε ότι τα 12 μαθήματα εστίαζαν κυρίως στη λήψη πληροφοριών από τους μαθητές παρά στην κατασκευή ή στη νοηματοδότηση των ιδεών από αυτούς (επίπεδο 0). Ωστόσο, 2 μαθήματα έδιναν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με δραστηριότητες, αλλά σχεδόν όλη η διανοητική διαδικασία επαφίονταν στον εκπαιδευτικό (επίπεδο 1). Δεν εντοπίστηκαν μαθήματα όπου οι μαθητές να κατασκευάζουν ενεργά τη γνώση ή να συζητούν ομαδικά τις ιδέες με την ελάχιστη δυνατή καθοδήγηση του εκπαιδευτικού (επίπεδο 2).

Σχετικά με το τέταρτο χαρακτηριστικό των NGSS (το εκπαιδευτικό υλικό να χαρακτηρίζεται από συνεκτικότητα) προέκυψε ότι σε 13 μαθήματα δεν συνδέονταν οι ιδέες των μαθημάτων με τις ιδέες προηγούμενων ή επόμενων μαθημάτων (επίπεδο 0). Μόνο σε 1 μάθημα δίνονταν ευκαιρίες στους εκπαιδευτικούς να προβούν στη σύνδεση του μαθήματος αυτού με προηγούμενα και επόμενα μαθήματα (επίπεδο 1). Δεν υπήρχαν μαθήματα που να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να αντιληφθούν πώς το μάθημα αυτό συνδέεται με προηγούμενα ή επόμενα μαθήματα (επίπεδο 2).

## Συμπεράσματα

Αντικείμενο αυτής της εργασίας ήταν ο προσδιορισμός του επιπέδου εμπλοκής των βασικών χαρακτηριστικών των NGSS στο περιεχόμενο για τις δυνάμεις των σχολικών εγχειριδίων (βιβλίο μαθητή και εργαστηριακός οδηγός) της Φυσικής της Β΄ τάξης του Γυμνασίου.

Διαπιστώθηκε ότι τα μαθήματα των εγχειριδίων που αναλύθηκαν επικεντρώνονται κυρίως σε γνώσεις περιεχομένου, χωρίς αυτές να είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με κάποιο φαινόμενο. Είναι περιορισμένα τα μαθήματα, στα οποία παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με νοηματοδότηση φαινομένων. Επίσης, στα περισσότερα μαθήματα εμπλέκονται το πολύ δύο από τις τρεις διαστάσεις μάθησης (πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, εγκάρσιες έννοιες και βασικές ιδέες των επιμέρους κλάδων των Φυσικών Επιστημών). Δεν εντοπίστηκαν μαθήματα που να εμπλέκουν και τις τρεις διαστάσεις



της μάθησης. Επιπλέον, τα μαθήματα κυρίως εστιάζονται στη λήψη πληροφοριών από τους μαθητές παρά στην κατασκευή ή στη νοηματοδότηση των ιδεών από τους μαθητές. Επιπρόσθετα, μέσω των περισσότερων μαθημάτων δεν επιδιώκεται η σύνδεση των ιδεών των μαθημάτων με τις ιδέες προηγούμενων ή επόμενων μαθημάτων.

Συνεπώς, από την παρούσα εργασία διαπιστώθηκε το χαμηλό επίπεδο εμπλοκής των τεσσάρων βασικών χαρακτηριστικών των NGSS στο περιεχόμενο των εγχειριδίων Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου για τις δυνάμεις. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής συνάδουν με τα αποτελέσματα ερευνών που αφορούν σε ανάλυση σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών άλλων χωρών (Lowell et al., 2021) και σηματοδοτούν την ανάγκη επανασχεδιασμού του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιείται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Fulmer et al., 2018).

Ωστόσο, η παρούσα εργασία εστιάστηκε μόνο στο κεφάλαιο των δυνάμεων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής της Β΄ τάξης του Γυμνασίου. Προκειμένου να σχηματιστεί μια πληρέστερη εικόνα, είναι αναγκαίο να αναλυθούν όλα τα κεφάλαια των εγχειριδίων. Επίσης, η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε μόνο στην ανάλυση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων και όχι στην εφαρμογή τους στο σχολικό πλαίσιο. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα, προκειμένου να μελετηθεί το επίπεδο εμπλοκής των βασικών χαρακτηριστικών των NGSS κατά την διδακτική διαδικασία. Επιπρόσθετα, προτείνεται να συγκροτηθεί νέο εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις που να εμπλέκει σε υψηλότερο επίπεδο τα τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά των NGSS και να μελετηθεί η επίδραση της εφαρμογής του τόσο στην εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση των τριών διαστάσεων της μάθησης όσο και στην κατανόηση των ιδεών και των εννοιών από τους μαθητές.

## Βιβλιογραφία

- Aldahmash, A. H., Mansour, N. S., Alshamrani, S. M., & Almohi, S. (2016). An analysis of activities in Saudi Arabian middle school science textbooks and workbooks for the inclusion of essential features of inquiry. *Research in Science Education*, 46(6), 879-900. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9485-7>
- Braswell, J. S., Lutkus, A. D., Grigg, W. S., Santapau, S. L., Tay-Lim, B., & Johnson, M. (2011). *The Nation's Report Card: Mathematics 2000*, Washington, D.C.: National Center for Education Statistics.
- 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. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1161701>
- Fulmer, G. W., Tanas, J., & Weiss, K. A. (2018). The challenges of alignment for the Next Generation Science Standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(7), 1076–1100. <https://doi.org/10.1002/tea.21481>
- Germann, P. J., Haskins, S., & Auls, S. (1996). Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 475-499. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199605\)33:53.0.co;2-o](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199605)33:53.0.co;2-o)
- Lowell, B.R., Cherbaw, K., & McNeill, K.L. (2021). Redesign or relabel? How a commercial curriculum and its implementation oversimplify key features of the NGSS. *Science Education*, 105, 5–32. <https://doi.org/10.1002/sce.21604>
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Papakonstantinou, M., & Skoumios, M. (2021). Analysis of Greek Middle-school Science Textbooks about Forces and Motion from the Perspective of Three-dimensional Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12), em2039. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11309>
- Vojří, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: A systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1496-1516. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>
- Yang, W., Liu, C., & Liu., E. (2019). Content analysis of inquiry-based tasks in high school biology textbooks in Mainland China. *International Journal of Science Education*, 41(6), 827-845. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1584418>

## Μελέτη της παρουσίας της αστρονομίας στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από διάφορες χώρες σε όλον τον κόσμο

**Ελένη Χατζημιχάλη<sup>1</sup>, Κρυσταλλία Χαλκιά<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Ομότιμη Καθηγήτρια, Σχολή Επιστημών Αγωγής, ΕΚΠΑ*

### Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των αναλυτικών προγραμμάτων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από 17 χώρες και των 5 ηπείρων του πλανήτη σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο της αστρονομίας. Η μελέτη επικεντρώθηκε α) στη δομή (σε ποιο μάθημα και θεματική ενότητα εντάσσεται η μελέτη των εννοιών της αστρονομίας και πώς κατανέμεται ανά τάξη), β) στο επιστημονικό περιεχόμενο (έννοιες φαινόμενα, κ.λπ.) που προβλέπεται ανά τάξη, γ) στους διδακτικούς στόχους που τίθενται και δ) στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες μέσω των οποίων υλοποιούνται. Τα αποτελέσματα της έρευνας οδηγούν σε προτάσεις αλλά και προβληματισμούς σχετικά με τη διδακτική της αστρονομίας στο δημοτικό σχολείο.

**Λέξεις κλειδιά:** αστρονομία, διδακτική αστρονομίας, αναλυτικά προγράμματα αστρονομίας

## Comparative research in the presence of astronomy in elementary curricula from several countries around the world

**Eleni Chatzimichali <sup>1</sup>, Krystallia Chalkia<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Primary Education, <sup>2</sup>Emeritus Professor, School of Education, NKUA*

### Abstract

The purpose of this study is to conduct a comparative analysis between science curricula for primary school from 17 countries (including countries from 5 different continents) regarding the subject of astronomy. The study is focused on a) the structure (in which subject and in what topic astronomy is being included), b) the context (what concepts and phenomena are students introduced to and in which school years), c) the learning objectives and d) the activities that help reach them. The results lead to suggestions and reflections on teaching astronomy in primary school.

**Keywords:** astronomy, astronomy education, astronomy curricula

## Εισαγωγή

Η αστρονομία πάντα αποτελούσε ένα μέρος της σχολικής ζωής και της εκπαιδευτικής διαδικασίας και συμπεριλαμβανόταν κυρίως στο μάθημα των φυσικών επιστημών (Hannula, 2015). Το μάθημα της αστρονομίας εξάπτει την περιέργεια των μαθητών/τριών για τον κόσμο και το σύμπαν, ανεξαρτήτως ηλικίας, εθνικότητας ή κουλτούρας (Salimour et al., 2020). Βοηθά τους μαθητές/τριες να σκέφτονται περισσότερο σαν ερευνητές και να εξοικειώνονται με διαστάσεις της επιστημονικής μεθόδου (Karttunen et al., 2007).

Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιείται μια παγκόσμια προσπάθεια να στραφούν περισσότερο οι μαθητές/τριες προς τους τομείς του STEM και η αστρονομία παίζει καταλυτικό ρόλο στην καθοδήγηση των μαθητών/τριών προς αυτή την κατεύθυνση (Liritzis, 2018· Seymour & Hewitt, 1997).

Παγκόσμιο είναι και το ενδιαφέρον για τα αναλυτικά προγράμματα (ΑΠ), με στόχο την έρευνα πάνω σε αυτά, τη βελτιστοποίηση και την αναθεώρησή τους. Θέματα αστρονομίας, τα οποία τα τελευταία χρόνια έχουν ενσωματωθεί σε πλήθος ΑΠ αναμένεται να πετύχουν συγκεκριμένους στόχους (Ampartzaki & Kalogiannakis, 2015). Στα σχολικά ΑΠ διαφόρων χωρών η αστρονομία αποτελεί δημοφιλή θεματική ενότητα (Lelliott & Rollnick, 2009). Στην παρούσα εργασία μελετάται η παρουσία της αστρονομίας στα ΑΠ διαφόρων χωρών.

## Μεθοδολογία

Το ερευνητικό ερώτημα που οδήγησε στην παρούσα έρευνα είναι το εξής: «Ποια είναι η παρουσία του γνωστικού αντικείμενου της αστρονομίας στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης διαφόρων χωρών από όλο τον κόσμο;»

Το δείγμα της έρευνας συγκροτήθηκε ως εξής: Αρχικά, για την πραγματοποίηση της έρευνας χρειάστηκε η συλλογή διαφόρων αναλυτικών προγραμμάτων που ανήκαν σε χώρες και από τις 5 ηπείρους. Τα ΑΠ αποτέλεσαν τη μονάδα ανάλυσης, με βάση τα οποία προέκυψαν αποτελέσματα και συμπεράσματα για τη διδασκαλία εννοιών αστρονομίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η αναζήτηση των ΑΠ πραγματοποιήθηκε σε διαδικτυακές πηγές. Συγκεκριμένα, η ιστοσελίδα του αντίστοιχου Υπουργείου Παιδείας κάθε χώρας αναρτά το αναλυτικό πρόγραμμα για κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης και για κάθε γνωστικό αντικείμενο με μορφή curriculum.

Έτσι, μελετήθηκαν 17 αναλυτικά προγράμματα για το μάθημα των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση αναφορικά με τη θεματική ενότητα της αστρονομίας (βλ. Παράρτημα). Τα κριτήρια επιλογής για τα ΑΠ ήταν τα εξής: α) Η αντιπροσώπευση χωρών από κάθε ήπειρο και από τα δύο ημισφαίρια (Εικόνα 1), β) η προέλευσή τους από τις ιστοσελίδες των υπουργείων παιδείας κάθε χώρας, τα οποία θα πρέπει να περιείχαν αναλυτική περιγραφή των στόχων, του περιεχομένου και των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και γ) η μετάφρασή τους στην αγγλική γλώσσα. Η μέθοδος ανάλυσης των ΑΠ ήταν η ανάλυση περιεχομένου (στις παραμέτρους που αναφέρονται στο κριτήριο β).



Εικόνα 1 Χώρες των οποίων τα αναλυτικά προγράμματα μελετήθηκαν

## Αποτελέσματα

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της έρευνας πραγματοποιήθηκε με βάση τέσσερις άξονες σύγκρισης για τα ΑΠ: α) δομή, β) περιεχόμενο, γ) στόχους δ) εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Ορισμένοι από τους άξονες αυτούς αποτελούν και βασικά στοιχεία των ΑΠ, σύμφωνα με τον Tyler (1971).

### Ως προς τη δομή

Ως προς το δομή των αναλυτικών προγραμμάτων παρατηρήθηκε πως:

- στα ΑΠ 16 χωρών (94,1%) έννοιες της αστρονομίας διδάσκονταν στο μάθημα φυσικών επιστημών.
- από τα παραπάνω, στα ΑΠ 13 χωρών (76,4%) συμπεριλαμβάνονταν μια ξεχωριστή ενότητα που αφορούσε τη Γη και το Διάστημα στο μάθημα των φυσικών επιστημών.

### Ως προς το περιεχόμενο

Μέσα από τη μελέτη των ΑΠ παρατηρήθηκαν ορισμένες βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.



Πίνακας 1 Θεματικές ενότητες αστρονομίας που συναντώνται στα αναλυτικά προγράμματα 17 χωρών

Επιπλέον, η έρευνα έδειξε πως οι θεματικές ενότητες που διδάσκονται διέφεραν ανά τάξεις του Δημοτικού (Πίνακας 2).

Ομάδες τάξεων Δημοτικού	Θεματικές Ενότητες Αστρονομίας
1 <sup>η</sup> και 2 <sup>η</sup>	Σχηματισμοί/μοτίβα (patterns) στον ουρανό, προσανατολισμός, το σχήμα της Γης, Σύστημα Γης – Ήλιου (μέρα-νύχτα, σκιές)
3 <sup>η</sup> και 4 <sup>η</sup>	Σύστημα Γης – Ήλιου, Σύστημα Γης – Ήλιου – Σελήνης, μύθοι γηγενών πληθυσμών, ηλιακό σύστημα
5 <sup>η</sup> και 6 <sup>η</sup>	Συστήματα, Ηλιακό σύστημα Εξερεύνηση Διαστήματος και Τεχνολογία

Πίνακας 2 Οι θεματικές ενότητες ανά 2 τάξεις του Δημοτικού

Αναφορικά με την Ελλάδα, οι μαθητές/τριες έρχονται σε επαφή με την αστρονομία κυρίως σε μία ενότητα του μαθήματος της Γεωγραφίας της ΣΤ΄ τάξης, στην οποία μελετούν το σύστημα Γης – Ήλιου (περιφορά-περιστροφή της Γης, εναλλαγή μέρας/νύχτας, εποχές) και τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Το ΑΠ του δημοτικού σχολείου (στα μαθήματα «Γεωγραφία» και «Φυσικά») φάνηκε να μην συμπεριλαμβάνει αρκετές από τις θεματικές ενότητες της αστρονομίας, που περιλάμβαναν τα αντίστοιχα ΑΠ άλλων χωρών. Μερικές από αυτές είναι το σύστημα Γης - Ήλιου - Σελήνης και φαινόμενα που σχετίζονται με αυτό, όπως οι φάσεις της Σελήνης, οι εκλείψεις Ήλιου και Σελήνης (πραγματοποιείται μόνο μια σύντομη αναφορά στην ενότητα «ΦΩΣ» στο μάθημα «Φυσικά» της Ε΄ δημοτικού), η εξερεύνηση του διαστήματος και η τεχνολογία, οι αντιλήψεις των πληθυσμών στην αρχαιότητα, οι αστερισμοί και οι σχηματισμοί/μοτίβα (patterns) στον ουρανό (με εξαίρεση μια σύντομη αναφορά στη Μελέτη Περιβάλλοντος της Β΄ Δημοτικού).

### **Ως προς τους στόχους και ως προς τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες**

Μέσα από τη μελέτη των ΑΠ πραγματοποιήθηκε η ομαδοποίηση όλων των στόχων με κριτήριο τη θεματική ενότητα που αφορούσαν. Φάνηκε πως οι μαθητές/τριες καλούνται όχι μόνο να αποκτήσουν γνώσεις πάνω σε κάθε θέμα αστρονομίας, αλλά να αναπτύξουν δεξιότητες και να καλλιεργήσουν στάσεις και συμπεριφορές που σχετίζονται με το θέμα αυτό. Έγινε επίσης και ομαδοποίηση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονταν στα ΑΠ του δείγματος ανά θέμα αστρονομίας. Οι περισσότερες δραστηριότητες είναι ομαδικής φύσης (συλλογή πληροφοριών σε ομάδες, συζητήσεις, συμμετοχή σε αστροβραδιές, ομαδικές κατασκευές κ.α.)

### **Συμπεράσματα**

Μελετώντας τα ΑΠ από 17 χώρες του πλανήτη εντοπίστηκαν ομοιότητες, διαφορές και αναλύθηκε η προσέγγιση κάθε χώρας στο γνωστικό κομμάτι της αστρονομίας για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Η ανάλυση έδειξε πως υπάρχουν ορισμένες βασικές θεματικές ενότητες της αστρονομίας που περιέχουν τα ΑΠ, από τις οποίες κάποιες προτιμώνται σε μικρότερες τάξεις του δημοτικού (π.χ. κινήσεις ουράνιων σωμάτων) και κάποιες προτιμώνται σε μεγαλύτερες τάξεις (π.χ. εξερεύνηση του διαστήματος).

Οι στόχοι που τίθενται αποσκοπούν στο να γνωρίσουν οι μαθητές/τριες ένα μέρος της διαδικασίας της επιστημονικής μεθόδου. Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα δεν χρειάζονται απαραίτητα υψηλό προϋπολογισμό για να υλοποιήσουν τις προτεινόμενες δραστηριότητες, γεγονός που αποδεικνύει πως στοιχεία αστρονομίας μπορούν να διδαχθούν χωρίς οικονομικά εμπόδια σε όλες τις τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, προτείνεται η αναμόρφωση του ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος της Ελλάδας (είτε στο μάθημα «Φυσικά» είτε στο μάθημα «Μελέτη Περιβάλλοντος»/«Γεωγραφία» στον γνωστικό τομέα της αστρονομίας) έχοντας ως παράδειγμα και σημείο αναφοράς τα αναλυτικά προγράμματα χωρών τα οποία μελετήθηκαν στην έρευνα.

## Βιβλιογραφία

- Ampartzaki, M. & Kalogiannakis, M. (2015). Astronomy in Early Childhood Education: A Concept-Based Approach. *Early Childhood Education Journal*, 44(2), 169-179. <https://doi.org/10.1007/s10643-015-0706-5>
- Hannula, I. (2005). *Need and possibilities of astronomy teaching in the Finish comprehensive school* (Academic Dissertation). Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/ac3e/0d99e314e705656ffc7a8a84dcefd35592a.pdf>
- Karttunen, H., Kroger, P., Oja, H., Poutanen, M., & Donner, K. J. (2007). *Fundamental astronomy (5th ed.)*. Berlin, Springer.
- Lelliott, A. & Rollnick, M. (2009). A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1779. <https://doi.org/10.1080/09500690903214546>
- Liritzis, I. (2018). STEMAC (science, technology, engineering, mathematics for arts & culture): The emergence of a new pedagogical discipline. *Scientific Culture*, 4(2), 73-76. doi: 10.5281/zenodo.1214567 <https://zenodo.org/record/1214567>
- Salimpour, S., Bartlett, S., Fitzgerald, M.T., McKinnon, D.H., Cutts, K.R., James, C.R., Miller, S., Danaia, L., Hollow, R.P., Cabezon, S., Faye, M., Tomita, A., Max, C., Korte, M., Baudouin, C., Birkenbauma, D., Kallery, M., Anjos, S., Wu, O., Chu, H., Slater E., & Ortiz-Gil, A. (2020). The Gateway Science: A Review of Astronomy in the OECD School Curricula, Including China and South Africa. *Research in Science Education*, 51, 975-996. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09922-0>
- Seymour, E., & Hewitt, N. (1997). *Talking About Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences*. Westview Press, Boulder.
- Tyler, R. (1971). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago, University of Chicago Press.

## Παράρτημα

### Πηγές άντλησης των Αναλυτικών Προγραμμάτων της έρευνας

Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων. (2010). Αναλυτικά Προγράμματα για τα Δημόσια Σχολεία της Κυπριακής

Δημοκρατίας. Ανακτήθηκε από

[http://www.paideia.org.cy/upload/analytika\\_programmata\\_2010/0.siniptikaanalitikaprogrammata.pdf](http://www.paideia.org.cy/upload/analytika_programmata_2010/0.siniptikaanalitikaprogrammata.pdf)

Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων. (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών για το μάθημα της Γεωγραφίας – Γεωλογίας. Ανακτήθηκε από <http://www.pi-schools.gr/programs/depss/>

Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων. (2014). Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το Νέο Σχολείο. Ανακτήθηκε από <http://digitalschool.minedu.gov.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%AC%20%CE%94%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D.pdf>

Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων. (2014). Πρόγραμμα Σπουδών Γεωγραφίας Δημοτικού για το Νέο Σχολείο. Ανακτήθηκε από <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%93%CE%B5%CF%89%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1%20%CE%94%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D.pdf>

Australian Curriculum and Assessment Reporting Authority. (2014). *Year 1 to Year 7 Curriculum: Science*. Retrieved from <https://australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/science/?strand=Science+Understanding&strand=Science+as+a+Human+Endeavour&strand=Science+Inquiry+Skills&capability=ignore&priority=ignore&elaborations=true>

Department for Education. (2013). *Science programmes of study: key stages 1 and 2. National curriculum in England*. Retrieved from [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/425618/PRIMARY\\_national\\_curriculum\\_-\\_Science.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/425618/PRIMARY_national_curriculum_-_Science.pdf)

Department of Basic Education. (2011a). *Curriculum Assessment Policy Statement Grades R-3: Life Skills*. Retrieved from <https://www.uj.ac.za/faculties/facultyofeducation/eli/Documents/Life-Skills-CAPS-FP-Feb-2011.pdf>

Department of Basic Education. (2011b). *Curriculum Assessment Policy Statement Grades 4-6: Natural Sciences and Technology*. Retrieved from <https://www.uj.ac.za/faculties/facultyofeducation/eli/Documents/Natural%20Sciences%20and%20Technology%20CAPS%20IP%20web.pdf>

Department of Basic Education. (2011c). *Curriculum Assessment Policy Statement Grades 7-9: Natural Sciences*. Retrieved from <http://www.motstutoring.co.za/wp-content/uploads/2015/02/CAPS-SP-NATURAL-SCIENCES-GR-7-9-WEB1.pdf>

Education Department. (2019). Term – wise Syllabus (2019-2020). Class-V Subject- Environmental Studies. Retrieved from [http://www.edudel.nic.in/asg\\_file/2019\\_20/5/5\\_EVS\\_english\\_2019.pdf](http://www.edudel.nic.in/asg_file/2019_20/5/5_EVS_english_2019.pdf)



MEXT. (2008). The Course of Study: Primary School. Retrieved from [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2009/04/21/1261037\\_5.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2009/04/21/1261037_5.pdf)

Ministerio de Educación, Gobierno de Chile (2018a). Ciencias Naturales, Programa de Estudio Tercer Año Básico. Retrieved from [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20714\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20714_programa.pdf)

Ministerio de Educación, Gobierno de Chile (2018b). Ciencias Naturales, Programa de Estudio Tercer Año Básico. Retrieved from [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20716\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20716_programa.pdf)

Ministry of Education and Research. (2013). Natural Science subject curriculum. Retrieved from [https://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Komplett\\_visning/?lplang=eng&read=1](https://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Komplett_visning/?lplang=eng&read=1)

Ministry of Education. (1993). Science in the New Zealand Curriculum. Retrieved from <http://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum>

Ministry of Education. (2012). Primary School Science Curriculum. Retrieved from [https://www.academia.edu/23449566/Primary\\_School\\_Science\\_Curriculum](https://www.academia.edu/23449566/Primary_School_Science_Curriculum)

Ministry of Education. (2013). Science Syllabus Primary. Retrieved from <https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/science-primary-2014.pdf>

Ministry of Federal Education & Professional Training, Islamabad, Government of Pakistan. (2017). Curriculum for General Knowledge I – III. Retrieved from [http://moent.gov.pk/userfiles1/file/General%20Knowledge%20I-III%20\(20-09-17\).pdf](http://moent.gov.pk/userfiles1/file/General%20Knowledge%20I-III%20(20-09-17).pdf)

Ministry of Federal Education & Professional Training, Islamabad, Government of Pakistan. (2006). National Curriculum for General Science IV- VIII. Retrieved from [https://bisep.com.pk/downloads/curriculum/Grades-IV-VIII/pk\\_prsc\\_sc\\_2006\\_eng.pdf](https://bisep.com.pk/downloads/curriculum/Grades-IV-VIII/pk_prsc_sc_2006_eng.pdf)

National Research Council. (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: The National Academies Press.

NCCA. (1999). Science: Social, Environmental and Scientific Education. Retrieved from [https://www.curriculumonline.ie/getmedia/346522bd-f9f6-49ce-9676-49b59fdb5505/PSEC03c\\_Science\\_Curriculum.pdf](https://www.curriculumonline.ie/getmedia/346522bd-f9f6-49ce-9676-49b59fdb5505/PSEC03c_Science_Curriculum.pdf)

Ontario Ministry of Education. (2007). The Ontario curriculum grades 1-8: Language. Retrieved from <http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf>

Republic of Ghana, Ministry of Education, Science and Sports. (2007a). Teaching Syllabus for Natural Science (Primary 1-3). Retrieved from <https://mingycomputersgh.files.wordpress.com/2013/01/natural-science-syllabus-primary-1-3.pdf>

Republic of Ghana, Ministry of Education, Science and Sports. (2007b). Teaching Syllabus for Integrated Science (Primary 4 -6). Retrieved from

<https://mingycomputersgh.files.wordpress.com/2013/01/integrated-science-syllabus-primary-4-6.pdf>

Scottish Executive. (2004). A Curriculum for Excellence. Retrieved from <http://www.moray.gov.uk/downloads/file70312.pdf>

The Curriculum Development Council. (2017). Science Education: Key Learning Area Curriculum Guide (Primary 1 – Secondary 6). Retrieved from [https://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/SE/SE\\_KLACG\\_eng\\_draft\\_2017\\_05.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/SE/SE_KLACG_eng_draft_2017_05.pdf)

## Η διδασκαλία της Γεωλογίας στην προσχολική και σχολική εκπαίδευση μέσα από Εκπαιδευτικές Γεωδιαδρομές στο αστικό περιβάλλον

**Γεώργιος Ε. Κοντόκωστας<sup>1</sup>, Αμαλία Μαρία Γ. Κοντόκωστα<sup>2</sup>, Ασημίνα Αντωναράκου<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ειδικός Σύμβουλος Φυσικών, Ι.Ε.Π., <sup>2</sup>Νηπιαγωγός, μεταπτυχιακή φοιτήτρια της Σχολικής Συμβουλευτικής και Καθοδήγησης, Ε.Κ.Π.Α. και Πανεπιστήμιο Κύπρου, <sup>3</sup>Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος Ε.Κ.Π.Α.

### Περίληψη

Η γνώση της Γεωλογίας συμβάλει στη διαμόρφωση υπεύθυνων, ενήμερων και ενεργών πολιτών σε έναν κόσμο, που τα περιβαλλοντολογικά ζητήματα, η αξιοποίηση φυσικών πόρων και η διαχείριση φυσικών καταστροφών αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας. Κατά την εκπαιδευτική διαδικασία εφαρμόσαμε τεχνικές ενταγμένες στην επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, προτείνοντας/χρησιμοποιώντας εκπαιδευτικές γεωδιαδρομές στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας για μαθητές/τριες Νηπιαγωγείου και Γυμνασίου της Αττικής. Το πλέον ενδιαφέρον συμπέρασμα ήταν η διαπίστωση πολλών μαθητών/τριών ότι με τη μεθοδολογία που ακολουθήσαμε αντιλήφθηκαν τη σπουδαιότητα της Γεωλογίας.

**Λέξεις κλειδιά:** Γεωδιαδρομές, Αστική Γεωλογία, Διδασκαλία της Γεωλογίας, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Νηπιαγωγείο

## Teaching Geology in nursery education and school life through Educational Geological walk trails in the urban environment

**Georgios E. Kontokostas<sup>1</sup>, Amalia Maria G. Kontokosta<sup>2</sup>, Assimina Antonarakou<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Specialized Physicist' Consultant, I.E.P., <sup>2</sup>Kindergarten Teacher, Postgraduate student in School Counseling and Guidance, N.K.U.A. and University of Cyprus, <sup>3</sup>Professor, Faculty of Geology and Geoenvironment, N.K.U.A.

### Abstract

The knowledge of Geology contributes to the development of informed, responsible and active citizens in a world where environmental issues, the exploitation of natural resources and the management of natural disasters are an integral part of everyday life. We used techniques entailed in the scientific/educational methodology by inquiry, suggesting educational walking paths through the historical center of Athens for Kindergarten pupils

and students of secondary education of Attica. The educational walk trail motivated the students' interest in the science of geology.

**Keywords:** Geological Walk Trail, Urban Geology, Geology Teaching, Secondary School, Kindergarten

## Εισαγωγή

Η διδασκαλία των Γεωεπιστημών αποτελεί απαραίτητο συστατικό της εκπαίδευσης των μελλοντικών πολιτών και ιδιαίτερα για τη χώρα μας, αφού ο ελλαδικός χώρος είναι ένα Γεωλογικό εργαστήριο της φύσης, που ελκύει το ενδιαφέρον της παγκόσμιας πανεπιστημιακής κοινότητας και διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην ανάπτυξη της Γεωλογίας. Η γνώση της Γεωλογίας συμβάλει στη διαμόρφωση υπεύθυνων, ενημέρων και ενεργών πολιτών όπως επισημάνθηκε στο 15ο Διεθνές συνέδριο της Γεωλογικής εταιρείας στην Αθήνα στις 22-24 Μαΐου 2019, με θέμα: «Exploring and Protecting our Living Planet Earth». Επομένως είναι απαραίτητη η ενημέρωση των μαθητριών και μαθητών με τις σύγχρονες εξελίξεις των φυσικών επιστημών, καθώς τα προβλήματα και οι αλλαγές θα γίνονται ολοένα πιο έντονες και θα σχετίζονται με πιο εξειδικευμένα θέματα.

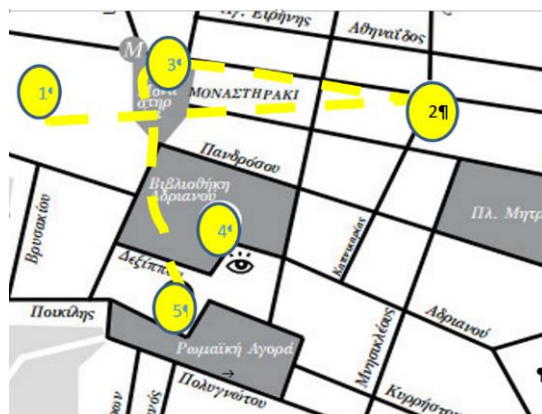
Η διδασκαλία των γεωλογικών εννοιών στον χώρο και στον χρόνο (διάκριση ιζηματογενών, μεταμορφωμένων, εκρηξιγενών πετρωμάτων, γεωλογικός χρόνος, ορογένεση, κύκλος πετρωμάτων κ.α.) είναι αποτελεσματικότερη με τα μαθήματα πεδίου. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώθηκε και μετά από πιλοτικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις, σε 7 μαθήτριες και μαθητές Νηπιαγωγείου και σε 22 μαθήτριες και μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Αττικής, που συγκρότησαν την ομάδα ελέγχου κατά την επίσκεψή τους στο Μουσείο του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του ΕΚΠΑ και την απάντηση σχετικών ερωτήσεων, που σχηματίσαμε.

Ως εργαλείο έρευνας χρησιμοποιήθηκε η ημιδομημένη συνέντευξη για τα παιδιά του Νηπιαγωγείου και τα ερωτηματολόγια κλειστού τύπου για τα παιδιά του Γυμνασίου. Συγκεκριμένα μετά την παρουσίαση των εννοιών στον χώρο του μουσείου με τη μέθοδο των ερωταπαντήσεων οι απαντήσεις τους στις ερωτήσεις μετά-ελέγχου έδειξαν ότι το 60% των μαθητριών/των του Νηπιαγωγείου και το 66% των μαθητριών/των του Γυμνασίου κατανόησαν τις έννοιες. Οι προηγούμενες διαπιστώσεις έδωσαν την αφορμή για μια επιτυχή ερευνητική διαδικασία με εκπαιδευτικό στόχο τη διδασκαλία των γεωλογικών εννοιών με μαθήματα πεδίου.

## Το μάθημα πεδίου στο Αστικό περιβάλλον - Γεωδιαδρομές

Η αξιοποίηση επιλεγμένων γεωδιαδρομών σε κοντινές προς το σχολείο περιοχές για την διδασκαλία της Γεωλογίας εντάσσεται στη μη τυπική εκπαίδευση και αναμένεται να επιδράσει με πιο αποδοτικό τρόπο στην εκπαιδευτική μας διαδικασία. Έτσι αναζητήσαμε/σχεδιάσαμε εκπαιδευτική παρέμβαση για την αποτελεσματικότερη κατανόηση των γεωλογικών εννοιών. Η επιλεγμένη γεωδιαδρομή συνδέει τοποθεσίες στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας, που εμφανίζουν έντονο γεωμορφολογικό ενδιαφέρον και πλούσια γεωλογικά χαρακτηριστικά

(Εικόνα 1). Τα επιλεγμένα γειτονικά σημεία επίσκεψης είναι κτίσματα με ποικιλία δομικών υλικών (μάρμαρο Πεντέλης/Υμηττού/Καρύστου, ασβεστόλιθο, ασβεστόλιθο με απολιθώματα, γρανίτη), απλώνονται μέσα σε έντονο γεωλογικό ανάγλυφο: στην Ακρόπολη, στον Ηριδανό ποταμό, στον Λόφο Νυμφών και στον Λόφο Φιλοπάππου.



Εικόνα 1 Η γεωδιαδρομή στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας: Σύνταγμα-Μοναστηράκι-Καπνικαρέα-Παντάνασσα-Βιβλιοθήκη Αδριανού-Ρωμαϊκή Αγορά

## Μεθοδολογία

Αρχικά αφού δοκιμάσαμε με μια ομάδα λίγων μαθητών/τριων τη λειτουργικότητα της διαδρομής, πραγματοποιήσαμε διδακτική παρέμβαση διάρκειας 45 περίπου λεπτών σε 25 μαθητές/τριες (20 παιδιά β γυμνασίου και 5 παιδιά νηπιαγωγείου) από το ίδιο σχολείο με την ομάδα ελέγχου, που δεν είχαν παρακολουθήσει τις πιλοτικές παρεμβάσεις και συγκρότησαν την ομάδα πειραματισμού ακολουθώντας 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). Τα παιδιά διαχωρίστηκαν σε 4 ομάδες και θέσαμε τους ακόλουθους εκπαιδευτικούς στόχους, που αποτελούν και στόχους του αναλυτικού προγράμματος σπουδών α) Να παρατηρήσουν/γνωρίσουν το υδρογραφικό δυναμικό της περιοχής (Ηριδανός ποταμός) και το γεωλογικό δυναμικό της περιοχής β) Να κατανοήσουν τη δημιουργία των πετρωμάτων με τον πειραματισμό και τη χρήση hands on διαγράμμάτων-πρωτότυπα συνοπτικά απεικονιστικά διαγράμματα απλών γεωλογικών διαδικασιών (Κοντόκωστας, 2020). Ως εργαλεία έρευνας χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια προ-ελέγχου και μετά-ελέγχου, συνεντεύξεις με μαγνητοφώνηση και παρατηρητής.

Στην αρχή, επισκεφτήκαμε το Μετρό του Σύνταγματος και παρωθούσαμε το ενδιαφέρον των μαθητριών και μαθητών (ακολουθώντας το πρώτο μεθοδολογικό βήμα), όπου παρατηρήσαμε τη στρωματογραφία του Ηριδανού ποταμού και συνεχίσαμε στο Μετρό στο Μοναστηράκι βλέποντας την κοίτη του διακρίνοντας κλαστικά πετρώματα.

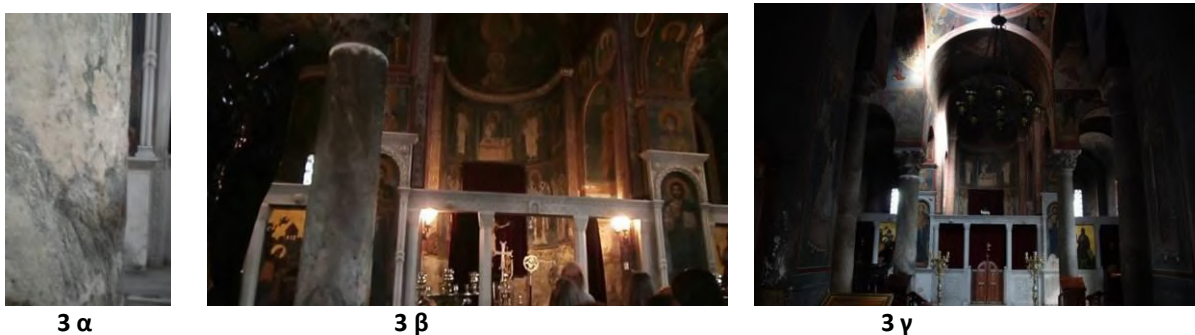
Μετά κατευθυνθήκαμε στην σκιερή Καπνικαρέα ολοκληρώνοντας το πρώτο βήμα της διερευνητικής διαδικασίας. Οι μαθήτριες και μαθητές παρατήρησαν την

αρχιτεκτονική όψη της εξωτερικής τοιχοποιίας, που ως δομικό υλικό έχει ασβεστόλιθο με απολιθώματα (Εικόνα 2).



Εικόνα 2 Κογυλιάτης λίθος (2α) στην εξωτερική τοιχοποιία της Καπνικαρέας, 2β) που λειτούργησε ως έναυσμα στην διδακτική μας παρέμβαση και 2γ) οι μαθήτριες/μαθητές του Νηπιαγωγείου ζωγράρισαν σε χαρτί

Υπενθυμίσαμε προϋπάρχουσες γνώσεις από σχετικό σχολικό μάθημα του αναλυτικού προγράμματος (ορογένεση, είδη πετρωμάτων) και παρουσιάσαμε τις απαραίτητες γνώσεις (τρόποι σχηματισμού πετρωμάτων, κύκλος των πετρωμάτων, δημιουργία απολιθωμάτων και γεωμορφολογία της περιοχής) σύμφωνα με τα διεθνή βιβλία αναφοράς (Seibold & Berger, 2017· Tilery, 1996), ώστε να διατυπώσουν υποθέσεις (ακολουθώντας το δεύτερο μεθοδολογικό βήμα) και τους ζητούσαμε τη συμπλήρωση του αρχικού μας ερωτηματολογίου προ-ελέγχου. Μετά, αυξάνοντας τη δυσκολία των ερωτήσεων (τρίτο μεθοδολογικό βήμα), εισήλθαμε στο εσωτερικό της Εκκλησίας και παρατηρήσαμε τον βόρειο ανατολικό Καρυστινού μαρμάρινο κίονα και τους υπόλοιπους τρεις γρανιτένιους (Εικόνα 3).



Εικόνα 3 Το εσωτερικό του Ναού της Καπνικαρέας α) ο βορειοανατολικός κίονας με πράσινες προσμίξεις από μάρμαρο Καρύστου (chirolino) β) ο μαρμάρινός κίονας γ) οι τέσσερις κίονες ένας μαρμάρινος και 3 από γρανίτη

Ζητήθηκε από τους μαθητές και μαθήτριες να περιγράψουν τον τρόπο δημιουργίας των δύο αυτών πετρωμάτων, ώστε να ελέγξουμε τη δυνατότητα των μαθητριών/των να εφαρμόσουν τα γεω-διαγράμματα και να κατανοήσουν τις διαδικασίες δημιουργίας των πετρωμάτων. Κατευθυνθήκαμε προς τον Ναό της Παντάνασσας και ζητήθηκε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναγνωρίσουν και να περιγράψουν τα δομικά υλικά της εκκλησίας και να σχολιάσουν ποιο από τα πετρώματα προηγήθηκε και πώς δημιουργήθηκε (Εικόνα 4).



**Εικόνα 4** Οι μαθητές εντοπίζουν απολιθώματα στην τοιχοποιία του Ναού της Παντάνασσας στην πλατεία στο Μοναστηράκι

Οι μαθήτριες και οι μαθητές με ευκολία πλέον άρχισαν να διακρίνουν τα απολιθώματα σε αρκετά σημεία του εξωτερικού τοίχου της εκκλησίας και να αναγνωρίζουν το μάρμαρο και τον ασβεστόλιθο. Με τη χρήση λούπας άρχισαν να διακρίνουν την υφή των μαρμάρων. Τέλος, περιηγηθήκαμε στη Βιβλιοθήκη του Αδριανού και στη Ρωμαϊκή Αγορά και ζητήσαμε από τις μαθήτριες και τους μαθητές (αυξάνοντας ακόμη τη δυσκολία και ακολουθώντας το πέμπτο και τελευταίο μεθοδολογικό βήμα) να γενικεύσουν τα συμπεράσματά τους εφαρμόζοντάς τα και σε διαφορετικά μάρμαρα.



**Εικόνα 5 α)** Το 66% των παιδιών του Γυμνασίου της ομάδας ελέγχου κατανόησαν τους εκπαιδευτικούς στόχους, **β)** Το 60% των παιδιών του Νηπιαγωγείου της ομάδας ελέγχου κατανόησαν τους εκπαιδευτικούς στόχους και **γ)** σε ποσοστό 87% τα παιδιά του Νηπιαγωγείου και του Γυμνασίου κατανόησαν τους εκπαιδευτικούς στόχους κατά την διδακτική παρέμβαση της μη τυπικής διδασκαλίας με γεωδιαδρομή στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας

## Αποτελέσματα, Συμπεράσματα, Προτάσεις

Μετά την αποδελτίωση των ίδιων ερωτηματολογίων, κλειστού τύπου με επτά ερωτήσεις προ-ελέγχου και μετά-ελέγχου στο Γυμνάσιο, τη σύγκριση των απαντήσεων και των παρατηρήσεων των μαθητριών/των κατά την απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων στο Νηπιαγωγείο, καταγράψαμε ικανοποιητικά αποτελέσματα για όλους τους εκπαιδευτικούς στόχους (Εικόνα 5). Σε ποσοστό 87% τα παιδιά της πειραματικής ομάδας του Νηπιαγωγείου και του Γυμνασίου κατανόησαν τις γεωλογικές έννοιες ακολουθώντας την γεωδιαδρομή (Εικόνα 5γ), ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά στην ομάδα ελέγχου ήταν 60% για τα παιδιά του Νηπιαγωγείου (Εικόνα 5β) και 66% των παιδιών του Γυμνασίου (Εικόνα 5α). Η διδασκαλία με γεωδιαδρομές, μια μη τυπική μορφή διδασκαλίας, αποδείχθηκε αποτελεσματική στην προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητριών και μαθητών για τις γεωεπιστήμες μέσα από τη γνωριμία του γεωλογικού καθεστώτος που υπάρχει στον περιβάλλοντα χώρο που ζουν και δραστηριοποιούνται.

## 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, Ε.Γ. (2020). Εκπαιδευτική πρόταση για τη διδασκαλία του κύκλου των πετρωμάτων στην Γεωλογία, Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου – ΕΝΕΦΕΤ «Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αι.» 19-21 Απριλίου, Φλώρινα 2019,σελ. 242-247.
- Dermott, L. (1996). *Physics by Inquiry*. Washington: Physics Education Group University of Washington.
- Seibold, E. & Berger, W. (2017). *The Sea Floor An Introduction to Marine Geology* (4th Ed). Springer.
- Tillery, B. (1996). *Physical Science* (3d Ed). Arizona State University: Wm.C.Brown Publishers.



## Θαλάσσιος Γραμματισμός: Διερευνώντας γνώσεις, στάσεις και συμπεριφορές μαθητών Γυμνασίου σε ζητήματα Επιστημών της Θάλασσας

**Αθανάσιος Μόγιας<sup>1</sup>, Παναγιώτα Κουλούρη<sup>2</sup>, Μαρία Χειμωνοπούλου<sup>3</sup>, Θεοδώρα Μπουμπόναρη<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, <sup>2</sup>Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας, Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιεργειών, Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, <sup>3</sup>Υδροβιολογικός Σταθμός Πέλλας, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων*

### Περίληψη

Καθώς τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της Μεσογείου Θάλασσας συνιστούν σημαντικό παράγοντα από τον οποίο απορρέουν πολλές αξίες για τους κατοίκους της, η επαρκής κατανόηση του ρόλου και των λειτουργιών της αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης σημασίας. Η παρούσα μελέτη διερευνά τις γνώσεις, στάσεις και συμπεριφορές 423 μαθητών Γυμνασίου σε ζητήματα Θαλάσσιου Γραμματισμού. Τα αποτελέσματα εμφανίζουν περιορισμένες γνώσεις αλλά θετικές στάσεις απέναντι στο θαλάσσιο περιβάλλον και ικανοποιητικό επίπεδο φιλοπεριβαλλοντικής συμπεριφοράς. Η εργασία ολοκληρώνεται με συζήτηση για τη συμβολή των Αναλυτικών Προγραμμάτων και των σχολικών εγχειριδίων στον Θαλάσσιο Γραμματισμό των μαθητών.

**Λέξεις κλειδιά:** Θαλάσσιος γραμματισμός, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Μαθητές, Γνώσεις, Στάσεις, Συμπεριφορά

## Ocean Literacy: Exploring knowledge, attitudes, and behavior of high school students on marine sciences issues

**Athanasios Mogias<sup>1</sup>, Panayota Koulouri<sup>2</sup>, Maria Cheimonopoulou<sup>3</sup>, Theodora Boubonari<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Primary Education, Democritus University of Thrace, <sup>2</sup>Institute of Marine Biology, Biotechnology and Aquaculture, Hellenic Centre for Marine Research, <sup>3</sup>Hydrobiological Station of Pella, Ministry of Rural Development and Food*

### Abstract

As the specific characteristics of the Mediterranean Sea are an important factor from which many values derive to its inhabitants, an adequate understanding of its role and functions is of great importance. The present study evaluates knowledge, attitudes, and behaviour of 423 middle school students regarding Ocean Literacy. The results reveal limited knowledge,

but at the same time positive attitudes towards the marine environment, and a satisfactory level of pro-environmental behaviour. The study concludes with a discussion on the contribution of the school curricula and textbooks to students' Ocean Literacy.

**Keywords:** Ocean literacy, Secondary education, Students, Knowledge, Attitudes, Behaviour

## Εισαγωγή

Ο παγκόσμιος ωκεανός αποτελεί το κυρίαρχο χαρακτηριστικό του πλανήτη, όχι μόνο επειδή καλύπτει το 71% της επιφάνειάς του, αλλά κυρίως επειδή μεταξύ άλλων παράγει το μεγαλύτερο μέρος του οξυγόνου που απαντάται στην ατμόσφαιρα συγκρατώντας ταυτόχρονα μεγάλες ποσότητες του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα, ρυθμίζει το κλίμα και μας προμηθεύει με τροφή, φάρμακα και ορυκτούς πόρους (Cava et al., 2005). Συνεπώς, για να μπορούμε να συμβάλουμε στην προστασία και αειφόρο διαχείρισή του θα πρέπει να μπορούμε να κατανοούμε τις λειτουργίες του δηλαδή να είμαστε εγγράμματοι σε σχετικά ζητήματα. Ακριβώς προς αυτήν την κατεύθυνση κινείται ο Θαλάσσιος Γραμματισμός (NMEA, 2010· NOAA, 2013) εδώ και μια δεκαετία περίπου καθώς και η ανάληψη σχετικών πρωτοβουλιών από διεθνείς οργανισμούς, όπως για παράδειγμα η Ατζέντα 2030 (UNESCO, 2017) και η Δεκαετία 2021-2030 των Θαλάσσιων Επιστημών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (UN, 2020).

Την ίδια στιγμή μπορεί να ανιχνεύσει κανείς στη διεθνή βιβλιογραφία κάποιες ερευνητικές προσπάθειες, αν και περιορισμένες ακόμη, που κινούνται στο πεδίο του Θαλάσσιου Γραμματισμού και οι οποίες αφορούν σε μαθητές Α/θμιας ή/και Β/θμιας Εκπαίδευσης (π.χ. Cheimonopoulou et al., 2022· Greely 2008· Koulouri et al., 2022· Mogias et al., 2019· Plankis & Marrero, 2010· Reladon et al., 2019), φοιτητές (π.χ. Boubonari et al., 2013· Chen & Tsai, 2015· Cudaback, 2006· Markos et al., 2017· Mogias et al., 2015) αλλά και πολίτες εν γένει (π.χ. Steel et al., 2005).

Δεδομένης της ξεχωριστής θέσης που κατέχει η Μεσόγειος Θάλασσα στον παγκόσμιο χάρτη και των ωφελειών που αυτή παρέχει στους κατοίκους της εδώ και χιλιάδες χρόνια, η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην αποτύπωση των γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών μαθητών/τριών Γυμνασίου απέναντι σε σχετικά ζητήματα, σύμφωνα με το πλαίσιο του Θαλάσσιου Γραμματισμού.

## Μεθοδολογία

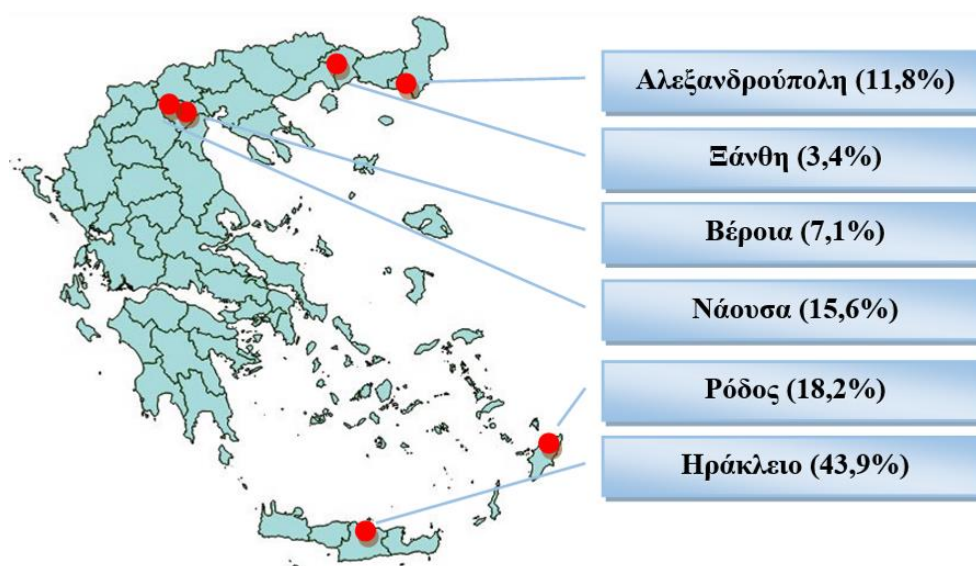
Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας σχεδιάστηκε ερωτηματολόγιο αξιοποιώντας αντίστοιχα εργαλεία από τη διεθνή βιβλιογραφία (Greely 2008· Mogias et al., 2015). Περιλάμβανε σειρά δημογραφικών ερωτήσεων (π.χ. φύλο, τάξη φοίτησης, συμμετοχή σε προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης), 21 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής διερεύνησης γνώσεων που συνδέονται άμεσα με το πλαίσιο του Θαλάσσιου Γραμματισμού (Πίνακας 1), καθώς και 10 δηλώσεις στάσεων και 10 δηλώσεις συμπεριφοράς που καλούνταν οι ερωτώμενοι να τοποθετηθούν σε 5-βάθμια κλίμακα τύπου Likert από το 1 (διαφωνώ απόλυτα) έως το 5 (συμφωνώ απόλυτα). Οι τρεις κλίμακες ελέγχθηκαν ως προς την εγκυρότητά τους από ομάδα 10 μαθητών, κυρίως για ζητήματα γλωσσικής κατανόησης και από ειδικούς των

Επιστημών της Θάλασσας για ζητήματα που αφορούν στο γνωστικό σκέλος του εργαλείου. Επίσης, οι τρεις κλίμακες ελέγχθηκαν ως προς την αξιοπιστία των μετρήσεών τους με την αξιοποίηση του συντελεστή alpha του Cronbach, εμφανίζοντας ικανοποιητικές τιμές εσωτερικής συνέπειας ( $\alpha=0,729, 0,788$  και  $0,743$ , αντίστοιχα).

Το δείγμα αποτέλεσαν 423 μαθητές/τριες από έξι πόλεις της επικράτειας (Εικόνα 1), με τις μαθήτριες να υπερτερούν ελαφρώς (50,1%) και με τα ποσοστά στις 3 τάξεις φοίτησης να είναι σχεδόν παρόμοια (31,4% για την Α΄, 30,5% για την Β΄ και 38,1% για την Γ΄ Γυμνασίου, αντίστοιχα). Η πλειοψηφία των μαθητών δήλωσε ότι είχε κάποια εμπειρία από συμμετοχή σε πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης κατά το παρελθόν και ότι η κύρια πηγή από την οποία αντλεί πληροφορίες για περιβαλλοντικά ζητήματα είναι το διαδίκτυο.

Αρχές του Θαλάσσιου Γραμματισμού		Ερωτήσεις
1	Η Γη έχει έναν μεγάλο ωκεανό με πολλά χαρακτηριστικά γνωρίσματα	1, 9, 15, 17
2	Ο ωκεανός και η ζωή στον ωκεανό διαμορφώνουν τα χαρακτηριστικά της Γης	2, 12
3	Ο ωκεανός επιδρά σημαντικά στον καιρό και το κλίμα	5, 13
4	Ο ωκεανός κατέστησε τη Γη κατοικήσιμη	3, 4,
5	Ο ωκεανός υποστηρίζει μια μεγάλη ποικιλομορφία ζωής και οικοσυστημάτων	4, 6, 8, 11
6	Ο ωκεανός και οι άνθρωποι είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι μεταξύ τους	14, 16, 18, 20, 21
7	Ο ωκεανός σε μεγάλο βαθμό είναι ανεξερεύνητος	7, 19

Πίνακας 1 Σύνδεση της κλίμακας των γνώσεων με τις 7 βασικές Αρχές του Θαλάσσιου Γραμματισμού



Εικόνα 1 Σχετικές συχνότητες του δείγματος ανά περιοχή δειγματοληψίας

## Αποτελέσματα

Οι μαθητές/τριες του δείγματός μας εμφάνισαν περιορισμένες γνώσεις σε ζητήματα επιστημών της θάλασσας, καθώς η μέση σχετική συχνότητα των σωστών απαντήσεων τους ήταν 52,6%. Οι ερωτήσεις που φάνηκε να δυσκολεύουν περισσότερο τους/τις μαθητές/τριες αφορούσαν στην αντίληψη που έχουν για τον κύκλο του νερού, καθώς φαίνεται να δυσκολεύονται να κατανοήσουν την παγκοσμιότητα του φαινομένου μέσα από το παράδειγμα της βροχής που πέφτει σε μια περιοχή (ερ. 5), στη πολύ σημαντική συμβολή του ωκεανού στην παραγωγή του οξυγόνου που υπάρχει στην ατμόσφαιρα του πλανήτη μας (ερ. 10), αλλά και στην αντίληψη που έχουν οι μαθητές για την επικοινωνία των επιμέρους ωκεάνιων και θαλάσσιων λεκανών (ερ. 1 και 9) (Πίνακας 2).

	Ερωτήσεις	Σχετική συχνότητα
1	Εάν ταξίδευα με ένα πλοίο που έχει απεριόριστα καύσιμα, <b>θα μπορούσα να φτάσω σε οποιοδήποτε μέρος του ωκεανού</b>	36,9
2	<b>Η πέτρα (ή ο βράχος) με το απολίθωμα του ψαριού σχηματίστηκε πολύ καιρό πριν σε μια θάλασσα ή λίμνη</b>	69,3
3	Οι πρώτοι ζωντανοί οργανισμοί στη Γη έζησαν <b>στις θάλασσες</b>	55,6
4	Το θαλάσσιο περιβάλλον είναι το σπίτι <b>διάφορων ειδών ζώων ανάλογα με το βάθος της θάλασσας</b>	55,1
5	Η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού της βροχής που πέφτει στη στεριά προέρχεται από <b>τον τροπικό ωκεανό</b>	19,9
6	Ο ωκεανός είναι το σπίτι για <b>πολλά είδη οργανισμών</b>	82,3
7	<b>Η βαθιά θάλασσα</b> είναι το περιβάλλον που έχει μελετηθεί λιγότερο	45,9
8	Στη βαθιά θάλασσα που επικρατεί το σκοτάδι <b>συναντώνται λίγα είδη οργανισμών</b>	57,4
9	Το Αιγαίο Πέλαγος συνδέεται με <b>όλα τα μέρη του ωκεανού</b>	23,4
10	<b>Οι θαλάσσιοι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί</b> είναι η κύρια πηγή οξυγόνου που αναπνέουν οι οργανισμοί	19,9
11	Το μεγαλύτερο ζώο που έζησε ποτέ στη Γη είναι <b>η γαλάζια φάλαινα</b>	45,6
12	Η μορφή της ακτής επηρεάζεται κυρίως από <b>την κίνηση του θαλασσινού νερού</b>	53,7
13	Αν δεν υπήρχε η θάλασσα, το κλίμα των παραθαλάσσιων περιοχών θα <b>χαρακτηριζόταν από πιο ζεστά καλοκαίρια και πιο κρύους χειμώνες</b>	43,7
14	Τα πιο πολλά από τα παγκόσμια αγαθά (προϊόντα) μεταφέρονται με <b>πλοία</b>	65,2
15	Η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού της Γης βρίσκεται <b>στον ωκεανό</b>	77,5
16	<b>Το νερό</b> από όλους τους θαλάσσιους πόρους κινδυνεύει περισσότερο με εξάντληση	68,3
17	Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η παγκόσμια κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει <b>ανύψωση της στάθμης της θάλασσας</b>	51,5
18	Η θάλασσα επηρεάζει τη ζωή των ανθρώπων που ζουν <b>οπουδήποτε στη Γη</b>	59,8
19	Χρειάζεται να μελετήσουμε τον ωκεανό, <b>γιατί οι άνθρωποι θα μπορέσουν να εκμεταλλευτούν τους πόρους του έτσι ώστε να μην τους εξαντλήσουν</b>	51,1
20	Ό,τι ρίχνω στον νεροχύτη/νιπτήρα <b>επηρεάζει τόσο τους οργανισμούς που ζουν στις λίμνες, στα ποτάμια και στη θάλασσα όσο και τον ίδιο τον άνθρωπο</b>	68,8
21	Η θάλασσα παρέχει στους ανθρώπους <b>πολύ πλούτο και πολλές θέσεις εργασίας</b>	54,1

Πίνακας 2 Σχετικές συχνότητες (%) των σωστών απαντήσεων του ερωτηματολογίου (με έντονη γραφή δίνονται οι σωστές απαντήσεις)

Στον αντίποδα, οι ερωτήσεις που φάνηκε να δυσκόλεψαν ελάχιστα τους μαθητές του δείγματός μας ήταν οι αναμενόμενες και αφορούσαν στον μεγάλο αριθμό οργανισμών που φιλοξενούνται σε αυτόν τον πελώριο όγκο νερών (ερ. 6), στο ότι η μεγαλύτερη ποσότητα νερού απαντάται στον ωκεανό (ερ. 15) και ότι τα απολιθώματα ψαριών και θαλασσινών που βρίσκουμε στη στεριά σχηματίστηκαν πολύ καιρό πριν σε κάποια θάλασσα ή λίμνη (ερ. 2) (Πίνακας 2).

Αναφορικά με τις στάσεις και τις συμπεριφορές τους απέναντι στο θαλάσσιο περιβάλλον, αυτές εμφανίζονται να είναι ιδιαίτερα φιλικές, καθώς η μέση τιμή όλων των δηλώσεων στην πρώτη περίπτωση ήταν 3,86 ( $\pm 1,03$ ) στην 5-βαθμια κλίμακα Likert με υψηλότερη την 5<sup>η</sup> δήλωση (μ.τ. 4,24 $\pm$ 0,931, «Αισθάνομαι απογοητευμένος από το ότι ευαίσθητα θαλάσσια οικοσυστήματα θα χαθούν αν οι άνθρωποι δεν αλλάξουν τη συμπεριφορά τους απέναντι στο θαλάσσιο περιβάλλον») και χαμηλότερη την 8<sup>η</sup> δήλωση (3,27 $\pm$ 1,116, «Αισθάνομαι ότι είμαι προσωπικά υπεύθυνος για την προστασία του ωκεανού») (Πίνακας 3). Όσον αφορά στην κλίμακα της συμπεριφοράς, η μέση τιμή των δηλώσεων ήταν 3,42 ( $\pm 1,11$ ) με υψηλότερη την 3<sup>η</sup> δήλωση (4,37 $\pm$ 0,957, «Μαζεύω τα σκουπίδια μου όταν είμαι στην παραλία») και χαμηλότερη την 9<sup>η</sup> δήλωση (2,88 $\pm$ 1,145), «Γνωρίζω αρκετά για τον ωκεανό (ή για την θάλασσα) και τα προβλήματα που αντιμετωπίζει, ωστόσο εξακολουθώ να μην αλλάζω τις καθημερινές μου συνήθειες ώστε να τον/την προστατέψω») (Πίνακας 4).

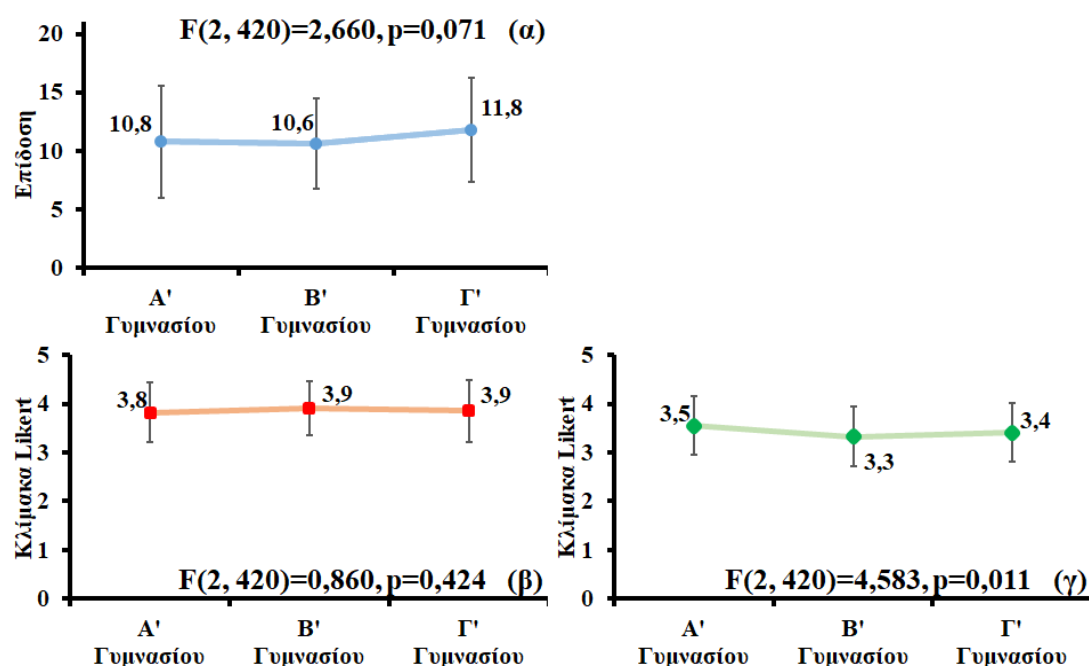
	Δηλώσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
1	Πιστεύω ότι η ανθρώπινη ζωή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον ωκεανό	3,67	0,974
2	Αισθάνομαι απογοητευμένος/η με την υπερεκμετάλλευση των θαλάσσιων πόρων που κινδυνεύουν να εξαντληθούν (π.χ. ψάρια)	4,15	0,917
3	Με προβληματίζει το ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στη στεριά (π.χ. βιομηχανίες, γεωργία) επηρεάζουν σημαντικά την «υγεία» του θαλάσσιου περιβάλλοντος	3,97	1,040
4	Αισθάνομαι απογοητευμένος/η όταν οι ηγέτες των διάφορων χωρών αναβάλουν τη λήψη απαραίτητων μέτρων για να προστατέψουν τον ωκεανό	3,59	1,258
5	Αισθάνομαι απογοητευμένος από το ότι ευαίσθητα θαλάσσια οικοσυστήματα θα χαθούν αν οι άνθρωποι δεν αλλάξουν τη συμπεριφορά τους απέναντι στο θαλάσσιο περιβάλλον	4,24	0,931
6	Πιστεύω ότι οι άνθρωποι είναι υπεύθυνοι για την εξαφάνιση πολλών θαλάσσιων ειδών οργανισμών	4,11	0,961
7	Πιστεύω πως όλοι μας, ανεξάρτητα από το αν ζούμε κοντά στη θάλασσα ή μακριά της, είμαστε υπεύθυνοι για την προστασία της	4,17	1,026
8	Αισθάνομαι ότι είμαι προσωπικά υπεύθυνος για την προστασία του ωκεανού	3,27	1,116
9	Θα ήθελα να γνωρίσω καλύτερα το θαλάσσιο περιβάλλον για να μπορέσω να το προστατέψω και να συμβάλω στη μελλοντική του διατήρηση	3,73	1,024
10	Θα ήθελα να συμβάλω στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, αν και αισθάνομαι ότι δεν μπορώ να κάνω πολλά από μόνος/η μου	3,73	1,017

Πίνακας 3 Μέσες τιμές ( $\pm$ τυπικές αποκλίσεις) των δηλώσεων στην κλίμακα των στάσεων

	Δηλώσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
1	Με τον τρόπο ζωής μου προσπαθώ να μειώσω την επίδραση που έχω στο περιβάλλον, ώστε να προστατεύσω τον ωκεανό	3,38	0,948
2	Συμμετέχω σε οργανωμένες κοινωνικές δράσεις για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος (π.χ. καθάρισμα των ακτών)	3,05	1,179
3	Μαζεύω τα σκουπίδια μου όταν είμαι στην παραλία	4,37	0,957
4	Αποφεύγω να παίζω με θαλάσσιους οργανισμούς ακόμα και για λίγα λεπτά όταν βρίσκομαι στην παραλία	3,63	1,158
5	Ανακυκλώνω και επαναχρησιμοποιώ το πλαστικό, καθώς έχει σημαντικές αρνητικές επιδράσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον	3,84	1,193
6	Είμαι αντίθετος/η στην κατασκευή π.χ. σπιτιών, ξενοδοχείων στην παραλία, καθώς επιδρά (η κατασκευή τους) αρνητικά στο παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον	3,21	1,209
7	Εξερευνώ την ποικιλομορφία της θαλάσσιας ζωής όταν έχω την ευκαιρία να το κάνω	3,51	1,053
8	Ενθαρρύνω την οικογένεια και τους φίλους μου να μάθουν περισσότερα για το θαλάσσιο περιβάλλον και για το πώς να το προστατέψουν	3,23	1,108
9	Γνωρίζω αρκετά για τον ωκεανό (ή για τη θάλασσα) και τα προβλήματα που αντιμετωπίζει, ωστόσο εξακολουθώ να μην αλλάζω τις καθημερινές μου συνήθειες ώστε να τον/την προστατέψω	2,88	1,145
10	Παρακινώ τους φίλους μου να μάθουν περισσότερα σχετικά με το πώς να προστατέψουν τον ωκεανό	3,14	1,160

Πίνακας 4 Μέσες τιμές (±τυπικές αποκλίσεις) των δηλώσεων στην κλίμακα της συμπεριφοράς

Ενδιαφέρον εύρημα αποτελεί το γεγονός ότι οι διαφορές μεταξύ των μαθητών/τριών στις 3 τάξεις του Γυμνασίου είναι πολύ μικρές και δεν παρουσιάζουν πάντα την αναμενόμενη αύξηση από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη τάξη (Εικόνα 2). Επίσης, εξετάστηκε η ύπαρξη πιθανών σχέσεων μεταξύ των δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος και του επιπέδου των γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών τους και διαπιστώθηκε ότι οι μαθήτριες και στις τρεις τάξεις εμφανίζουν υψηλότερες τιμές από τους συμμαθητές τους, με τις διαφορές στην περίπτωση των στάσεων και συμπεριφορών να είναι στατιστικώς σημαντικές ( $p \leq 0,05$ ). Η συμμετοχή τους τόσο σε προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολείο όσο και σε δράσεις κάποιας Μη Κυβερνητικής Οργάνωσης δείχνει να επηρεάζει σε κάποιο βαθμό και τους τρεις παράγοντες, ενώ και το μορφωτικό επίπεδο των δύο γονέων φαίνεται να επηρεάζει κυρίως τις γνώσεις τους, χωρίς όμως οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικώς σημαντικές ( $p > 0,05$ ). Τέλος, υπολογίστηκε και ο συντελεστής συσχέτισης Pearson  $r$  μεταξύ των τριών αυτών παραγόντων εμφανίζοντας σε όλες τις περιπτώσεις στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο  $\alpha = 0,01$  επιβεβαιώνοντας και στην περίπτωσή μας τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ τους. Αναλυτικότερα, η τιμή συσχέτισης μεταξύ γνώσεων και στάσεων ήταν 0,399, γνώσεων και συμπεριφοράς 0,173 και στάσεων και συμπεριφοράς 0,515.



Εικόνα 2 Διακύμανση του επιπέδου του γνώσεων (α), στάσεων (β) και συμπεριφοράς (γ) των μαθητών/τριών στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου

## Συμπεράσματα

Καθώς ο Θαλάσσιος Γραμματισμός αποτελεί μια καινοτόμο περιοχή μελέτης και ως εκ τούτου οι έρευνες είναι ακόμη περιορισμένες, η παρούσα εργασία έρχεται να συμβάλει προς αυτήν την κατεύθυνση. Οι μαθητές/τριες του δείγματός μας εμφάνισαν ελλιπείς γνώσεις σε βασικά ζητήματα Επιστημών της Θάλασσας, αναδεικνύοντας τόσο τις έννοιες που δεν κατανοούν ή αγνοούν ή εμφανίζουν εναλλακτικές ιδέες (παρανοήσεις), όσο και εκείνες που φαίνεται να γνωρίζουν σε κάποιον βαθμό συμφωνώντας με την υφιστάμενη βιβλιογραφία, που αναφέρεται σε μαθητές άλλων τάξεων της ίδιας ή και διαφορετικής βαθμίδας (π.χ. Cheimonoπούλου et al., 2022· Koulouri et al., 2022· Mogias et al., 2019· Realdon et al., 2019) ή ακόμη και σε φοιτητές (π.χ. Boubonari et al., 2013· Mogias et al. 2015). Αντίθετα, τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα που προκύπτουν από τον βαθμό των φιλικών προς το θαλάσσιο περιβάλλον στάσεων και συμπεριφορών, τους καθιστούν εν δυνάμει δεκτικούς σε θέματα Θαλάσσιου Γραμματισμού, δημιουργώντας πολλές προοπτικές προς την κατεύθυνση της αειφόρου διαχείρισης του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Το ιδιαίτερα περιορισμένο επίπεδο γνώσεων των μαθητών αποτελεί τελευταία αντικείμενο μελετών, καθώς επιχειρείται να διερευνηθούν τα αίτια που ευθύνονται γι' αυτό. Ο προσανατολισμός αυτών των μελετών ήδη έχει εστιάσει στα σχολικά εγχειρίδια Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης (Mogias et al., 2021· Mogias et al., 2022) παρουσιάζοντας εμφανώς την ύπαρξη περιορισμένων, επιφανειακών και κατακερματισμένων πληροφοριών σε σχέση με το πλαίσιο του Θαλάσσιου Γραμματισμού. Σε κάθε περίπτωση, αναγκαία καθίσταται περαιτέρω έρευνα και προς την κατεύθυνση των Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών και ασφαλώς των

τρόπων εισαγωγής σχετικών ζητημάτων στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα, καθώς σχετικές αλλαγές αποτελούσαν και συνεχίζουν να αποτελούν δύσκολο εγχείρημα. Ως εκ τούτου, προτείνεται ο Θαλάσσιος Γραμματισμός να αποτελέσει αντικείμενο μελέτης των Προγραμμάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων και των νεοσύστατων Εργαστηρίων Δεξιοτήτων στις δύο πρώτες βαθμίδες εκπαίδευσης, καθώς και των Προγραμμάτων Σπουδών των Παιδαγωγικών Τμημάτων που προετοιμάζουν μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, υπό το πρίσμα πάντα μιας σύγχρονης Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία.

## Βιβλιογραφία

- Boubonari, T., Markos, A., & Kevrekidis, T. (2013). Greek pre-service teachers' knowledge, attitudes, and environmental behavior toward marine pollution. *Journal of Environmental Education, 44*, 232-251.
- Cava, F., Schoedinger, S., Strang, C., & Tuddenham, P. (2005). *Science content and standards for ocean literacy: A report on ocean literacy*. <http://oceanliteracy.ca/wp-content/uploads/Science-Content-and-Standards-of-Ocean-Literacy.pdf>.
- Cheimonopoulou, M., Koulouri, P., Previati, M., Realdon, G., Mokos, M., & Mogias, A. (2022). Implementation of a new research tool for evaluating Mediterranean Sea Literacy (MSL) of high school students: A pilot study. *Mediterranean Marine Science, 23*(2), 302-309.
- Chen, C. L., & Tsai, C. H. (2015). Marine environmental awareness among university students in Taiwan: a potential signal for sustainability of the oceans. *Environmental Education Research, 22*, 958-977.
- Cudaback, C. (2006). What do college students know about the ocean? *EOS, 87*, 418-421.
- Greely, T. (2008). Ocean literacy and reasoning about ocean Issues: The influence of content, experience and morality. Ph.D. dissertation, Tampa, FL: University of South Florida.
- Koulouri, P., Mogias, A., Mokos, M., Cheimonopoulou, M., Realdon, G., Boubonari, T., Previati, M., TojeiroFormoso, A., Kideys, A. E., Hassaan, M. A., Patti, P., Korfiatis, K., Fabri, S., & Juan, X. (2022). Ocean literacy across the Mediterranean Sea Basin: Evaluating middle school students' knowledge, attitudes, and behaviour towards ocean sciences issues. *Mediterranean Marine Science, 23*(2), 289-301.
- Markos, A., Boubonari, T., Mogias, A., & Kevrekidis, T. (2017). Measuring ocean literacy in pre-service teachers: psychometric properties of the Greek version of the Survey of Ocean Literacy and Experience (SOLE). *Environmental Education Research, 23*(2), 231-251.
- Mogias, A., Boubonari, T., & Kevrekidis, T. (2021). Examining the presence of ocean literacy principles in Greek primary school textbooks. *International Research in Geographical and Environmental Education, 30*(4), 314-331. <https://doi.org/10.1080/10382046.2021.1877953>
- Mogias, A., Boubonari, T., & Kevrekidis, T. (2022). Tracing the occurrence of ocean sciences issues in Greek secondary education textbooks. *Mediterranean Marine Science, 23*(2), 310-320.
- Mogias, A., Boubonari, T., Markos, A., & Kevrekidis, T. (2015). Greek preservice teachers' knowledge of ocean sciences issues and attitudes toward ocean stewardship. *Journal of Environmental Education, 46*, 251-270.
- Mogias, A., Boubonari, T., Realdon, G., Previati, M., Mokos, M., Koulouri, P., & Cheimonopoulou, M. (2019). Evaluating Ocean Literacy of elementary school students: Preliminary results of a cross-cultural study in the Mediterranean region. *Frontiers in Marine Science, 6*, 396.



- National Marine Educators Association [NMEA] (2010). *Ocean Literacy Scope and Sequence for Grades K-12*. College Park, MD, National Marine Educators Association.
- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] (2013). *Ocean Literacy: The Essential Principles and Fundamental Concepts of Ocean Sciences for Learners of All Ages Version 2*. College Park, MD. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Plankis, B. J., & Marrero, M. E. (2010). Recent ocean literacy research in United States public schools: results and implications. *International Electronic Journal of Environmental Education, 1*, 21–51.
- Realdon, G., Mogias, A., Fabris, S., Candussio, G., Invernizzi, C., & Paris, E. (2019). Assessing ocean literacy in a sample of Italian primary and middle school students. *Rendiconti online della società geologica italiana, 49*, 107-112.
- Steel, B. S., Smith, C., Opsommer, L., Curiel, S., & Warner-Steel, R. (2005). Public ocean literacy in the United States. *Ocean and Coastal Management, 48*, 97-114.
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning objectives*. UNESCO, Paris.
- United Nations (2020). *United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development 2021-2030*. Implementation Plan, Version 2.0 July 2020. UNESCO, Paris.

## Κατασκευάζοντας διδακτικό λογισμικό για τη Γεωγραφία με το Scratch: οι φοιτητές - μελλοντικοί δάσκαλοι στον ρόλο του δημιουργού

**Αρτεμήςια Στούμπα, Διονύσιος Σκορδούλης, Αποστολία (Λία) Γαλάνη**

*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης*

### Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει μία έρευνα που σκοπό της είχε να διερευνήσει την ικανότητα φοιτητών - μελλοντικών δασκάλων να δημιουργούν κατάλληλο διδακτικό λογισμικό για τη Γεωγραφία με την χρήση του Scratch. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές κατάφεραν να δημιουργήσουν λογισμικά που ανταποκρίνονται στους στόχους που έθεσαν αλλά και στη σύγχρονη γεωγραφική προσέγγιση, παρόλες τις δυσκολίες που συνάντησαν α) σε επίπεδο σχεδιασμού, όπως συνάγεται από τις τροποποιήσεις σε επιστημονική τεκμηρίωση και διδακτικούς στόχους που έκαναν, και β) σε κατασκευαστικό επίπεδο.

**Λέξεις κλειδιά:** το Scratch ως εργαλείο κατασκευής πολυμέσων, Φοιτητές δάσκαλοι, Φυσική Γεωγραφία

## Developing Educational Software for Geography with Scratch: Students - teachers in the role of software developers

**Artemisia Stoumpa, Dionysios Skordulis, Apostolia (Lia) Galani**

*Department of Primary Education, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

This paper presents a research that aimed to investigate the ability of university students (pre-service teachers) to create appropriate teaching software for Physical Geography by using Scratch. The results showed that students were able to create software that meets the goals according to which they were created as well as the modern geographical approach, despite the difficulties encountered a) at the level of design as inferred from the changes in scientific documentation and teaching objectives they made, and b) in software construction level.

**Keywords:** creating educational multimedia with Scratch, Physical Geography, student - teachers

## Εισαγωγή

Σε αυτό το άρθρο παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης στην οποία 17 φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος κατασκευάζουν πολυμέσα σε περιβάλλον Scratch με περιεχόμενο που αντλείται από θέματα της Γεωγραφίας. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει την ικανότητα φοιτητών - μελλοντικών δασκάλων να δημιουργούν κατάλληλο διδακτικό λογισμικό για τη Γεωγραφία με τη χρήση του Scratch εστιάζοντας στον απαραίτητο διδακτικό μετασχηματισμό (Σκορδούλης & Στεφανίδου, 2021· Χαλκιά 2010).

Όσον αφορά το μάθημα της Γεωγραφίας, στη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, δεν εντοπίστηκε σημαντικός αριθμός άρθρων που να αφορούν τον συνδυασμό της διδασκαλίας της Γεωγραφίας με το Scratch. Η Γνεσούλη το 2017 (Γνεσούλη, 2017) σχεδιάζει και αξιολογεί μέσω μελέτης περίπτωσης πολυμεσικό λογισμικό για τη διδασκαλία του φαινομένου του σεισμού. Ο Γεωργόπουλος το 2019 (Γεωργόπουλος, 2019) αναπτύσσει μια διαδραστική εκπαιδευτική εφαρμογή στο περιβάλλον του Scratch, η οποία περιέχει στοιχεία εκπαιδευτικού παιχνιδιού και σχετίζεται με τη θεματική ενότητα των νησιών και των ποταμιών της Ελλάδας στο πλαίσιο του μαθήματος της Γεωγραφίας της Ε΄ τάξης του Δημοτικού. Ενώ οι Λιώση κ.ά. (Λιώση κ.ά., 2017) δημιουργούν με τη βοήθεια του Scratch ένα εκπαιδευτικό βίντεο για να προσεγγίσουν τη θεματική ενότητα των εποχών με απλό, ευχάριστο και διαδραστικό τρόπο.

Έρευνα στη σελίδα της εφαρμογής (ανοιχτό αποθετήριο κώδικα του Scratch) με λέξεις σχετικές με το περιεχόμενο του μαθήματος καταδεικνύει ότι οι περισσότεροι χρήστες που ασχολούνται με θέματα Γεωγραφίας, δημιουργούν κυρίως υλικό που αφορά κουίζ αναγνώρισης χωρών ή κουίζ που αφορούν περιβαλλοντικά θέματα, όπως η ανακύκλωση.

Η προστιθέμενη αξία του Scratch στο μάθημα της Γεωγραφίας θα μπορούσε να υποστηρίξει κυρίως ψηφιακά παιχνίδια και προσομοιώσεις (Gnesouli et al., 2018· Walford, 1981), καθώς αμφότερα προσφέρουν ένα ψηφιακό περιβάλλον με το οποίο ο μαθητής μπορεί να αλληλεπιδράσει. Επιπλέον, οι προσομοιώσεις δίνουν στους μαθητές τη δυνατότητα να παρατηρήσουν φαινόμενα ή ακόμα και τις διαδικασίες που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια εξέλιξης των φαινομένων, οι οποίες θα ήταν αρκετά δύσκολο να παρατηρηθούν και να αναλυθούν σε συνθήκες φυσικού περιβάλλοντος (Nellis 1994· Wurstner et al., 2005). Ωστόσο, το ελληνικό σχολείο, που είναι συντηρητικό, σπάνια αφήνει περιθώρια για αλλαγές και οι εκπαιδευτικοί δεν είναι πάντα επαρκώς ενημερωμένοι ως προς τη Γεωγραφία και τις νέες τεχνολογίες (Γαλάνη, 2016).

Στο πλαίσιο ενός μαθήματος που διδάσκει τη δυνατότητα αξιοποίησης των Νέων Τεχνολογιών, αποφασίσαμε να δώσουμε στους φοιτητές - υποψήφιους δασκάλους τη δυνατότητα να κατασκευάσουν οι ίδιοι πολυμέσα με εκπαιδευτικό περιεχόμενο στο μάθημα της Γεωγραφίας. Στο πλαίσιο αυτό, οι ερευνητές διερεύνησαν τα ακόλουθα ερωτήματα:

- α) Ποια θέματα επέλεξαν οι φοιτητές να αναπτύξουν με τη χρήση του Scratch;
- β) Από πού άντλησαν την επιστημονική γνώση για το θέμα που περιγράφει το λογισμικό που δημιούργησαν;

γ) Κατά τον διδακτικό μετασχηματισμό έθεσαν διδακτικούς στόχους και πόσο συνειδητά έκαναν τη διδακτική προσέγγιση και τον διδακτικό μετασχηματισμό του θέματος;

δ) Ποια είναι η στάση που διαμόρφωσαν για τη χρήση του Scratch ως εργαλείου του μαθήματος της Γεωγραφίας;

Η διεξαγωγή της έρευνας, η συλλογή των δεδομένων και η ανάλυση των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

## Μεθοδολογία

Το δείγμα αποτελούνταν από τους 17 φοιτητές/τριες που επιλέχθηκαν με τυχαιότητα (first come, first accepted) να παρακολουθήσουν το εργαστηριακό μάθημα που συνδυάζει τη διδασκαλία της Γεωγραφίας με τις ψηφιακές τεχνολογίες κατά το εαρινό εξάμηνο 2020-2021. Οι φοιτητές παρακολούθησαν ανελλιπώς το μάθημα παραδίδοντας εργασίες σε κάθε ενότητα. Προκειμένου να διερευνηθούν τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, δεδομένα αντλήθηκαν από:

1. Τα λογισμικά που αναπτύχθηκαν από τους φοιτητές (παραδοτέο στο πλαίσιο του μαθήματος).
2. Τη θεωρητική τεκμηρίωση των λογισμικών που δημιούργησαν οι φοιτητές, όπως προκύπτει μέσα από συνοδευτικό έγγραφο (παραδοτέο).
3. Τις σημειώσεις των διδασκόντων (ημερολόγιο) κατά τη διάρκεια του μαθήματος.
4. Την αλληλογραφία με τους φοιτητές για τις απορίες τις οποίες διατύπωσαν κατά την υλοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού.
5. Τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι φοιτητές/τριες διαδικτυακά μετά το πέρας της διαδικασίας.
6. Τη συζήτηση με τους φοιτητές κατά την τελική παράδοση της εργασίας τους.

Ερώτηση 8: Η επιστημονική τεκμηρίωση του θέματος \*

1) Παρέμεινε ίδια και στις τέσσερις φάσεις

2) Επαυζήθηκε στην 2η υποβολή

3) Επαυζήθηκε στην 3η υποβολή

4) Επαυζήθηκε στην τελική υποβολή

5) Μειώθηκε στην 2η υποβολή

6) Μειώθηκε στην 3η υποβολή

7) Άλλαξε ριζικά

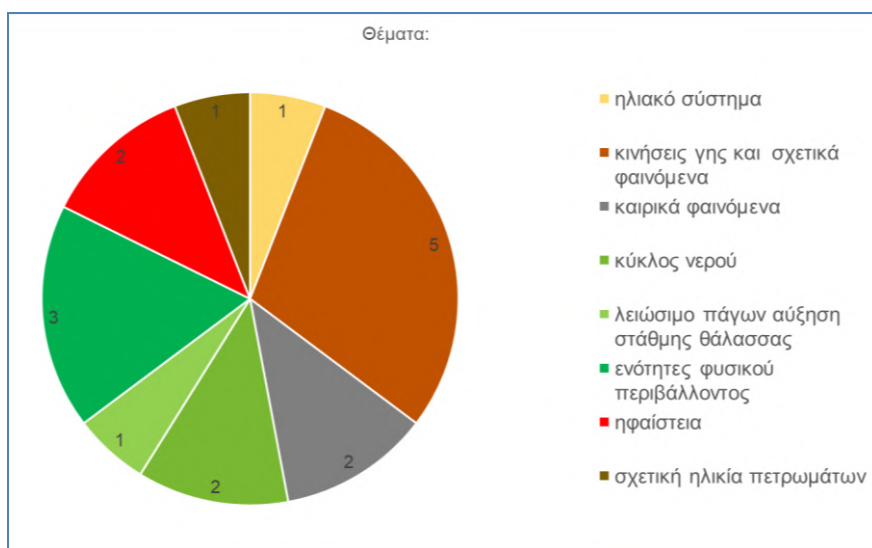
Ερώτηση 8B: Αν η επιστημονική τεκμηρίωση άλλαξε ριζικά παρακαλούμε εξηγήστε

Η απάντησή σας \_\_\_\_\_

Εικόνα 1: Παράδειγμα από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου

Η εξαγωγή των δεδομένων για το παρόν άρθρο στηρίχτηκε κυρίως στις απαντήσεις των ίδιων των φοιτητών στα ερωτηματολόγια, ενώ οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τα υπόλοιπα υλικά επικουρικά, για να ερμηνεύσουν τις απαντήσεις, όπου δεν ήταν σαφείς. Το ερωτηματολόγιο υλοποιήθηκε από τους ερευνητές και απαντήθηκε από τους φοιτητές διαδικτυακά. Περιείχε κυρίως

ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και σύντομης απάντησης (Εικόνα 1). Το ερωτηματολόγιο περιείχε δυο κατηγορίες ερωτήσεων. Ερωτήσεις που σκοπό είχαν να εστιάσουν στις κατασκευαστικές προκλήσεις (προγραμματισμός, εύρεση ή δημιουργία γραφικών ήχου και άλλων πόρων) που αντιμετώπισαν οι φοιτητές κατά την κατασκευή του λογισμικού και ερωτήσεις που αφορούσαν την παιδαγωγική-διδασκτική διάσταση της κατασκευής. Η ανάλυση και μελέτη των δεδομένων που προέκυψαν από τις ερωτήσεις της πρώτης κατηγορίας έχει παρουσιαστεί σε διεθνές συνέδριο (Stoumpa et al., 2022). Η παρούσα εργασία στηρίχθηκε στις ερωτήσεις της δεύτερης κατηγορίας.



Γράφημα 1 Τα θέματα από τη Φυσική Γεωγραφία που καλύπτουν τα λογισμικά που δημιούργησαν οι φοιτητές

Τάξεις που απευθύνονται	Αριθμός λογισμικών
Β΄ Δημοτικού	1
Δ΄ Δημοτικού – Α΄ Γυμνασίου	1
Ε΄ - ΣΤ΄ Δημοτικού	3
Ε΄ Δημοτικού – Α΄ Γυμνασίου	1
ΣΤ΄ Δημοτικού	5
ΣΤ΄ Δημοτικού – Α΄ Γυμνασίου	3
ΣΤ΄ Δημοτικού – Β΄ Γυμνασίου, φοιτητές	1
Α΄ Γυμνασίου	2

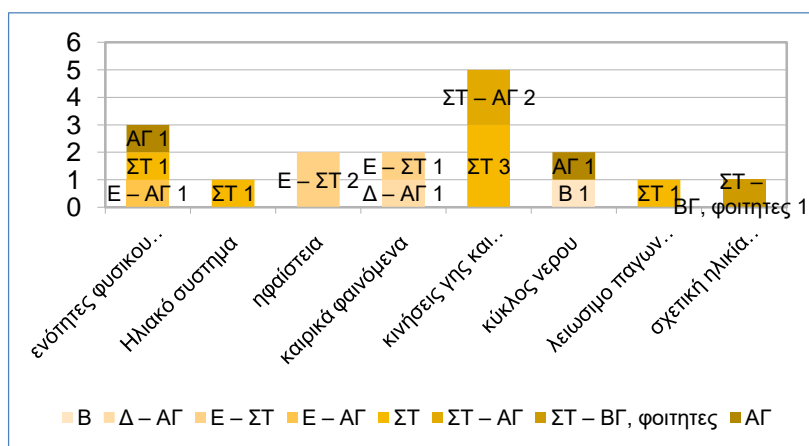
Πίνακας 1 Τάξεις στις οποίες απευθύνονται τα λογισμικά που δημιούργησαν οι φοιτητές

## Αποτελέσματα

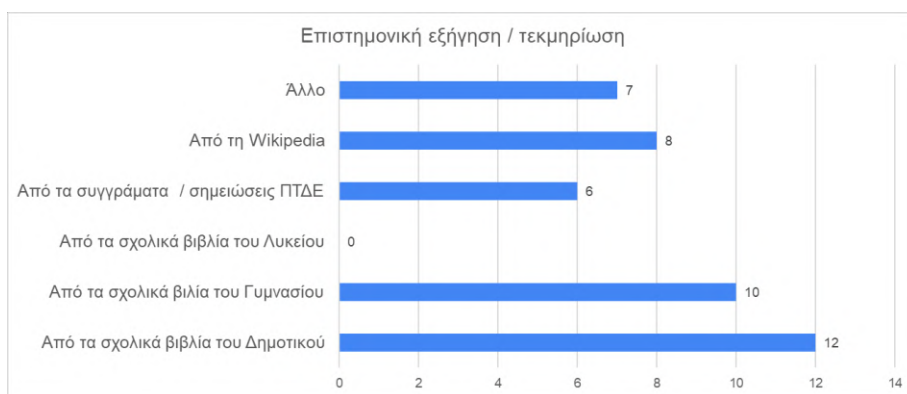
Θέματα των λογισμικών: Τα λογισμικά που δημιουργήθηκαν απευθύνονται τα περισσότερα στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού και τις δύο πρώτες τάξεις του

Γυμνασίου, ενώ ένα απευθύνεται στη Β Δημοτικού, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Τα θέματα που επέλεξαν οι φοιτητές να αναπτύξουν ήταν τα ακόλουθα: Καιρικά φαινόμενα (2), Κινήσεις της Γης και σχετικά φαινόμενα (5), Λιώσιμο πάγων και αύξηση της στάθμης της θάλασσας (1), Σχετική ηλικία πετρωμάτων (1), Κύκλος του νερού (2), Ηφαίστεια (2), Ενότητες φυσικού περιβάλλοντος (2) (Γράφημα 1). Τα θέματα αυτά καλύπτουν σχεδόν όλο το εύρος των θεμάτων Φυσικής Γεωγραφίας - Γεωλογίας που διδάσκεται στο Δημοτικό και το Γυμνάσιο. Επιπλέον, διευρύνουν το βάθος και το εύρος της μελέτης των θεμάτων αυτών. Στο Γράφημα 2 απεικονίζεται η κατανομή των θεμάτων για τις διαφορετικές τάξεις της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

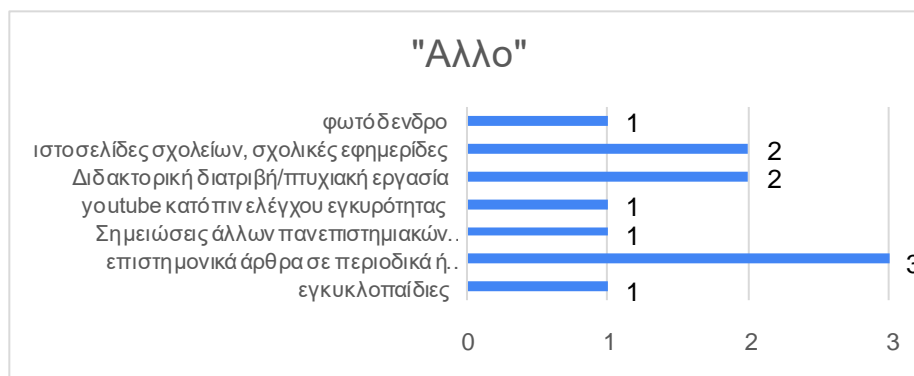
Επιστημονική τεκμηρίωση των λογισμικών: Η πλειοψηφία των φοιτητών (όπως απεικονίζεται στο Γράφημα 3) χρησιμοποιεί τα σχολικά βιβλία ως πηγή της επιστημονικής εξήγησης των θεμάτων που περιγράφονται και σε μία περίπτωση που δεν αναφέρονται τα σχολικά εγχειρίδια ως μοναδική πηγή παρουσιάζεται η wikipedia. Τέσσερις (4) φοιτητές αναφέρουν ως πηγή τις σημειώσεις και τα συγγράμματα που έλαβαν στο Πανεπιστήμιο, ενώ επτά (7) φοιτητές αναφέρονται και σε άλλες πηγές (επιστημονικά περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων, σημειώσεις άλλων πανεπιστημιακών τμημάτων, πτυχιακές εργασίες και διατριβές, βίντεο του youtube, σχολικοί ιστότοποι, τον εθνικό συσσωρευτή εκπαιδευτικού περιεχομένου «Φωτόδεντρο», εγκυκλοπαίδειες) (Γράφημα 4).



Γράφημα 2 Η κατανομή των θεμάτων για τις διαφορετικές τάξεις της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης



Γράφημα 3 Πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την επιστημονική τεκμηρίωση της κατασκευής των λογισμικών



Γράφημα 4 «Άλλες» πηγές που ανέφεραν ότι χρησιμοποίησαν οι φοιτητές για την επιστημονική τεκμηρίωση των λογισμικών

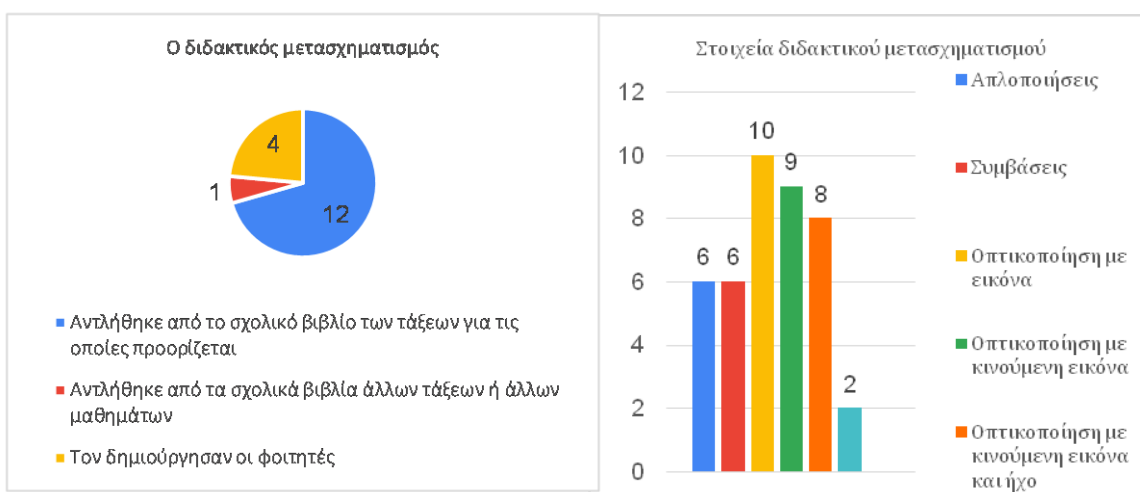
Διδακτικός Μετασχηματισμός, Διδακτικοί Στόχοι: Όλοι οι φοιτητές έθεσαν διδακτικούς στόχους. Οι περισσότεροι από αυτούς έθεσαν περιορισμένο αριθμό διδακτικών στόχων, ώστε να είναι δυνατή η επίτευξή τους μέσω του λογισμικού (Πίνακας 2). Αξίζει όμως να επισημανθεί ότι κάποιες περιπτώσεις που αναφέρουν έναν διδακτικό στόχο, ο στόχος αυτός στην πραγματικότητα διακρίνεται σε περισσότερους. Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης του λογισμικού περισσότεροι από τους μισούς φοιτητές τροποποίησαν τους διδακτικούς τους στόχους, κυρίως με σκοπό να καλύπτεται καλύτερα η ενότητα που θέλησαν να παρουσιάσουν (Πίνακας 2). Η αίσθηση των φοιτητών ήταν ότι οι διδακτικοί στόχοι που δημιούργησαν είναι κατάλληλοι για τα θέματα που επέλεξαν (Πίνακας 2).

Αριθμός διδακτικών στόχων		Ευστοχία διδακτικών στόχων		Εξέλιξη διδακτικών στόχων	
1 στόχος	3	Καθόλου	0	Παρέμειναν ίδιοι	8
2 στόχοι	6	Λίγο	0	Έγιναν περισσότεροι κι επαυξήθηκε το λογισμικό	3
3 στόχοι	7	Μέτρια	1	Έγιναν λιγότεροι, ώστε να καλύπτονται από το λογισμικό	1
4 στόχοι	1	Αρκετά	14	Έγιναν πιο σαφείς	4
		Πολύ	3	Τροποποιήθηκαν/ δεν εξηγούν γιατί	1

Πίνακας 2 Διδακτικοί στόχοι των λογισμικών

Τον μετασχηματισμό της επιστήμης σε σχολική γνώση η πλειοψηφία (11) τον άντλησε από τα σχολικά βιβλία και μόνο 4 τον δημιούργησαν μόνοι τους. Στην πραγματικότητα σε όλα τα λογισμικά έχουν γίνει συμβάσεις στις κλίμακες αναπαράστασης των μεγεθών ή απλοποιήσεις, παρόλα αυτά 5 από τους φοιτητές δημιουργούς των λογισμικών δεν αναγνωρίζουν τις απλοποιήσεις ή τις συμβάσεις

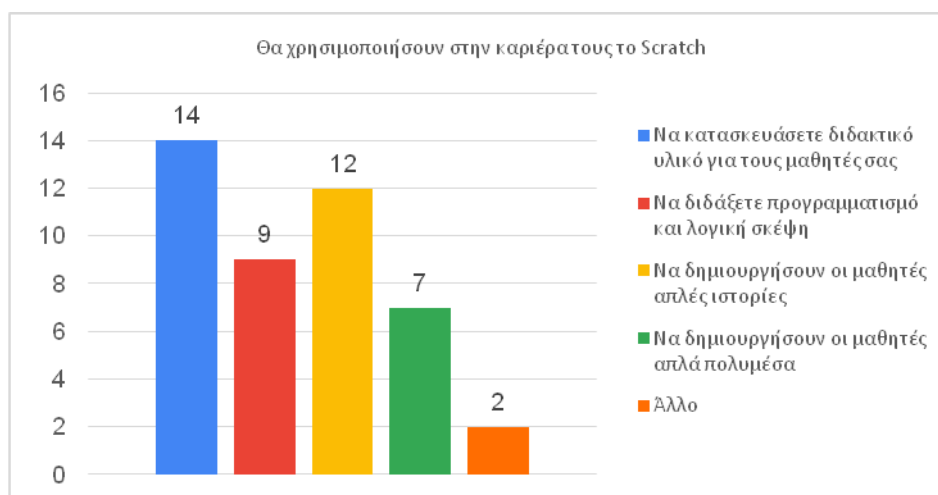
που περιέχει το λογισμικό τους. Μόνο 2 αναφέρουν ότι κάνουν αναπλαισίωση του θέματος.



Γράφημα 5 Πηγή διδακτικού μετασχηματισμού

Γράφημα 6 Στοιχεία διδακτικού μετασχηματισμού

Τέλος, όπως φαίνεται στο γράφημα 7, οι φοιτητές πιστεύουν ότι θα χρησιμοποιήσουν στην καριέρα τους το Scratch ως εργαλείο στη Γεωγραφία για τη δημιουργία διδακτικού υλικού, ως εργαλείο με το οποίο θα διδάξουν στους μαθητές προγραμματισμό και λογική σκέψη καθώς και ως εργαλείο κατασκευής λογισμικού από τους ίδιους μαθητές. Τέλος, ένας φοιτητής αναφέρει πως έχει ήδη χρησιμοποιήσει το Scratch σε σχέδιο διδασκαλίας για τα μαθηματικά ΣΤ' Δημοτικού για να διδάξει την έννοια της μεταβλητής (κατηγορία «Άλλο»).



Γράφημα 7 Πώς πιστεύουν ότι θα χρησιμοποιήσουν ως δάσκαλοι το Scratch

## Συμπεράσματα

Η δημιουργία εκπαιδευτικού πολυμεσικού υλικού αποδείχθηκε μια δύσκολη και απαιτητική εργασία. Όπως φαίνεται στην ενότητα των αποτελεσμάτων, σχεδόν όλοι



οι φοιτητές επέλεξαν να σχεδιάσουν λογισμικά από τα θέματα που διαπραγματεύονται τα σχολικά εγχειρίδια της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ μόνο ένας ξέφυγε από αυτή τη θεματολογία αντλώντας το θέμα του από ενότητα της Γεωλογίας, που δεν διδάσκεται στην υποχρεωτική εκπαίδευση.

Το γεγονός ότι οι φοιτητές προσέφυγαν στα σχολικά εγχειρίδια και όχι στο Πρόγραμμα Σπουδών για να αντλήσουν το θέμα τους, τους στέρησε τη δυνατότητα να κάνουν διδακτικούς μετασχηματισμούς διαφορετικούς από αυτούς που προσφέρονται έτοιμοι στα σχολικά εγχειρίδια, αλλά και τους προφύλαξε ίσως από το να πάρουν την ευθύνη για τους μετασχηματισμούς που έκαναν. Οι περισσότεροι δεν συνειδητοποιούν ότι κάθε διδακτικό υλικό, επομένως και το λογισμικό που δημιούργησαν, συνιστά αναπλαισίωση της επιστημονικής γνώσης και αρκετοί δεν συνειδητοποιούν ότι κάνουν συμβάσεις και απλοποιήσεις. Παρόλα αυτά, οι φοιτητές κατάφεραν να δημιουργήσουν λογισμικά που ανταποκρίνονται στη διδακτική του μαθήματος αλλά και στους στόχους που έθεσαν, παρά τις δυσκολίες σε επίπεδο σχεδιασμού (όπως συνάγεται από τις τροποποιήσεις σε επιστημονική τεκμηρίωση και διδακτικούς στόχους που έκαναν) αλλά και σε κατασκευαστικό επίπεδο.

Η έρευνα συνιστά μια μελέτη περίπτωσης σε περιορισμένο δείγμα και ως εκ τούτου τα συμπεράσματά της δεν μπορεί να είναι γενικεύσιμα. Χρειάζεται διερεύνηση της δυνατότητας υποστήριξης των φοιτητών τόσο στην κατανόηση της διαφοράς μεταξύ επιστημονικής γνώσης και σχολικής επιστήμης όσο και της διαδικασίας του διδακτικού μετασχηματισμού.

## Βιβλιογραφία

- Γαλάνη, Λ. (2016). Προφορικές και ψηφιακές αφηγήσεις στη Γεωγραφία: Ένας εναλλακτικός τρόπος προσέγγισης του Προγράμματος Σπουδών. 1ο Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ζητήματα Θεωρίας και Πράξης στην Εκπαίδευση: Σύγχρονες τάσεις και κατευθύνσεις». Γύθειο, Φεβρουάριος 24-28, 2016.
- Γεωργόπουλος, Α. (2019). Συνεισφορά του οπτικού προγραμματισμού στη διδασκαλία των μαθημάτων στο δημοτικό σχολείο. Μελέτη, σχεδίαση και υλοποίηση εκπαιδευτικής εφαρμογής στο Scratch για ενότητα του μαθήματος της Γεωγραφίας Ε΄ τάξης, λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης. Μεταπτυχιακή εργασία για το ΠΜΣ: «Διοίκησης Εκπαίδευσης / Education Management», Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Οικονομικών Επιστημών & Διοίκησης Επιχειρήσεων, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης & Τεχνολογίας.
- Γνεσούλη, Ε. (2017). Πιλοτική Εφαρμογή του Scratch στη διδασκαλία του φαινομένου του σεισμού σε μαθητές Γυμνασίου. Μεταπτυχιακή εργασία για το ΠΜΣ: Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.
- Λιώση, Α., Σταράκης, Ι., & Γαλάνη, Α., (2017). Η αξιοποίηση του Scratch στο μάθημα της Γεωγραφίας: Η διδασκαλία των εποχών. 9<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΠΕ, Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Σύρος, 28-30 Απριλίου 2017. [https://www.researchgate.net/profile/loannis-Starakis/publication/337482915\\_The\\_use\\_of\\_Scratch\\_in\\_Geography\\_The\\_teaching\\_of\\_Seasons/links/5ddb03ae458515dc2f4b7144/The-use-of-Scratch-in-Geography-The-teaching-of-Seasons.pdf](https://www.researchgate.net/profile/loannis-Starakis/publication/337482915_The_use_of_Scratch_in_Geography_The_teaching_of_Seasons/links/5ddb03ae458515dc2f4b7144/The-use-of-Scratch-in-Geography-The-teaching-of-Seasons.pdf)

- Σκορδούλης, Κ., & Στεφανίδου, Κ. (2021). *Διδακτική Μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών – Θεωρία και Πρακτική*. Προπομπός, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Πατάκης, Αθήνα.
- Gnessouli, E., Galani, L., & Mavrikaki, E. (2018). Pilot application of Scratch in the process of teaching middle school students about the natural phenomenon of earthquakes. Announcement at the 2018 EUROGEO Annual Meeting and Conference, 15-17 March Cologne, Germany.
- Nellis, M. D. (1994). Technology in geographic education: Reflections and future directions. *Journal of Geography*, 93(1), 36-39.
- Stoumpa, A., Skordoulis, D., & Galani, A. (2022). Student-Teachers' Abilities and Attitudes towards Scratch as a Multimedia Construction tool to Represent Physical Geography Phenomena. *European Journal of Engineering and Technology Research*. CIE (Feb. 2022), 61–71. <https://doi.org/10.24018/ejeng.2021.0.CIE.2759>
- Walford, R. (1981). Geography games and simulations: learning through experience. *Journal of Geography in Higher Education*, 5(2), 113-119.
- Wurstner, S., Herr, C., Andrews, G., & Alley, K. F. (2005). Teacher/scientist partnership develops a simulated natural disaster scenario to enhance student learning. *Journal of Geoscience Education*, 53(5), 522-530.

Τα εικονικά πειράματα ως εργαλεία υποστήριξης της εργασίας στο εργαστήριο Φυσικής. Μια μελέτη περίπτωσης στην περίοδο της καραντίνας λόγω του κορωνοϊού

**Ιωάννης Θεοδώνης, Αθανάσιος Βελέντζας**

*Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

### **Περίληψη**

Στην εργασία παρουσιάζεται, αξιολογείται και συζητούνται οι προοπτικές μίας πρότασης αξιοποίησης των εικονικών πειραμάτων στην υποστήριξη της εκπαίδευσης στο εργαστήριο Φυσικής. Η πρόταση πραγματοποιήθηκε για της ανάγκες της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε πρωτοετείς φοιτητές, αλλά μπορεί να χρησιμεύσει και στην υποστήριξη της δια ζώσης εργαστηριακής εκπαίδευσης. Οι εκπαιδευόμενοι αρχικά ενημερώνονται σχετικά με τις πραγματικές πειραματικές διατάξεις του εργαστηρίου. Στη συνέχεια εκτελούν πειράματα χρησιμοποιώντας αντίστοιχες προσομοιώσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν μοντέλα των αντίστοιχων πραγματικών πειραματικών διατάξεων. Η πρόταση δεν απαιτεί οικονομική δαπάνη ή υλικά και μπορεί να πραγματοποιηθεί σχετικά εύκολα και γρήγορα. Η αξιοποίηση του βίντεο ως μέσου για τη διενέργεια των εικονικών πειραμάτων, καθιστά την πρόταση εφαρμόσιμη σε μεγάλη ποικιλία συσκευών και λειτουργικών συστημάτων. Η μέθοδος εφαρμόστηκε κατά την περίοδο καραντίνας λόγω Covid σε φοιτητές. Παρουσιάζονται στοιχεία αξιολόγησης της μεθόδου από τους εκπαιδευτές και τους εκπαιδευόμενους, σχετικά με την αποτελεσματικότητά της και τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν. Οι εκπαιδευτές πρότειναν χρήση της μεθόδου και εκτός καραντίνας τόσο ώστε οι εκπαιδευόμενοι να προετοιμάζονται καλύτερα για τα πραγματικά πειράματα, όσο και για την καλύτερη εξάσκησή τους στην ανάλυση και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων.

**Λέξεις κλειδιά:** Εργαστήριο Φυσικής, Εικονικά Πειράματα

Virtual Experiments supporting physics laboratories during distance education

**Ioannis Theodonis, Athanasios Velentzas**

*National Technical University of Athens*

### **Abstract**

An educational approach using simulations of real experiments for distance learning in first year university physics labs was created and implemented during COVID-19 quarantine.

After designing the experiments and the worksheets, the experimental procedure was recorded as video available to view online. In such a way our virtual experiments have maximum platform compatibility. The modeled experiments were evaluated as very helpful by both students and teachers. Students found them easy to use and the teachers proposed their use during normal conditions too so that students understand and prepare better about the real experimental procedure and the measurement process of the physics laboratories.

**Keywords:** Laboratory Work, Virtual Experiments

## Εισαγωγή

Η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) κατά την τελευταία δεκαετία παρείχε πολύτιμα εργαλεία για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση, η οποία πρόσφατα κατέστη υποχρεωτική κατά την περίοδο της καραντίνας λόγω της πανδημίας COVID-19 (O'Brien, 2021). Ωστόσο, δεν είναι σαφές εάν και σε ποιο βαθμό η εξ αποστάσεως εκπαίδευση θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες των εκπαιδευόμενων στην εργαστηριακή φυσική (Pols, 2020). Έχουν γίνει διάφορες προτάσεις για την ικανοποίηση αυτών των αναγκών, όπως πειράματα στο σπίτι με προμήθεια κατάλληλων οργάνων ή απομακρυσμένος έλεγχος πραγματικών πειραματικών συσκευών, οι οποίες όμως είναι δαπανηρές, χρονοβόρες ή δύσκολες στην εφαρμογή τους (Gröber et al., 2008; Turner & Parisi, 2008).

Μια άλλη πρόταση είναι η χρήση εικονικών εργαστηρίων, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των οποίων έχουν διερευνηθεί εκτενώς (για παράδειγμα Daineko et al., 2017; Hamed & Aljanazrah, 2020; Zacharia & Olympiou, 2011). Μερικά από τα πλεονεκτήματα των εικονικών πειραμάτων είναι:

- Δεν απαιτούν περίπλοκο, ακριβό εξοπλισμό και πολλές συσκευές.
- Μοντελοποιούν αντικείμενα, διαδικασίες και φαινόμενα που συχνά δεν γίνονται αντιληπτά στο πραγματικό εκπαιδευτικό εργαστήριο, όπως αντικείμενα του μικρόκοσμου.

- Είναι δυνατό οι χρήστες να αλλάξουν εύκολα τις πειραματικές ρυθμίσεις αλλάζοντας συγκεκριμένες παραμέτρους του μοντέλου, κάτι που στο πραγματικό εργαστήριο είναι συνήθως δύσκολο ή και αδύνατο να γίνει. Για παράδειγμα, σε ένα εικονικό πείραμα οπτικής, μπορεί κανείς να κάνει διαδοχικές μικρές αλλαγές στον δείκτη διάθλασης ενός γυάλινου πρίσματος.

- Τα εικονικά πειράματα είναι ασφαλή και δεν είναι δυνατή η καταστροφή συσκευών λόγω αδέξιου χειρισμού.

- Στα εικονικά πειράματα, είναι δυνατή η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, γραφημάτων φυσικών μεγεθών, διανυσμάτων και πεδίων.

Ωστόσο, η αποκλειστική χρήση εικονικών πειραμάτων, έχει ορισμένα μειονεκτήματα και περιορισμούς. Πιο συγκεκριμένα όταν χρησιμοποιούνται μόνο εικονικά πειράματα:

- Οι εκπαιδευόμενοι δεν θα συνειδητοποιήσουν ότι στα πραγματικά πειράματα μπορεί να υπάρξουν απροσδόκητα γεγονότα που μπορεί να συμβούν και να οδηγήσουν σε λάθος μετρήσεις, οι οποίες πρέπει να αποκλειστούν από την ανάλυση των δεδομένων.

- Οι εκπαιδευόμενοι δεν αναπτύσσουν πρακτικές και βιωματικές δεξιότητες και δεν αποκτούν την αίσθηση της κλίμακας και του μεγέθους, όπως για παράδειγμα την αίσθηση του βάρους ενός αντικειμένου.

Η έρευνα έχει δείξει ότι ο συνδυασμός πειραματισμού σε πραγματικά και εικονικά εργαστήρια «βοηθά τους μαθητές να μάθουν καλύτερα από ό,τι όταν κάνουν μόνο πραγματικά ή μόνο εικονικά πειράματα» (Sullivan et al., 2017).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια πρόταση αξιοποίησης των εικονικών πειραμάτων στην εργαστηριακή πρακτική. Η πρόταση δομήθηκε και εφαρμόστηκε στον τομέα Φυσικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για το μάθημα «Φυσική (Μηχανική) και εργαστήριο» του πρώτου έτους. Αυτή η εκπαιδευτική πρόταση δημιουργήθηκε από την ανάγκη για εξ αποστάσεως κάλυψη της εργαστηριακής διδασκαλίας του μαθήματος κατά την περίοδο της καραντίνας. Η πρόταση δομήθηκε με βάση τις ακόλουθες απαιτήσεις και περιορισμούς:

- Δεν έπρεπε να απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για την ανάπτυξή της.
- Δεν έπρεπε να έχει οικονομικό κόστος.
- Δεν έπρεπε να απαιτεί ιδιαίτερα περίπλοκο εξοπλισμό.
- Θα έπρεπε να καλύπτει όσο το δυνατόν περισσότερους εκπαιδευτικούς στόχους που τίθενται κατά την εκτέλεση των πραγματικών πειραμάτων.

- Τα εικονικά πειράματα θα έπρεπε να είναι προσομοιώσεις που να βασίζονται σε μοντέλα πραγματικών πειραμάτων. Αυτό ήταν απαραίτητο για να συνεχιστεί η πειραματική εργασία στο πραγματικό εργαστήριο στην περίπτωση που σταματούσαν οι συνθήκες καραντίνας.

Επιπλέον, τα εικονικά πειράματα θα έπρεπε να σχεδιαστούν έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετά το τέλος των συνθηκών καραντίνας ως βοηθητικό εργαλείο για την προετοιμασία των φοιτητών για τα πραγματικά εργαστήρια.

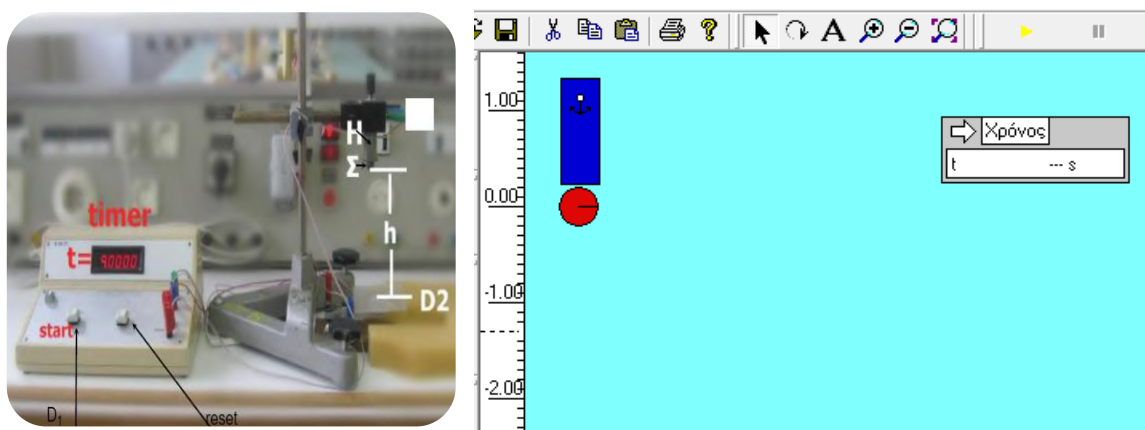
Λεπτομέρειες της πρότασης παρουσιάζονται παρακάτω, στην ενότητα «Μεθοδολογία». Η αποτελεσματικότητα αυτής της εκπαιδευτικής πρότασης, οι διάφορες δυσκολίες, καθώς και οι απόψεις των φοιτητών/τριών και των εκπαιδευτών του εργαστηρίου σχετικά με αυτήν την προσέγγιση, περιγράφονται στις ενότητες «Ευρήματα» και «Συμπεράσματα». Εν ολίγοις, τα ευρήματά μας δείχνουν ότι αυτή η πρόταση βοήθησε σημαντικά τη διαδικασία της εξ αποστάσεως εργαστηριακής εκπαίδευσης και επίσης φάνηκε να έχει δυνατότητες, ώστε να αποδειχθεί επωφελής και στην περίπτωση που εφαρμόζεται συμπληρωματικά κατά την περίοδο που πραγματοποιούνται πραγματικά εργαστήρια.

## Μεθοδολογία

Η εργαστηριακή εκπαίδευση του μαθήματος πρώτου εξαμήνου «Φυσική (Μηχανική) και Εργαστήριο», περιλαμβάνει: α) μία τρίωρη εισαγωγική διάλεξη σχετικά με την καταγραφή, ανάλυση και παρουσίαση πειραματικών αποτελεσμάτων και β) την εκτέλεση τεσσάρων εκπαιδευτικών πειραμάτων με παραδοτέα εργαστηριακές αναφορές. Συγκεκριμένα, σε κάθε πείραμα οι εκπαιδευόμενοι λαμβάνουν μετρήσεις στο εργαστήριο για δύο ώρες και στη συνέχεια επεξεργάζονται τα δεδομένα στο σπίτι και προετοιμάζουν ατομικά τις

εργαστηριακές αναφορές τους. Ωστόσο, κατά το πρώτο εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2020-2021, υπήρχαν συνθήκες καραντίνας λόγω του COVID-19, καθιστώντας αδύνατη την πρόσβαση των φοιτητών/τριων στο εργαστήριο. Ως εκ τούτου, προέκυψε η ανάγκη για τους εννέα διδάσκοντες του συγκεκριμένου εργαστηρίου να καλύψουν με κάποιον τρόπο, όσο ήταν δυνατόν, αυτή τη διδακτική εργαστηριακή διαδικασία για τους 82 φοιτητές που είχαν εγγραφεί για την παρακολούθηση του εργαστηρίου.

Η προαναφερθείσα εισαγωγική διάλεξη σχετικά με τις μεθόδους επεξεργασίας και παρουσίασης πειραματικών αποτελεσμάτων, έγινε εξ αποστάσεως χρησιμοποιώντας το Cisco Webex Meetings (CWM). Στο τέλος της διάλεξης ανατέθηκαν στους εκπαιδευόμενους, ατομικές εργασίες επεξεργασίας δεδομένων από έτοιμους πίνακες τιμών. Στη συνέχεια, οι φοιτητές/τριες παρακολούθησαν μέσω του CWM παρουσιάσεις, μία για κάθε πείραμα, που περιλάμβανε παρουσίαση της απαραίτητης θεωρίας, βίντεο και φωτογραφίες των πραγματικών πειραματικών διατάξεων καθώς και ανάλυση της πειραματικής διαδικασίας. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Interactive Physics (IP), τα πραγματικά πειράματα μοντελοποιήθηκαν (με κάποιες μικρές παραλλαγές) και δομήθηκε ένα αντίστοιχο φύλλο εργασίας (ΦΕ) για κάθε ένα πείραμα (Εικόνα 1). Η πειραματική διαδικασία και η εκτέλεση των εικονικών πειραμάτων καταγράφηκαν και εξήχθησαν σε μορφή βίντεο και αναρτήθηκαν στο δίκτυο.



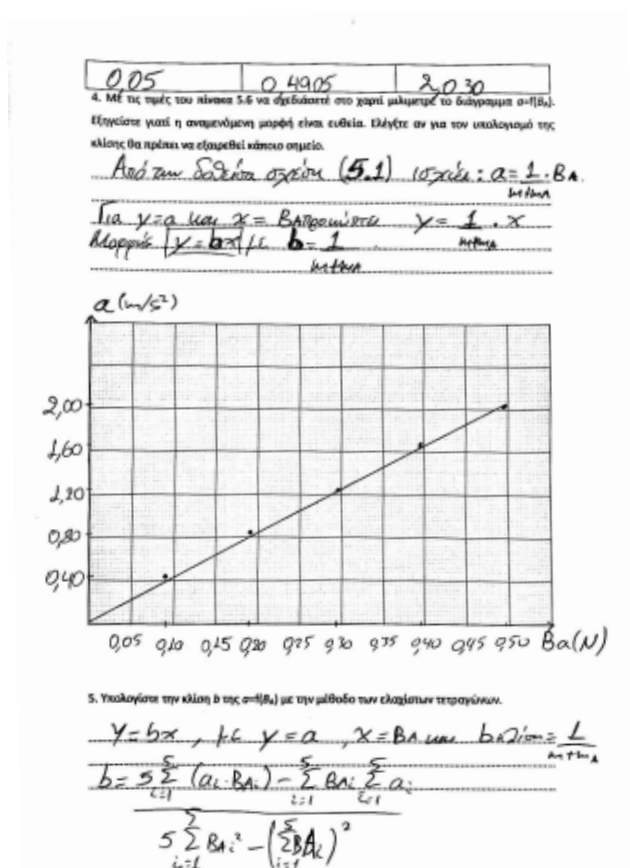
Εικόνα 20 Η πραγματική πειραματική διάταξη (αριστερά) και το εικονικό πείραμα δεξιά για τη μελέτη της ελεύθερης πτώσης μιας σφαίρας

Πιο συγκεκριμένα, μοντελοποιήθηκαν τα ακόλουθα επτά πειράματα και κάθε φοιτητής/τρια έπρεπε να εκτελέσει τέσσερα από αυτά.

1. Πειραματική μέτρηση της βαρυτικής επιτάχυνσης  $g$ , με μελέτη της κίνησης ελεύθερης πτώσης ενός σώματος.
2. Πειραματική μελέτη διατήρησης ενέργειας κατά την κίνηση ελεύθερης πτώσης ενός σώματος.
3. Πειραματική μέτρηση της βαρυτικής επιτάχυνσης  $g$ , με μελέτη των ταλαντώσεων των φυσικών εκκρεμών.
4. Πειραματική μέτρηση της βαρυτικής επιτάχυνσης  $g$ , με μελέτη των ταλαντώσεων απλών εκκρεμών.
5. Πειραματική μελέτη των νόμων κίνησης του Νεύτωνα.
6. Πειραματική μελέτη της άμεσης σύγκρουσης δύο σφαιρών.

7. Πειραματική μέτρηση της αντοχής σε εφελκυσμό ενός σύρματος.

Τα βίντεο και τα φύλλα εργασίας αναρτήθηκαν στην ασύγχρονη πλατφόρμα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης του ιδρύματος. Για οποιοσδήποτε ερωτήσεις, οι εκπαιδευόμενοι έρχονταν σε επαφή με τους διδάσκοντες μέσω email. Κάθε φοιτητής/τρια έπρεπε πρώτα να χειριστεί το βίντεο και να επιλέξει τα κατάλληλα καρέ για τη λήψη και καταγραφή των απαιτούμενων μετρήσεων και στη συνέχεια να τα επεξεργαστεί και να απαντήσει στις αντίστοιχες ερωτήσεις του φύλλου εργασίας. Για παράδειγμα, στο πείραμα της ελεύθερης πτώσης, οι φοιτητές έπρεπε να σταματήσουν το βίντεο της κίνησης του σώματος που εκτελεί ελεύθερη πτώση σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και να μετρήσουν, με τη βοήθεια ενός συμπεριλαμβανόμενου χάρακα, την απόσταση από το σημείο πτώσης και τον χρόνο. Στη συνέχεια επεξεργάζονταν αυτές τις μετρήσεις στο δεδομένο φύλλο εργασίας και απαντούσαν στις αντίστοιχες ερωτήσεις (Εικόνα 2). Τέλος, οι φοιτητές/τριες ανάρτησαν τα ολοκληρωμένα φύλλα εργασίας τους ηλεκτρονικά στην πλατφόρμα για αξιολόγηση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη δόμηση των εικονικών πειραμάτων και των φύλλων εργασίας, τέθηκαν όσοι ήταν δυνατόν από τους διδακτικούς στόχους που τίθενται στο πραγματικό εργαστήριο (πίνακες τιμών, σημαντικά ψηφία, σφάλματα, γραφήματα, εξαγωγή συμπερασμάτων). Στο τέλος, οι εκπαιδευόμενοι και οι εκπαιδευτές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο για να εκφράσουν τις απόψεις τους σχετικά με την όλη διαδικασία καθώς και για τις προοπτικές που αυτή κατά τη γνώμη τους έχει.



Εικόνα 2 Τμήμα συμπληρωμένου φύλλου εργασίας

Ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εικονικού πειράματος, προετοιμάστηκαν ένα ή περισσότερα βίντεο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του εκκρεμούς, για κάθε διαφορετικό μήκος του εκκρεμούς οι φοιτητές/τριες παρακολουθούσαν ένα βίντεο της ταλάντωσης και το σταματούσαν την κατάλληλη στιγμή για να καταγράψουν το χρόνο των 10 ταλαντώσεων, όπως ακριβώς και στο πραγματικό εργαστήριο. Η επιλογή να καταγραφούν οι προσομοιώσεις ως βίντεο προκειμένου να εργαστούν οι φοιτητές/τριες αντί της χρήσης απευθείας του λογισμικού IP, έγινε για τους ακόλουθους λόγους:

(i) Όλοι οι φοιτητές/τριες ενδέχεται να μην μπορούσαν να εγκαταστήσουν το IP στις συσκευές τους. Για παράδειγμα, δεν εγκαθίσταται το λογισμικό IP σε κινητές συσκευές.

(ii) Στα βίντεο, εμφανίζονται μόνο τα απαραίτητα όργανα μέτρησης αντί για όλα τα εργαλεία που περιέχονται στο IP, έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να εκτελούν τις μετρήσεις τους με αντίστοιχα σφάλματα. Για παράδειγμα, σε ένα από τα βίντεο, ένα σώμα κινείται παράλληλα με έναν χάρακα και εμφανίζεται ένα χρονόμετρο. Δεν παρουσιάζονται άλλα διαθέσιμα από το λογισμικό όργανα μέτρησης, όπως για τη θέση, την ταχύτητα, την επιτάχυνση κ.α. Επομένως, σταματώντας το βίντεο σε ένα καρέ, οι φοιτητές/τριες θα πρέπει να είναι σε θέση να μετρήσουν τη θέση από τον χάρακα και να γράψουν τη μέτρηση με τα σωστά σημαντικά ψηφία, όπως θα έκαναν με έναν χάρακα στο πραγματικό εργαστήριο.

(iii) Κατά την προετοιμασία του βίντεο ενός εικονικού πειράματος, είναι δυνατός ο προγραμματισμός ορισμένων συστηματικών σφαλμάτων στο πείραμα, τα οποία οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να ανακαλύψουν μέσω της ανάλυσης των δεδομένων. Η προέλευση αυτών των συστηματικών σφαλμάτων μπορεί να κρυφτεί επιλέγοντας προσεκτικά την περιοχή λήψης κατά την εγγραφή του βίντεο. Εάν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν απευθείας λογισμικό IP, η προέλευση των συστηματικών σφαλμάτων δεν μπορεί να κρυφτεί, επομένως δεν θα χρειαστεί ανάλυση για την ανακάλυψή τους.

(iv) Με τη χρήση βίντεο των προσομοιώσεων, αποφεύγονται προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από πιθανές αλλαγές ή διακοπή του λογισμικού προσομοίωσης. Πρόσφατα, δυστυχώς, πολλές αξιόλογες προσομοιώσεις που έγιναν με χρήση λογισμικού FLASH, δεν υποστηρίζονται πλέον από προγράμματα περιήγησης ιστού και έχουν καταστεί άχρηστες. Από την άλλη πλευρά, είναι ασφαλές να πούμε ότι τα βίντεο θα υποστηρίζονται πάντα σε οποιαδήποτε συσκευή καθιστώντας τα μια καλή επιλογή, εάν επιθυμούμε να κάνουμε τα εικονικά πειράματα ανεξάρτητα από την πλατφόρμα και τη συσκευή που θα χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευόμενος. Ειδική μέριμνα δόθηκε στη διευκόλυνση χρήσης έξυπνων κινητών με τη δημιουργία και εκτύπωση στα φύλλα εργασίας των υπερσυνδέσεων των βίντεο σε μορφή κωδικών QR.

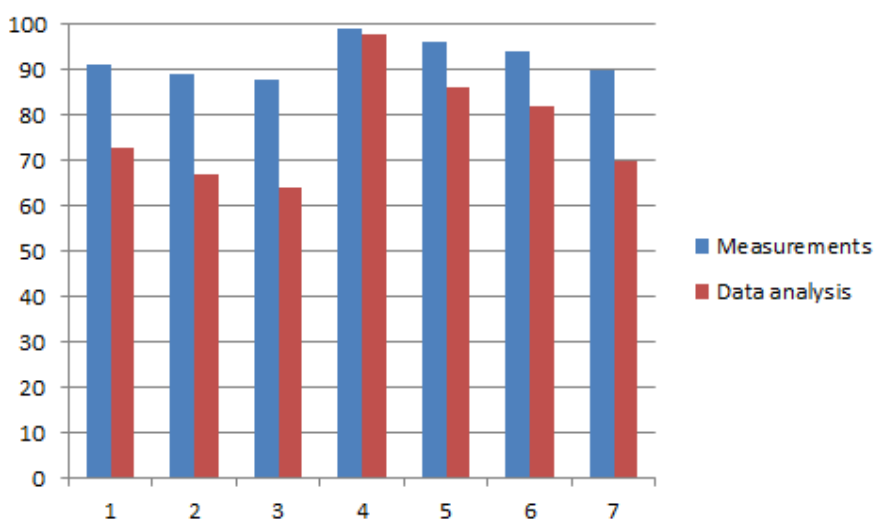
(v) Είναι εύκολο να γίνει μίξη σε ένα πείραμα μερών και από άλλες προσομοιώσεις που είναι διαθέσιμες στο διαδίκτυο (π.χ. PhET, GeoGebra, κ.λπ.).



## Αποτελέσματα

### Η εκτέλεση των εικονικών πειραμάτων και η ανάλυση δεδομένων

Η παρούσα μελέτη βασίζεται και εστιάζει στη χρήση βίντεο εικονικών πειραμάτων. Βασική διαφορά μεταξύ εικονικών πειραμάτων και πραγματικών πειραμάτων αποτελεί η διαδικασία λήψης μετρήσεων. Η απαιτούμενη ανάλυση και η παρουσίαση των δεδομένων μέτρησης και των αντίστοιχων ερωτήσεων στα φύλλα εργασίας είναι σχεδόν ίδια είτε τα δεδομένα προέρχονται από εικονικό είτε από πραγματικό πείραμα. Έτσι η μελέτη μας δεν επικεντρώθηκε στην ανάλυση των δεδομένων από τους φοιτητές/τριες, αλλά δόθηκε έμφαση στη διαδικασία λήψης μετρήσεων. Ωστόσο, οι εκπαιδευτές αξιολόγησαν τα φύλλα εργασίας των εκπαιδευόμενων, τόσο για τις μετρήσεις τους όσο και για την ανάλυση των δεδομένων (Εικόνα 3). Η ανάλυση δεδομένων ήταν σταθερά πιο δύσκολη από τη διαδικασία λήψης μετρήσεων για όλα τα πειράματα. Αυτό είναι συνηθισμένο και στα πραγματικά πειράματα στο εργαστήριο. Οι περισσότεροι (89%) από τους 82 φοιτητές/τριες έκαναν μετρήσεις για πρώτη φορά χρησιμοποιώντας ένα εικονικό πείραμα. Ωστόσο, οι περισσότεροι από αυτούς (52,1% έως 73,4%, ανάλογα με το πείραμα) είπαν ότι η λήψη των μετρήσεων φαινόταν εύκολη διαδικασία. Η αξιολόγηση των φύλλων εργασίας έδειξε ότι η μέση βαθμολογία για τη λήψη σωστών μετρήσεων κυμαινόταν από 88% έως 99% ανάλογα με το πείραμα. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι φοιτητές/τριες έλαβαν σχετικά καλές μετρήσεις από τα βίντεο των εικονικών πειραμάτων.



Εικόνα 3 Η μέση βαθμολογία για καθένα από τα 7 πειράματα. Το μπλε αντιστοιχεί στη λήψη μετρήσεων και το κόκκινο στην ανάλυση δεδομένων.

Για να εντοπίσουμε τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι εκπαιδευόμενοι στη λήψη μετρήσεων κατά τη διάρκεια των εικονικών πειραμάτων, αναλύσαμε τα φύλλα εργασίας αυτών που πήραν βαθμούς χαμηλότερους από τον μέσο όρο. Παρακάτω παρουσιάζουμε πιθανές δυσκολίες στη λήψη μετρήσεων από εικονικά πειράματα που επισημάνθηκαν με την ανάλυση των φύλλων εργασίας. Προέκυψε λοιπόν ότι οι δυσκολίες στη λήψη μέτρησης μπορεί να οφείλονται σε δύο βασικούς λόγους: (i) Δεν ήταν σε θέση να γράψουν τη μέτρηση με τα σωστά σημαντικά

ψηφία, κάτι που είναι μια δυσκολία που συναντούν οι φοιτητές και στο πραγματικό εργαστήριο. (ii) Δεν χρησιμοποίησαν κάποια απλά βοηθητικά εργαλεία στο σπίτι (π.χ. έναν γνώμονα για να προσδιορίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τη θέση του κέντρου μάζας ενός σώματος που πέφτει ελεύθερα παράλληλα σε ένα χάρακα που εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή).

Η ανάλυση των δεδομένων και οι απαντήσεις στις ερωτήσεις των φύλλων εργασίας δεν ήταν εύκολη διαδικασία για τους εκπαιδευόμενους. Συγκεκριμένα, μόνο το 18,4% έως 48,9% (ανάλογα με το πείραμα) δήλωσαν ότι δεν είχαν καμία δυσκολία. Ωστόσο, όπως ήδη αναφέρθηκε, η δυσκολία απάντησης σε ερωτήσεις και δεδομένα επεξεργασίας θα ήταν ίδια με αυτή που θα αντιμετώπιζαν και στο πραγματικό εργαστήριο, αφού τέθηκαν σχεδόν οι ίδιες ερωτήσεις. Η μέση βαθμολογία για την επεξεργασία δεδομένων κυμαινόταν από 64% έως 98%, ανάλογα με το πείραμα. Στην Εικόνα 3 φαίνεται η μέση βαθμολογία ανά πείραμα όσον αφορά τις μετρήσεις και την επεξεργασία δεδομένων.

### ***Οι απόψεις των φοιτητών/τριων***

Τα ευρήματα δείχνουν ότι οι φοιτητές/τριες βρήκαν τη διαδικασία χρήσιμη σε σημαντικό βαθμό. Περίπου οι μισοί (46,4%) δήλωσαν ότι τους βοήθησε να εξοικειωθούν με την εργαστηριακή πρακτική, το 28% ότι μάλλον τους βοήθησε και το 25,6% δεν είχαν τη γνώμη ότι βοηθήθηκαν. Επίσης, το 63,5% θεώρησε ότι η εκτέλεση των εικονικών πειραμάτων είναι πολύ πιο αποτελεσματική για τη μάθησή τους από ό,τι η ανάλυση έτοιμων μετρήσεων από πίνακες τιμών.

### ***Οι απόψεις των διδασκόντων***

Οι διδάσκοντες βρήκαν τη διαδικασία εκπαιδευτικά χρήσιμη και εξέφρασαν την άποψη ότι τους βοήθησε να εντοπίσουν τα σημεία που δυσκολεύουν τους φοιτητές στην εργαστηριακή πρακτική και ιδιαίτερα τις δυσκολίες που σχετίζονται με την ανάλυση δεδομένων. Ωστόσο, εκτός από το γεγονός ότι με τα εικονικά πειράματα οι εκπαιδευόμενοι δεν έχουν εμπειρική επαφή με τον πραγματικό κόσμο (για παράδειγμα, δεν αισθάνονται πόσο βαρύ είναι ένα σώμα ή δεν χρειάζεται να οριζοντιώσουν μία αεροτράπεζα), οι εκπαιδευτές βρήκαν ένα άλλο μειονέκτημα. Στα εικονικά πειράματα, δεν μπορούν να συμβούν απρόβλεπτα ή τυχαία γεγονότα, όπως στο πραγματικό εργαστήριο. Για παράδειγμα, από τη μελέτη των φύλλων εργασίας, διαπιστώθηκε ότι ουδέποτε ένα πειραματικό σημείο σε ένα διάγραμμα διαφοροποιήθηκε σημαντικά για να αποκλειστεί, όπως μπορεί να συμβεί σε ένα πραγματικό πείραμα.

Όλοι οι εκπαιδευτές (9/9) θεώρησαν ότι η χρήση εικονικών πειραμάτων βοήθησε να εξοικειωθούν οι φοιτητές/τριες με την εργαστηριακή πρακτική πολύ περισσότερο από τη διαδικασία αποστολής έτοιμων μετρήσεων για επεξεργασία. Δήλωσαν επίσης (8/9) ότι η προτεινόμενη διαδικασία θα μπορούσε να βοηθήσει τους φοιτητές/τριες να ασκηθούν στο εργαστήριο ακόμη και σε περιόδους όπου δεν υπάρχει καραντίνα. Προς τούτο, πρότειναν να χρησιμοποιηθούν τα εικονικά πειράματα: (i) Παράλληλα με το πραγματικό πείραμα, έτσι ώστε οι φοιτητές/τριες να κατανοήσουν τον ρόλο των μοντέλων. (ii) Ως πρόσθετες ασκήσεις για καλύτερη πρακτική άσκηση και αξιολόγηση. (iii) Για να εξοικειωθούν οι φοιτητές/τριες κατά την προετοιμασία του αντίστοιχου πραγματικού πειράματος. (iv) Στα εισαγωγικά μαθήματα σχετικά με την επεξεργασία και την παρουσίαση των μετρήσεων.

## Συμπεράσματα

Αυτή η εργασία παρουσιάζει μια εκπαιδευτική πρόταση για τα εργαστήρια Φυσικής στην περίπτωση εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Σχεδιάστηκε για προπτυχιακούς φοιτητές πρώτου έτους και εφαρμόστηκε σε συνθήκες καραντίνας COVID-19. Σύμφωνα με την προτεινόμενη διαδικασία, οι εκπαιδευόμενοι ενημερώνονται με βίντεο και φωτογραφίες σχετικά με τις πραγματικές συσκευές εργαστηρίου και στη συνέχεια εκτελούν εργασίες χρησιμοποιώντας εικονικά πειράματα σε βίντεο, τα οποία περιλαμβάνουν μοντέλα των αντίστοιχων πραγματικών συσκευών.

Η πρόταση δεν απαιτεί καμία οικονομική δαπάνη ή ειδικούς πόρους σε υλικά και μπορεί να πραγματοποιηθεί σχετικά εύκολα και γρήγορα. Επίσης, η ιδέα της χρήσης βίντεο, καθιστά τη διαδικασία ανεξάρτητη από προβλήματα εγκατάστασης, αλλαγή ή διακοπή του λογισμικού δημιουργίας των εικονικών πειραμάτων. Από τα ευρήματα, φάνηκε ότι βοηθά στην εργαστηριακή άσκηση των φοιτητών/τριων και ότι οι διδάσκοντες βρήκαν τη διαδικασία χρήσιμη και με δυνατότητες αξιοποίησης ακόμη και όταν δεν υπάρχουν συνθήκες καραντίνας. Η πρόταση για συμπλήρωση των πραγματικών πειραμάτων με προ-εργαστηριακές συνεδρίες άσκησης με εικονικά πειράματα δείχνει πολλά υποσχόμενη και συμφωνεί με άλλες σχετικές εργασίες (Chaturvedi & Dharwadkar, 2011).

Η εργασία περιορίστηκε αρχικά στο κεφάλαιο της Μηχανικής του μαθήματος της Φυσικής και του λογισμικού Interactive Physics, αλλά έχει τη δυνατότητα να βελτιωθεί και να επεκταθεί σε άλλα κεφάλαια, χρησιμοποιώντας άλλο λογισμικό ή έτοιμες προσομοιώσεις. Μια περαιτέρω επέκταση της πρότασης και εις βάθος έρευνα μπορούν να εντοπίσουν λεπτομερώς τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τις προοπτικές της.

## Βιβλιογραφία

- Chaturvedi, S. K., & Dharwadkar, K. A. (2011). Simulation and visualization enhanced engineering education - development and implementation of virtual experiments in a laboratory course. *Mechanical & Aerospace Engineering Faculty Publications*, 87.
- Daineko, Y., Dmitriyev, V., & Ipalakova, M. (2017). Using Virtual Laboratories in Teaching Natural Sciences: An Example of Physics Courses in University. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(1), 39–47.
- Gröber, S., Vetter, M., Eckert, B., & Jodl, H. (2008). Remotely controlled laboratories: Aims, examples, and experience. *American Journal of Physics – special theme issue 2008*.
- Hamed, G., & Aljanazrah, A. (2020). The effectiveness of using virtual experiments on students' learning in the general physics lab. *Journal of Information Technology Education Research*, 19, 976-995.
- O'Brien, D. (2021). A Guide for Incorporating e-teaching of physics in a post-COVID world. *American Journal of Physics*, 89, 403-12.
- Pols, F. (2020). A Physics Lab Course in Times of COVID-19. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 24(2), 172-178.
- Sullivan, S., Gnesdilow, D., Puntambekar, S., & Kim, J., (2017) Middle school students' learning of mechanics concepts through engagement in different sequences of physical and virtual experiments. *International Journal of Science Education*, 39:12, 1573-1600.
- Turner, J., & Parisi, A. (2008). A Take-Home Physics Experiment Kit for On-Campus and Off-Campus Students. *Teaching Science*, 54(2), 20-23.

Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction, 21*, 317-331.

Πόσο αποτελεσματικά μπορούν να χρησιμοποιούν οι μαθητές τα κινητά τους τηλέφωνα στο σχολικό εργαστήριο των φυσικών επιστημών;

**Αλέξανδρος Κατέρης<sup>1</sup>, Παναγιώτης Λάζος<sup>2</sup>, Σεραφείμ Τσούκος<sup>3</sup>,  
Πάυλος Τζαμαλής<sup>4</sup>, Αθανάσιος Βελέντζας<sup>5</sup>**

*<sup>1</sup>2<sup>ο</sup> Πρότυπο Γενικό Λύκειο Αθηνών, <sup>2</sup>4<sup>ο</sup> ΕΚΦΕ Α' Αθήνας, <sup>3</sup>2<sup>ο</sup> Πρότυπο Γυμνάσιο Αθηνών, <sup>4</sup>Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>5</sup>Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να εξετάσει το πόσο αποτελεσματικά μπορούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν τα κινητά τους τηλέφωνα για την εκτέλεση πειραμάτων στο πλαίσιο ενός εργαστηριακού μαθήματος φυσικής. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 52 μαθητές της Α' Λυκείου, οι οποίοι κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν ένα πείραμα, τα δεδομένα του οποίου συγκέντρωσαν, επεξεργάστηκαν, αποθήκευσαν και απέστειλαν στον εκπαιδευτικό, αποκλειστικά και μόνο με τη βοήθεια του κινητού τους τηλεφώνου. Τα ευρήματα δείχνουν ότι με την κατάλληλη προετοιμασία η ενσωμάτωση των κινητών τηλεφώνων των μαθητών στην εκτέλεση πειραμάτων στο σχολικό εργαστήριο είναι δυνατή χωρίς προβλήματα.

**Λέξεις κλειδιά:** Κινητά τηλέφωνα, Εργαστήριο φυσικής, BYOD

Can students effectively use their smartphones in a physics lab session?

**Alexandros Kateris<sup>1</sup>, Panagiotis Lazos<sup>2</sup>, Serafeim Tsoukos<sup>3</sup>, Pavlos Tzamalis<sup>4</sup>, Athanasios Velentzas<sup>5</sup>**

*<sup>1</sup>2<sup>nd</sup> Model General Lyceum of Athens, <sup>2</sup>4<sup>th</sup> Laboratory Center of Natural Sciences of Athens, <sup>3</sup>2<sup>nd</sup> Model Junior High School of Athens, <sup>4</sup>Agricultural University of Athens, <sup>5</sup>National Technical University of Athens*

### Abstract

The present paper attempts to examine how effectively students can use their mobile phones to conduct an experiment in a laboratory physics course. The sample of the survey consisted of 52 students of the 1st grade of the upper secondary education who were asked to carry out an experiment where they had to collect, process, store, and finally send their data to the instructor, using only their mobile phones. The findings show that, with the proper preparation on behalf of the instructor, the integration of students' mobile phones into the execution of experiments in the school laboratory is possible, without significant problems.

**Keywords:** Smartphones, Physics Lab, BYOD

## Εισαγωγή

Μια από τις προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει σήμερα η εκπαίδευση είναι ο τρόπος με τον οποίον θα ενσωματώσει και θα χρησιμοποιήσει τις νέες τεχνολογίες, που αναδύονται στους τομείς της πληροφορικής και της επικοινωνίας. Ειδικότερα, για τον χώρο της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες, το ενδιαφέρον εντοπίζεται κατά κύριο λόγο στις δυνατότητες για τη χρήση των έξυπνων φορητών συσκευών, στις οποίες περιλαμβάνονται τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα και οι ταμπλέτες, αλλά και στη χρήση των εργαλείων με τα οποία επιτυγχάνεται η δικτύωση, που μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία ομάδων τόσο για τη συνεργασία των μαθητών μεταξύ τους όσο και στην αλληλεπίδρασή τους με τον εκπαιδευτικό.

Μια από τις εφαρμογές των έξυπνων κινητών συσκευών στο μάθημα των φυσικών επιστημών, για την οποία εμφανίζεται έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον, είναι αυτό της χρήσης των αισθητήρων που διαθέτουν αυτές οι συσκευές για τη συγκέντρωση, απεικόνιση και διαμοιρασμό δεδομένων στο πλαίσιο του εργαστηρίου ενός μαθήματος φυσικών επιστημών (González & González, 2018· Klein et al., 2014· Kuhn & Vogt, 2013· Silva et al., 2018). Μια από τις προτάσεις που έχουν κατατεθεί και έχουν εφαρμοστεί σχετικά με τον τρόπο ενσωμάτωσης των έξυπνων κινητών συσκευών στο σχολικό περιβάλλον, συνοψίζεται με τη φράση «Φέρτε τις συσκευές σας στο Σχολείο» (Bring Your Own Devices ή συντομογραφικά BOYD) (Stavert, 2013). Η συγκεκριμένη πρόταση έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι οι μαθητές είναι ήδη εξοικειωμένοι με τη χρήση των συσκευών τους, καθώς και το ότι δεν υπάρχει σημαντικό κόστος για το εκπαιδευτικό σύστημα. Από την άλλη βέβαια, αναμένουμε ότι η πληθώρα διαφορετικών συσκευών των μαθητών, που θα πρέπει να διαχειριστεί ένας καθηγητής στο πλαίσιο του μαθήματος, ίσως να δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στον επιτυχή συντονισμό τους. Πρέπει, λοιπόν, η συγκεκριμένη πρόταση ενσωμάτωσης των έξυπνων κινητών συσκευών να μελετηθεί σε πραγματικές συνθήκες, ώστε να ανιχνευθούν τα προβλήματα που τυχόν μπορεί να προκύψουν.

Για τον σκοπό αυτό σχεδιάστηκε μια έρευνα με σκοπό να εντοπίσει τις τεχνικές δυσκολίες και μόνο αυτές που θα συναντούσαν οι μαθητές κατά τη διεξαγωγή ενός πειράματος με τη βοήθεια μιας ποικιλίας έξυπνων συσκευών, που οι ίδιοι θα έφεραν στο εργαστήριο. Επιλέχθηκε λοιπόν ένα ελεγχόμενο περιβάλλον όπου διαδοχικά ομάδες, αποτελούμενες η κάθε μια από δύο μαθητές, εκτελούσαν μπροστά σε δύο από τους ερευνητές το ίδιο πείραμα, για το οποίο είχαν προηγουμένως λάβει οδηγίες. Οι ερευνητές παρακολουθούσαν τη διεξαγωγή του πειράματος, εντόπιζαν και βαθμολογούσαν το κατά πόσο οι μαθητές ήταν σε θέση να φέρουν σε πέρας από τεχνικής πλευράς τα επιμέρους βήματα προκειμένου να ολοκληρώσουν επιτυχώς το πείραμα. Η περιγραφή της έρευνας που πραγματοποιήθηκε με αυτό το κεντρικό ερώτημα αλλά και τα αποτελέσματά της παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

## Μεθοδολογία

Το πείραμα που επιλέχθηκε ήταν αυτό του υπολογισμού του συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ ενός ξύλινου συμπαγούς ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου και της επιφάνειας ενός θρανίου. Για να πραγματοποιηθεί η πειραματική διάταξη οι μαθητές θα έπρεπε να ανασηκώσουν τη μία πλευρά ενός θρανίου, ώστε με τη βοήθεια κατάλληλου στηρίγματος να δημιουργηθεί κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης  $\varphi$ . Στη συνέχεια το κινητό τηλέφωνο ενός εκ των μαθητών θα έπρεπε να στερεωθεί πάνω στο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο και το σύστημα να αφεθεί να ολισθήσει από την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου. Η μέτρηση της επιτάχυνσης ( $\alpha$ ) του κινούμενου αντικειμένου, καθώς και της γωνίας κλίσης ( $\varphi$ ) του κεκλιμένου επιπέδου γίνονταν με χρήση κάποιων δωρεάν εφαρμογών, εγκατεστημένων στο κινητό τηλέφωνο, οι οποίες αξιοποιούν τον ενσωματωμένο σε αυτό αισθητήρα επιτάχυνσης. Η βασική εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε ήταν η εφαρμογή SPARKvue της εταιρείας PASCO. Στη συνέχεια ο συντελεστής τριβής ολίσθησης, υπολογίζονταν από τη σχέση:

$$\mu = \frac{g \cdot \eta \mu \varphi - \alpha}{g \cdot \sigma \nu \nu \varphi} (1)$$

Το συγκεκριμένο πείραμα επιλέχθηκε, επειδή έχει ήδη δοκιμαστεί και μετά από σχετική έρευνα διαπιστώθηκε ότι οι μετρούμενες τιμές δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές αποκλίσεις, όταν χρησιμοποιούνταν μια ποικιλία συσκευών των μαθητών (Kateris et al., 2020). Ένα δεύτερο κριτήριο που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην επιλογή του συγκεκριμένου πειράματος, ήταν ότι οι εμπλεκόμενοι μαθητές δεν είχαν να εκτελέσουν μόνο μία μέτρηση, αλλά να φέρουν σε πέρας μια σειρά από διεργασίες με τη βοήθεια του κινητού τους τηλεφώνου.

Για λόγους καλύτερης παρατήρησης και λεπτομερέστερης αξιολόγησης των τεχνικών δυσκολιών των μαθητών επιλέχθηκε το πείραμα να υλοποιείται κάθε φορά από μια ολιγομελή ομάδα. Για την εκτέλεση του συγκεκριμένου πειράματος απαιτούνται τουλάχιστον δύο άτομα, οπότε αποφασίστηκε το πείραμα να εκτελεστεί από διμελείς ομάδες. Σε αυτή την επιλογή στηρίχθηκε και η δόμηση του φύλλου εργασίας το οποίο είχε εννέα διακριτά βήματα, που περιγράφονται στην ενότητα των «Αποτελεσμάτων». Αρχικά, το φύλλο εργασίας δοκιμάστηκε πιλοτικά σε τρεις διμελείς ομάδες ενός Γενικού Λυκείου των Αθηνών, ώστε να εντοπιστούν πιθανά προβλήματα, που να σχετίζονται κυρίως με την κατανόηση των ερωτημάτων από τους μαθητές. Αφού εντοπίστηκαν κάποιες ασάφειες και κάποια σημεία δυσνόητα για τους μαθητές, έγιναν βελτιώσεις και δημιουργήθηκε η τελική μορφή του φύλλου εργασίας. Το σημαντικότερο από τα ευρήματα της πιλοτικής έρευνας ήταν η δυσκολία των μαθητών να ερμηνεύσουν το διάγραμμα επιτάχυνσης-χρόνου. Συγκεκριμένα, οι μαθητές δυσκολεύονταν να αναγνωρίσουν την περιοχή που το σώμα κινείται με σταθερή επιτάχυνση. Πιθανολογούμε ότι ένας από τους βασικότερους λόγους για τη δυσκολία αυτή, είναι το γεγονός ότι η γραφική παράσταση του πραγματικού πειράματος διαφέρει από τις θεωρητικές γραφικές παραστάσεις που έχουν διδαχθεί οι μαθητές.

Η κυρίως εφαρμογή της έρευνας έγινε σε 52 μαθητές της Α΄ Λυκείου δύο τμημάτων ενός Πειραματικού Λυκείου των Αθηνών. Οι μαθητές σχημάτισαν 26 ομάδες, ενώ στο σύνολο των μαθητών του κάθε τμήματος έγινε πριν την εφαρμογή

ενημέρωση διάρκειας περίπου μίας ώρας σχετικά με τη διαδικασία, τις εφαρμογές που έπρεπε να είναι διαθέσιμες στο κινητό τους και το πείραμα.

Κάθε διμελής ομάδα μαθητών εκτέλεσε διαδοχικά το πείραμα, ώστε να είναι δυνατή η λεπτομερής καταγραφή από τους ερευνητές των διαδικασιών και των πιθανών δυσκολιών. Σε κάθε ομάδα δόθηκε το φύλλο εργασίας και οι μαθητές έπρεπε να εκτελέσουν τα αναγραφόμενα βήματα. Σύμφωνα με το πείραμα κάθε ομάδα χρησιμοποίησε ένα κινητό τηλέφωνο, που ανήκε στον έναν από τους μαθητές της ομάδας και στο οποίο υπήρχαν εγκατεστημένες οι απαραίτητες εφαρμογές. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η εκτέλεση του πειράματος απαιτεί τουλάχιστον δύο άτομα χωρίς να είναι δυνατόν να κάνουν ταυτόχρονα και οι δύο όλους τους χειρισμούς στο κινητό τηλέφωνο. Για παράδειγμα, ο ένας/η μία θα έπρεπε να αφήνει το κινητό να κινηθεί κάνοντας «έναρξη» από την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου και ο άλλος/η άλλη θα έπρεπε να το σταματά, όταν φτάσει στη βάση. Οι μαθητές μπορούσαν βέβαια να συζητούν μεταξύ τους για το πώς θα γίνει ο χειρισμός αλλά και η επεξεργασία των δεδομένων. Συνεπώς, η αξιολόγηση επικεντρώθηκε στο αποτέλεσμα της ομάδας των μαθητών και όχι σε καθέναν από αυτούς ξεχωριστά, αν και καταγράφηκαν παρατηρήσεις σχετικά με τη συνεργασία και τις ατομικές δυσκολίες.

Δύο από τους ερευνητές, έχοντας αντίστοιχα φύλλα αξιολόγησης, παρακολουθούσαν κάθε ομάδα και κατέγραφαν τη βαθμολογία και τις παρατηρήσεις τους. Μετά το πέρας του πειράματος συνέκριναν τα φύλλα αξιολόγησης και συζητούσαν τις παρατηρήσεις τους, τα σημεία συμφωνίας και διαφωνίας, ώστε να καταλήξουν σε ένα τελικό κοινό φύλλο αξιολόγησης. Τα φύλλα εργασίας, τα τελικά φύλλα αξιολόγησης και τα πειραματικά δεδομένα από το κινητό τηλέφωνο που έστειλε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου κάθε ομάδα στους ερευνητές μετά το τέλος του πειράματος, αποτέλεσαν τα δεδομένα της παρούσας έρευνας. Στα φύλλα αξιολόγησης αναγράφονταν τα βήματα που έχουν να κάνουν οι μαθητές κατά την εκτέλεση του πειράματος.

Η διερεύνηση, σύμφωνα με τον στόχο της παρούσας έρευνας, αφορούσε στις πιθανές «δυσκολίες» των μαθητών σχετικά με τη χρήση των κινητών συσκευών στο εργαστήριο για τη λήψη μετρήσεων και όχι τις εννοιολογικές δυσκολίες που πιθανόν θα αντιμετώπιζαν. Για παράδειγμα, όπως φάνηκε και από την πιλοτική έρευνα, οι μαθητές είχαν δυσκολία στην ερμηνεία του διαγράμματος επιτάχυνσης- χρόνου. Σε αυτή την περίπτωση, οι ερευνητές παρενέβαιναν και έδιναν τις απαραίτητες εξηγήσεις, ώστε να προχωρήσει η πειραματική διαδικασία. Για κάθε βήμα του φύλλου εργασίας που αφορούσε στην ικανότητα χρήσης της έξυπνης συσκευής, οι ερευνητές μπορούσαν να αξιολογούν με κλίμακα από 1 έως 4, καθώς και να σημειώνουν τις παρατηρήσεις τους. Ο βαθμός 1 αφορούσε την περίπτωση που οι μαθητές δεν μπορούσαν για κάποιο λόγο να εκτελέσουν το συγκεκριμένο βήμα και ήταν απαραίτητη η παρέμβαση των ερευνητών, προκειμένου να προχωρήσει η διαδικασία για το επόμενο βήμα. Ο βαθμός 4 αφορούσε την περίπτωση που οι μαθητές εκτελούσαν με μεγάλη ευχέρεια το συγκεκριμένο βήμα. Οι βαθμοί 2 και 3 αφορούσαν τις περιπτώσεις εκείνες που χρειάστηκε κάποια (μεγάλη ή μικρή αντίστοιχα) βοήθεια ή υπενθύμιση από τους ερευνητές. Συγκεκριμένα, οι διαδικασίες του πειράματος που βαθμολογήθηκαν ήταν:

- η μέτρηση της γωνίας του κεκλιμένου επιπέδου
- το ξεκίνημα νέου πειράματος



- η ρύθμιση του ρυθμού της δειγματοληψίας
- η ρύθμιση της ακρίβειας των μετρήσεων
- ο μηδενισμός της αρχικής ένδειξης της επιτάχυνσης
- το ξεκίνημα της καταγραφής
- η αποθήκευση των δεδομένων
- η εύρεση της μέσης τιμής της επιτάχυνσης
- η αποθήκευση των αλλαγών στο διάγραμμα
- η χρήση της αριθμομηχανής του κινητού για την εκτέλεση υπολογισμών.

Τονίζεται ότι για την τελική βαθμολογία για κάποιες από τις παραπάνω διαδικασίες έγινε μετα-ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν και αναλύθηκαν από τους μαθητές, τόσο από τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας (έλεγχος πράξεων) όσο και από τα αρχεία της εφαρμογής SPARKvue, που απέστειλαν οι μαθητές μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Για παράδειγμα, ζητήθηκε από τους μαθητές ο μηδενισμός της ένδειξης της επιτάχυνσης, μέσω της δυνατότητας που έδινε η εφαρμογή, να γίνει όταν το σώμα είχε τοποθετηθεί στο κεκλιμένο επίπεδο. Από την μετα-ανάλυση των δεδομένων και συγκεκριμένα από τη μελέτη της γραφικής παράστασης της ολικής επιτάχυνσης με τον χρόνο προέκυπτε ξεκάθαρα εάν οι μαθητές μηδένισαν την επιτάχυνση ορθά πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο ή δεν την μηδένισαν καθόλου ή την μηδένισαν λανθασμένα στο οριζόντιο επίπεδο. Επίσης, από την ίδια γραφική παράσταση πρόκυπτε κατά πόσο επιλέχθηκε από τους μαθητές η σωστή περιοχή τιμών προκειμένου να υπολογισθεί η μέση τιμή της επιτάχυνσης.

## Αποτελέσματα

Τα βήματα που έπρεπε να εκτελέσουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του πειράματος ήταν τα εξής:

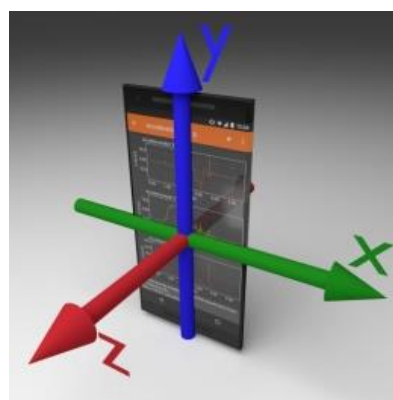
Βήματα 1 & 2: Οι μαθητές έπρεπε να αποφασίσουν ποιο κινητό θα χρησιμοποιήσουν και να κατασκευάσουν τη διάταξη. Τα συγκεκριμένα βήματα δεν σχετίζονταν με τα προς διερεύνηση ερωτήματα και συνεπώς δεν βαθμολογήθηκαν.

Βήμα 3: Οι μαθητές έπρεπε να εκκινήσουν στα κινητά τους τηλέφωνα την εφαρμογή “Πυξίδα Αλφάδι” ή “Surface Level” για τα λειτουργικά συστήματα Android και iOS αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε, όμως, ότι σε κάποια τηλέφωνα (Samsung J5 2017 και Iphone 8) δεν ήταν διαθέσιμες οι προαναφερθείσες εφαρμογές και ζητήθηκε από τους μαθητές, αντί για αυτές να εγκαταστήσουν τις εφαρμογές «Αλφάδι» και «Bubble level» αντίστοιχα. Στη συνέχεια, οι μαθητές έπρεπε να στερεώσουν το τηλέφωνό τους μαζί με το ξύλινο παραλληλεπίπεδο πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο. Κρατώντας σταθερό το σύστημα (παραλληλεπίπεδο-τηλέφωνο) (Εικόνα 1) και χρησιμοποιώντας τις παραπάνω εφαρμογές έπρεπε να μετρήσουν την γωνία κλίσης του επιπέδου. Στις εφαρμογές αυτές παρουσιάζεται η κλίση του επιπέδου της οθόνης της συσκευής σε 2 άξονες ταυτόχρονα ( $x$  και  $y$ ) σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο (Εικόνα 2). Όταν η συσκευή τοποθετείται πάνω στο κεκλιμένο, τότε η γωνία κλίσης του άξονα  $y$  της συσκευής είναι αυτή που πρέπει να καταγραφεί, ενώ η γωνία κλίσης του άξονα  $x$  είναι σχεδόν μηδενική. Η γωνία κλίσης σε κάθε άξονα παρουσιάζεται από τις εφαρμογές θετική ή αρνητική ανάλογα με τον προσανατολισμό του τηλεφώνου πάνω στο επίπεδο, ενώ στα φύλλα εργασίας

πρέπει να καταγραφεί η απόλυτη τιμή της. Τα παραπάνω σημεία είχαν επισημανθεί στους μαθητές κατά τη διάρκεια της ενημέρωσης που προηγήθηκε της πειραματικής διαδικασίας. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι μαθητές μιας ομάδας θεώρησαν ότι για τη μέτρηση της γωνίας κλίσης του κεκλιμένου επιπέδου θα πρέπει να παίζει κάποιο ρόλο το ύψος πάνω στο επίπεδο στο οποίο θα τοποθετηθεί η συσκευή και ότι η κατάλληλη θέση είναι το χαμηλότερο σημείο του επιπέδου (στη βάση). Το εύρημα αυτό μαζί με άλλα που παρουσιάζονται στη συνέχεια καταδεικνύουν κάποιες εννοιολογικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, αλλά δεν σχετίζονται με την ευχέρεια χρήσης του κινητού κατά την εκτέλεση οδηγιών, το οποίο αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας έρευνας.



Εικόνα 21 Η πειραματική διάταξη και η μέτρηση της γωνίας  $\varphi$  του κεκλιμένου επιπέδου.



Εικόνα 22 Ο ορισμός των αξόνων  $x$ ,  $y$ ,  $z$  ως προς την οθόνη του κινητού.

**Βήμα 4:** Οι μαθητές θα έπρεπε να θέσουν σε λειτουργία την εφαρμογή SPARKvue και να ξεκινήσουν ένα νέο πείραμα για την καταγραφή της ολικής επιτάχυνσης (βήμα 4.1), να ορίσουν τη δειγματοληψία του πειράματος στο 1 kHz (βήμα 4.2), να θέσουν την ακρίβεια με την οποία καταγράφεται η επιτάχυνση ίση με  $0,01 \text{ m/s}^2$  (βήμα 4.3), να μηδενίζουν την ένδειξη της επιτάχυνσης ώστε να μην μετράται η επιτάχυνση της βαρύτητας (βήμα 4.4) και, τέλος, αφού ξεκινήσουν την καταγραφή της επιτάχυνσης να αφήσουν το παραλληλεπίπεδο μαζί με το κινητό τηλέφωνο να ολισθήσει στο κεκλιμένο επίπεδο.

**Βήμα 5:** Οι μαθητές θα έπρεπε να αποθηκεύσουν τις μετρήσεις καθώς και τη γραφική παράσταση της συνολικής επιτάχυνσης μέσω της δυνατότητας που έδινε η εφαρμογή.

**Βήμα 6:** Οι μαθητές θα έπρεπε να μελετήσουν τη γραφική παράσταση που είχε παραχθεί στο προηγούμενο βήμα και να προσδιορίσουν την περιοχή που αντιστοιχούσε στην ολίσθηση του σώματος στο κεκλιμένο επίπεδο.

**Βήμα 7:** Οι μαθητές έπρεπε, να επιλέξουν κατάλληλη κλίμακα, να εστιάσουν έτσι ώστε να φαίνεται καθαρά το τμήμα της κίνησης στο κεκλιμένο επίπεδο όπου έπρεπε να αναμένουν σταθερή επιτάχυνση (περιοχή plateau/πλατό), να επιλέξουν κατάλληλο παραλληλόγραμμα (ROI-range of interest) που θα περιελάμβανε όλο ή ικανό μέρος του πλατό, προκειμένου να υπολογίσουν τη μέση τιμή της επιτάχυνσης. Θα έπρεπε να προσέξουν στην οριζόντια διάσταση, ώστε να μην επιλέξουν κάποιο τμήμα εκτός πλατό, ενώ στην κατακόρυφη να μην αφήσουν εκτός κάποιες τιμές

(Εικόνα 3). Τέλος, οι μαθητές χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες της εφαρμογής έπρεπε να προσδιορίσουν και να καταγράψουν τη μέση τιμή της επιτάχυνσης στην περιοχή που επέλεξαν.



Εικόνα 23 Υπολογισμός της μέσης τιμής της επιτάχυνσης μετά την επιλογή του κατάλληλου ROI

**Βήμα 8:** Στο στάδιο αυτό οι μαθητές θα έπρεπε να αποθηκεύσουν τη γραφική παράσταση της επιτάχυνσης με τον χρόνο, μαζί με όλες τις αλλαγές που πραγματοποίησαν κατά την επεξεργασία, σε ένα αρχείο μορφής \*.srklab μέσω της δυνατότητας που έδινε η εφαρμογή και στη συνέχεια να αποστείλουν αυτό το αρχείο μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στους ερευνητές. Με τον τρόπο αυτό οι ερευνητές μετά την ολοκλήρωση του πειραματισμού μπορούσαν να αποκτήσουν μια πλήρη εικόνα όλων των δεδομένων που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, έτσι ώστε να τα επεξεργαστούν σε δεύτερο χρόνο και να βοηθηθούν στην αξιολόγηση.

	Βαθμός 1	Βαθμός 2	Βαθμός 3	Βαθμός 4
<b>Βήμα 3:</b>	0	0	4	22
<b>Βήμα 4.1:</b>	2	2	2	20
<b>Βήμα 4.2:</b>	2	1	1	22
<b>Βήμα 4.3:</b>	1	4	6	15
<b>Βήμα 4.4:</b>	4	1	2	19
<b>Βήμα 4.5:</b>	1	3	4	18
<b>Βήμα 5:</b>	1	0	1	24
<b>Βήμα 7:</b>	3	4	10	9
<b>Βήμα 8:</b>	0	0	0	26
<b>Βήμα 9:</b>	0	1	6	19

Πίνακας 23 Το πλήθος των ομάδων με την αντίστοιχη βαθμολογία σε κάθε επιμέρους βήμα. Το σύνολο των ομάδων ήταν 26.

**Βήμα 9:** Οι μαθητές θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουν τη μέση τιμή της επιτάχυνσης καθώς και την μέτρηση της γωνίας  $\varphi$  για να υπολογίσουν τον συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του κεκλιμένου επιπέδου

από την Εξίσωση (1). Η βαθμολόγηση καθενός από τα παραπάνω βήματα φαίνεται στον Πίνακα 1.

## Συμπεράσματα

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, όταν ακολουθούν τις οδηγίες ενός φύλλου εργασίας για τη διεξαγωγή πειραμάτων με τη βοήθεια μίας έξυπνης συσκευής που φέρνουν οι ίδιοι στο εργαστήριο. Τα δεδομένα που μελετήθηκαν είναι τα φύλλα εργασίας των ομάδων, τα φύλλα αξιολόγησης που συμπλήρωσαν οι ερευνητές που παρακολουθούσαν τις ομάδες των μαθητών και τέλος τα αρχεία που απέστειλαν μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου οι ομάδες στους ερευνητές μετά την ολοκλήρωση του πειράματος.

Από την αξιολόγηση προκύπτει ότι οι δυσκολίες που συνάντησαν οι μαθητές αφορούν βήματα με κάπως λεπτομερείς χειρισμούς στην οθόνη των κινητών τηλεφώνων. Πρόκειται για τα βήματα που αφορούν την επιλογή κατάλληλου ρυθμού δειγματοληψίας και ακρίβειας στις μετρήσεις της επιτάχυνσης, καθώς και το βήμα σχετικά με τη σωστή επιλογή του πλατό από τη γραφική παράσταση για τον υπολογισμό της επιτάχυνσης. Ωστόσο, ακόμα και σε αυτά τα βήματα οι περισσότερες ομάδες ανταποκρίθηκαν με ευχέρεια ή με μικρή παρέμβαση από τους ερευνητές. Τα βήματα που πραγματοποίησαν πολύ εύκολα οι μαθητές είναι εκείνα της αποθήκευσης των δεδομένων και των αλλαγών, μάλλον επειδή ήταν ήδη γνωστά στους μαθητές από άλλες εφαρμογές. Σε γενικές γραμμές οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν ιδιαίτερες δυσκολίες κατά την εκτέλεση του πειράματος και από μια πρώτη εκτίμηση, μάλλον όχι μεγαλύτερες από τις δυσκολίες που θα αντιμετώπιζαν σε ένα κλασικό πείραμα με όργανα και διατάξεις του σχολικού εργαστηρίου, που δεν έχουν χρησιμοποιήσει ξανά. Φυσικά, η τελευταία εκτίμηση χρήζει περαιτέρω έρευνας. Ωστόσο, αν λάβουμε υπόψη ότι οι μαθητές πραγματοποίησαν το πείραμα κάνοντας χρήση κινητού τηλεφώνου για πρώτη φορά, θεωρούμε εύλογη την εικασία, ότι στην περίπτωση που χρησιμοποιούσαν συστηματικότερα τους αισθητήρες των κινητών τηλεφώνων για τη λήψη μετρήσεων στο σχολικό εργαστήριο, τα αποτελέσματα θα ήταν ακόμη καλύτερα.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι μαθητές συνάντησαν δυσκολία στην ερμηνεία του διαγράμματος επιτάχυνσης-χρόνου και σε κάποιες περιπτώσεις χρειάστηκε η καθοριστική παρέμβαση των ερευνητών. Η δυσκολία αυτή δεν διερευνήθηκε εις βάθος καθότι δεν αποτελούσε στόχο της παρούσας εργασίας. Ωστόσο, από μια πρώτη εκτίμηση, φαίνεται να σχετίζεται με τη δυσκολία των μαθητών να συνδέουν τις έννοιες της Φυσικής που διδάσκονται με το εμπειρικό τους περιεχόμενο. Επίσης, καθώς με τα κινητά τηλέφωνα υπάρχει η δυνατότητα λήψης τιμών με μεγάλη ακρίβεια και συχνότητα, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι εμφανείς λεπτομέρειες που δεν συνάδουν με το θεωρητικό μοντέλο που έχουν στο μυαλό τους οι μαθητές από τη διδασκαλία ή τα βιβλία. Για παράδειγμα, κατά την κάθοδο του σώματος στο κεκλιμένο επίπεδο πρακτικά υπάρχουν κραδασμοί ή ενδεχομένως να μην είναι σταθερός ο συντελεστής τριβής σε όλο το μήκος της διαδρομής, με αποτέλεσμα το διάγραμμα επιτάχυνσης χρόνου να μην περιγράφεται από μια αυστηρά σταθερή συνάρτηση, όπως θεωρητικά προβλέπεται. Συνεπώς, μία πρόταση για επέκταση της

παρούσας έρευνας θα ήταν η διερεύνηση των δυσκολιών των μαθητών κατά την ερμηνεία των δεδομένων που προκύπτουν από μετρήσεις που γίνονται με εφαρμογές, οι οποίες αξιοποιούν τους αισθητήρες των έξυπνων κινητών συσκευών.

Συμπερασματικά, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως η ενσωμάτωση των έξυπνων συσκευών των μαθητών στην εκτέλεση πειραμάτων Φυσικής στη σχολική τάξη είναι εφικτή και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Αυτό το συμπέρασμα ενισχύεται και από τα συμπεράσματα προηγούμενης έρευνας (Kateris et al., 2020), της οποίας τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μεγάλη ποικιλία των κινητών τηλεφώνων των μαθητών δεν δημιουργεί προβλήματα και δεν οδηγεί σε στατιστικά σημαντικές αποκλίσεις στα αποτελέσματα των πειραμάτων. Ωστόσο, η ενσωμάτωση αυτή προϋποθέτει τον σωστό σχεδιασμό εκ μέρους του εκπαιδευτικού και την αφιέρωση κατάλληλου χρόνου τόσο για την προετοιμασία των μαθητών για τη δραστηριότητα όσο και για την εγκατάσταση των απαραίτητων εφαρμογών στις συσκευές.

## Βιβλιογραφία

- González, M. A., & González, M. Á. (2018). Smartphones as experimental tools to measure acoustical and mechanical properties of vibrating rods. *European Journal of Physics*, 37: 1-13. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/37/4/045701>
- Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S., Tzamalís, P., & Velentzas, A. (2020). Possible Technical Problems Encountered by The Teacher in The Incorporation of Mobile Phone Sensors in The Physics Lab. *European Journal of Physics Education*, 11 (2): 5-23.
- Klein, P., Hirth, M., Gröber, S., Kuhn, J., & Müller, A. (2014). Classical experiments revisited: smartphones and tablet PCs as experimental tools in acoustics. *Physics Education*, 49: 412-418. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/49/4/412>
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Smartphones as Experimental Tools: Different Methods to Determine the Gravitational Acceleration in Classroom Physics by Using Everyday Devices. *European Journal of Physics Education*, 4(1): 47-58.
- Silva, M. R., Martin-Ramos, P., & da Silva, P.P. (2018). Studying cooling curves with a smartphone. *The Physics Teacher*, 56, 53–56. <https://doi.org/10.1119/1.5018696>
- Stavert, B. (2013). Bring Your Own Device (BOYD) in Schools. State of NSW, Department of Education and Communities.

## Το Arduino και το Audacity σε έναν διασκεδαστικό συνδυασμό για το φαινόμενο Doppler

**Παναγιώτης Λάζος<sup>1</sup>, Νικόλαος Κυριαζόπουλος<sup>2</sup>, Αναϊτ Εζεκελιάν<sup>3</sup>, Τίμος Κόντος<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ΕΚΦΕ Ηλιούπολης & ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ, <sup>2</sup>2ο ΓΕ.Λ. Ελευθερίου-Κορδελιού Θεσσαλονίκης,

<sup>3</sup>Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών-ΕΚΠΑ, <sup>4</sup>Ηλεκτρονικός

### Περίληψη

Το φαινόμενο Doppler παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς αφενός απαντάται στην καθημερινότητα και αφετέρου είναι σημαντικό εργαλείο στην αστροφυσική. Η διδασκαλία του επανέρχεται από το σχολικό έτος 2022-2023 στην ύλη της φυσικής της Γ΄ τάξης του λυκείου. Αν και οι μαθητές συναντούν το φαινόμενο κάθε μέρα στους δρόμους (ηχητικά κύματα), δεν είναι εύκολο για εκείνους να ξεχωρίσουν ποια φυσικά μεγέθη υπεισέρχονται στο φαινόμενο και ποια όχι. Η μαθηματική επεξεργασία αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την καλύτερη κατανόηση, ωστόσο η δυνατότητα για επίδειξη του φαινομένου και λήψη μετρήσεων παραμένει ένα ζητούμενο. Η πρότασή μας βασίζεται στον συνδυασμό ενός παιχνιδιού με ένα κύκλωμα βασισμένο σε έναν μικροελεγκτή Arduino και έχει ως στόχο τόσο την επίδειξη του φαινομένου όσο και τη λήψη μετρήσεων με τη βοήθεια του ελεύθερου λογισμικού επεξεργασίας ήχου Audacity.

**Λέξεις κλειδιά:** Φαινόμενο Doppler, Arduino, Audacity

## Studying Doppler Effect in a funny way using Arduino platform and Audacity audio software

**Panagiotis Lazos<sup>1</sup>, Nikolaos Kyriazopoulos<sup>2</sup>, Anait Ezekelian<sup>3</sup>, Timos Kontos<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>4<sup>th</sup> Laboratory Center of Natural Sciences of Athens & Department of Primary Education, NKUA, <sup>2</sup>2<sup>nd</sup> General High School of Eleftherio-Kordelio Thessaloniki,

<sup>3</sup>Department of Informatics and Telecommunications, NKUA, <sup>4</sup>Electronics Engineer

### Abstract

The Doppler Effect is an interesting subject with many technological and research applications. The teaching of the subject is usually only theoretical. Nevertheless the ability of demonstrating it and taking measurements and performing calculations is important. Our proposal uses a combination of an inexpensive toy with a circuit based on the Arduino Nano microcontroller. It achieves both a comprehensive demonstration of the phenomenon and the taking of measurements with the free audio editing software Audacity.

**Keywords:** Doppler Effect, Arduino, Audacity

## Εισαγωγή

Η συχνότητα του κύματος που δημιουργεί μια πηγή κυμάτων, διαφέρει από αυτήν που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής, όταν ο παρατηρητής και η πηγή βρίσκονται σε σχετική κίνηση μεταξύ τους. Το φαινόμενο αυτό, ονομάζεται φαινόμενο Doppler προς τιμήν του αυστριακού φυσικού Christian Doppler που το μελέτησε πρώτος το 1842. Συναντάται σε κάθε μορφή κύματος, η μελέτη μας, όμως, αφορά στα ηχητικά κύματα.

Δεν θα επεκταθούμε ιδιαίτερα στην παρουσίαση του φαινομένου καθώς είναι αρκετά γνωστό και επιπλέον ανήκε μέχρι πρόσφατα στην ύλη της φυσικής προσανατολισμού της Γ' τάξης του Λυκείου. Αναφέρουμε ποιοτικά πως η συχνότητα  $f_A$  του ήχου που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι μεγαλύτερη από την συχνότητα  $f_S$  του ήχου που εκπέμπει η πηγή, αν η μεταξύ τους απόσταση μειώνεται, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει αν η απόσταση αυξάνεται.

Αποδεικνύεται πως στην περίπτωση που κινείται μόνο η πηγή, ενώ ο παρατηρητής παραμένει ακίνητος ως προς το μέσο διάδοσης, η σχέση των δύο συχνοτήτων δίνεται από την ισότητα:

$$f_A = \frac{u}{u \pm u_S} \cdot f_S \quad (1)$$

όπου  $u_S$  είναι η ταχύτητα της πηγής (ως προς το σύστημα αναφοράς του μέσου διάδοσης) και  $u$  η ταχύτητα του ήχου στο μέσο διάδοσης, που στην προκειμένη περίπτωση είναι ο αέρας (Ιωάννου κ. ά., 2014). Το θετικό πρόσημο στον παρανομαστή τίθεται στην περίπτωση που η πηγή απομακρύνεται από τον παρατηρητή και το αρνητικό στην αντίθετη περίπτωση. Πρέπει να αναφερθεί πως η σχέση (1) ισχύει, όταν το διάνυσμα της ταχύτητας  $u_S$  βρίσκεται επί της ευθείας που ενώνει παρατηρητή και πηγή ήχου, όταν δηλαδή η κίνηση δεν έχει εφαπτομενική συνιστώσα. Σε περίπτωση ύπαρξης εφαπτομενικής συνιστώσας η σχέση αποκτά μία πιο περίπλοκη μορφή, η οποία δεν θα μας απασχολήσει στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

## Μεθοδολογία

Το φαινόμενο Doppler συχνά αντιμετωπίζεται μόνο θεωρητικά με την ανάλογη μαθηματική ανάλυση. Αρκετές φορές χρησιμοποιούνται προσομοιώσεις μέσω διάφορων λογισμικών. Είναι όμως γνωστό πως η χρήση του πειράματος στη διδακτική των φυσικών επιστημών αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη λύση, αρκεί να είναι εφικτή.

Η δυνατότητα επίδειξης του φαινομένου Doppler μέσα στη σχολική τάξη αλλά και η λήψη μετρήσεων στο εργαστήριο έχει συχνά αποτελέσει θέμα της σχετικής βιβλιογραφίας, ενώ δεν λείπουν και παραδείγματα εκτός της σχολικής τάξης (Costa & Mocellin, 2007· Saba & Rosa, 2001). Τα περισσότερα παραδείγματα

επίδειξης εντός της τάξης χρησιμοποιούν κάποιον μηχανισμό, ο οποίος περιστρέφει μία πηγή ήχου (Saba & Rosa, 2003). Το αποτέλεσμα είναι οι μαθητές να ακούν μία περιοδική εναλλαγή ανάμεσα σε συχνότητες υψηλότερες και χαμηλότερες από εκείνη που εκπέμπει η πηγή, όταν είναι ακίνητη. Η διάταξη χρειάζεται σχετικά περιορισμένο χώρο και ταυτόχρονα επιτρέπει τη λήψη μετρήσεων με κάποια κατάλληλη διάταξη (Gagne, 1996).

Ωστόσο, η συγκεκριμένη ιδέα έχει δύο μειονεκτήματα. Το ένα είναι πως ενδέχεται να δημιουργήσει παρανοήσεις στους μαθητές, καθώς δεν είναι σαφές αν η αυξομείωση της συχνότητας οφείλεται στην αυξομείωση της σχετικής ταχύτητας της πηγής ως προς τους ίδιους ή στην αυξομείωση της απόστασης της πηγής από αυτούς. Καθώς δε το φαινόμενο επαναλαμβάνεται με σχετικά μεγάλη συχνότητα, η σύγχυση ενισχύεται. Επιπλέον, είναι αδύνατον να δείξουμε με μία τέτοια διάταξη ότι η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής δεν μεταβάλλεται, αν η πηγή του ήχου κινείται εφαπτομενικά ως προς εκείνον.

Τα μειονεκτήματα αυτά αντιμετωπίζονται, αν χρησιμοποιηθεί μία ηχητική πηγή που κινείται ευθύγραμμα. Μία τέτοια πρόταση, η οποία χρησιμοποιεί διαπασών, είναι αρκετά απλή στην εκτέλεσή της, αλλά δεν εξασφαλίζει ήχο ικανοποιητικής έντασης ούτε αρκετά μεγάλη ταχύτητα (Kutliroff, 1975). Η χρήση αεροδιαδρόμου είναι μία λύση που συγκεντρώνει πολλά πλεονεκτήματα τόσο για την επίδειξη του φαινομένου όσο και για λήψη μετρήσεων (Gomez – Tejedor et al., 2014), όμως ελάχιστα σχολεία διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό. Σημειώνουμε μία ενδιαφέρουσα πρόταση (Paracosta, 2010) για οπτική αναπαράσταση του φαινομένου Doppler με τη βοήθεια ενός ελικοειδούς ελατηρίου μεγάλου μήκους (slinky), η οποία ωστόσο δεν αποτελεί επίδειξη του πραγματικού φαινομένου.

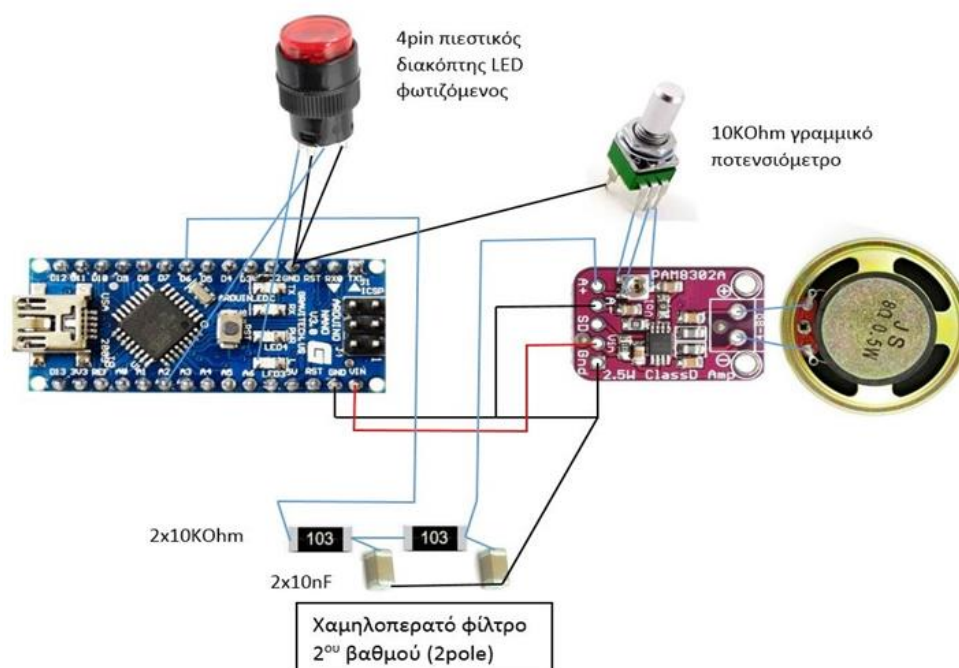
Μία αποτελεσματική, διασκεδαστική και οικονομική λύση είναι ένα παιδικό παιχνίδι το οποίο πωλείται με διάφορα εμπορικά ονόματα, τα γνωστότερα των οποίων είναι Zip Ball ή Zoom Ball. Το παιχνίδι αποτελείται από ένα πλαστικό τμήμα με σχήμα που θυμίζει μπάλα ράγκμπι και το οποίο είναι διαμπερές κατά μήκος του μεγάλου άξονα. Μέσα από τον άξονα διέρχονται ελεύθερα δύο σκοινιά, μήκους περίπου 4 m, τα άκρα των οποίων καταλήγουν σε πλαστικές λαβές. Το παιχνίδι παίζεται ως εξής: Δύο άτομα κρατούν τις αντίστοιχες λαβές. Αν ο ένας παίχτης ανοίξει απότομα τα χέρια του ωθεί με τη βοήθεια των σκοινιών τη «μπάλα» προς τον «αντίπαλο». Η «μπάλα» αποκτά αρκετά μεγάλη ταχύτητα μέχρι να σταματήσει στις απέναντι λαβές και το παιχνίδι επαναλαμβάνεται. Η κίνηση του σώματος μπορεί να θεωρηθεί ευθύγραμμη και μη ομαλή, καθώς το σώμα δέχεται έντονη επιτάχυνση και επιβράδυνση στην αρχή και το τέλος της κίνησής του αντίστοιχα. Ωστόσο, στο μεγαλύτερο τμήμα της διαδρομής το μέτρο της ταχύτητας είναι σχεδόν σταθερό.

Η προσθήκη μίας πηγής ήχου γνωστής συχνότητας πάνω στην «μπάλα» δημιουργεί μία εξαιρετική διάταξη για την επίδειξη του φαινομένου Doppler και για ποιοτική και ποσοτική μελέτη του. Μία επιλογή για πηγή ήχου είναι η κατασκευή του κυκλώματος της εικόνας 1 και η τοποθέτησή του μέσα σε ένα πλαστικό κουτί, το οποίο με τη σειρά του στερεώνεται πάνω στην «μπάλα» με θερμόκολλα και δεματικά καλωδίων, όπως φαίνεται στην εικόνα 2. Το κύκλωμα αποτελείται από έναν μικροελεγκτή Arduino Nano, ένα χαμηλοπερατό φίλτρο, ένα ηχείο, ένα γραμμικό ποτενσιόμετρο 10 KΩ για την ρύθμιση της έντασης του ήχου, δύο πυκνωτές 20 nF, δύο αντιστάτες 20 KΩ και διακόπτες για την ενεργοποίηση του



ηχείου και την αποκοπή της μπαταρίας. Η τροφοδοσία γίνεται από μία μπαταρία 9 V, τύπου 6LR61. Ο μικροελεγκτής προγραμματίστηκε σε γλώσσα C++ στο περιβάλλον Arduino IDE και το λογισμικό θα είναι διαθέσιμο για λήψη στη διεύθυνση <https://tinyurl.com/2p957tt2>. Το ηχείο παράγει ήχο σταθερής συχνότητας, η οποία μπορεί να μετρηθεί, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

### ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Εικόνα 1 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος

### Αποτελέσματα

Στα πλαίσια της διδασκαλίας ο εκπαιδευτικός ζητάει από δύο μαθητές να πάρουν το παιχνίδι στα χέρια τους και να ανοίξουν τον διακόπτη, ώστε όλοι να ακούσουν την συχνότητα του ήχου της ακίνητης πηγής. Στη συνέχεια τους καλεί να παίξουν στέλνοντας την «μπάλα» ο ένας στον άλλον. Αν οι υπόλοιποι μαθητές στέκονται ακριβώς δίπλα ή πίσω από τους μαθητές που χειρίζονται το παιχνίδι, δηλαδή περίπου πάνω στην νοητή προέκταση των σχοινιών, αντιλαμβάνονται με ευκολία τις μεταβολές στη συχνότητα του ήχου. Συγκεκριμένα, αντιλαμβάνονται ήχο υψηλότερης συχνότητας από εκείνη του ήχου της ακίνητης πηγής όταν η «μπάλα» τους πλησιάζει και αντίστροφα ήχο χαμηλότερης συχνότητας όταν η «μπάλα» απομακρύνεται από εκείνους. Αν οι μαθητές - παρατηρητές σταθούν σε κάποιο σημείο πάνω στην μεσοκάθετο των σχοινιών και σε σχετικά μεγάλη απόσταση από αυτά, τότε δεν αντιλαμβάνονται αλλαγή στη συχνότητα του ήχου, καθώς η πηγή κινείται σχεδόν εφαπτομενικά ως προς εκείνους.

Η διάταξη δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα ακόμα και σε μεγάλα αμφιθέατρα. Επειδή η ταχύτητα παραμένει περίπου σταθερή στο μεγαλύτερο τμήμα της διαδρομής, η συχνότητα που αντιλαμβάνονται οι μαθητές είναι επίσης

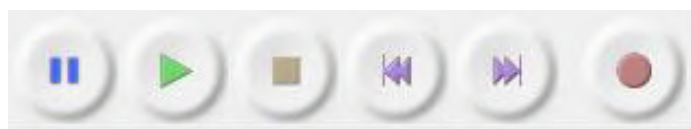
σταθερή και δεν παρουσιάζει τις περιοδικές μεταβολές που εμφανίζονται σε μία ηχητική πηγή που εκτελεί κυκλική κίνηση και οι οποίες δημιουργούν σύγχυση στους μαθητές.



Εικόνα 2 Το κουτί με το κύκλωμα πάνω στην «μπάλα». Διακρίνονται το ηχείο, το ποτενσιόμετρο, οι διακόπτες και οι λαβές του ενός παίκτη

Επιπλέον, είναι εφικτό να υπολογιστεί η ταχύτητα του αντικειμένου με τη βοήθεια του λογισμικού Audacity, αν θεωρηθεί γνωστή η ταχύτητα του ήχου για τη θερμοκρασία του αέρα κατά την εκτέλεση του πειράματος (Dias et al, 2016). Το Audacity είναι ένα ελεύθερο και ανοικτό λογισμικό καταγραφής και επεξεργασίας ήχου (Audacity, 2020), προσφέρει δε πολλές δυνατότητες, κάποιες εκ των οποίων είναι εξαιρετικά χρήσιμες σε πειράματα φυσικής.

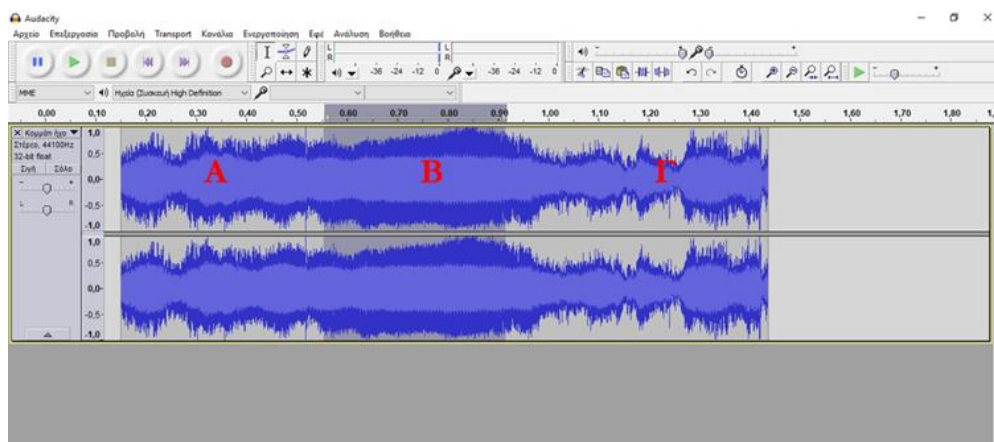
Συνδέουμε το μικρόφωνο με τον υπολογιστή στον οποίον έχει εγκατασταθεί το λογισμικό Audacity και το τοποθετούμε έτσι ώστε να βρίσκεται πάνω στη νοητή προέκταση των σχοινιών, ώστε να μην υπάρχει εφασπτομενική συνιστώσα της ταχύτητας της «μπάλας» ως προς εκείνο. Ενώ οι μαθητές στέλνουν ο ένας την «μπάλα» στον άλλον, καταγράφεται ο παραγόμενος ήχος. Ανοίγουμε το πρόγραμμα Audacity και ξεκινάμε την καταγραφή του παραγόμενου ήχου επιλέγοντας *Record* (το κουμπί με το κόκκινο κέντρο στην Εικόνα 3). Διακόπτουμε τη συλλογή δεδομένων επιλέγοντας το κουμπί *Stop* (το κουμπί με το κίτρινο τετράγωνο στην Εικόνα 3).



Εικόνα 3 Τα κουμπιά ελέγχου εγγραφής στο Audacity

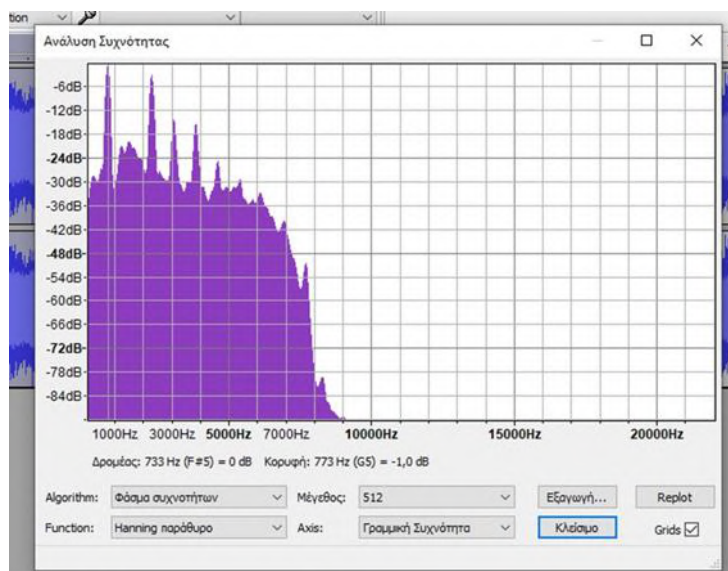
Είναι πολύ σημαντικό να μην υπάρχουν άλλοι ήχοι στην αίθουσα, άρα να είναι ήσυχτοι οι μαθητές για 10-15 sec. Μόλις τελειώσει η καταγραφή, η κυματομορφή του ήχου για μία επανάληψη της κίνησης της «μπάλας» θα είναι σαν

εκείνη της εικόνας 4. Οι περιοχές Α, Β και Γ αντιστοιχούν στην κίνηση της «μπάλας» προς το μικρόφωνο, σε ακινησία της «μπάλας» και σε απομάκρυνσή της από το μικρόφωνο αντίστοιχα.



Εικόνα 4 Η κυματομορφή του ήχου κατά τη διάρκεια μίας επανάληψης του φαινομένου

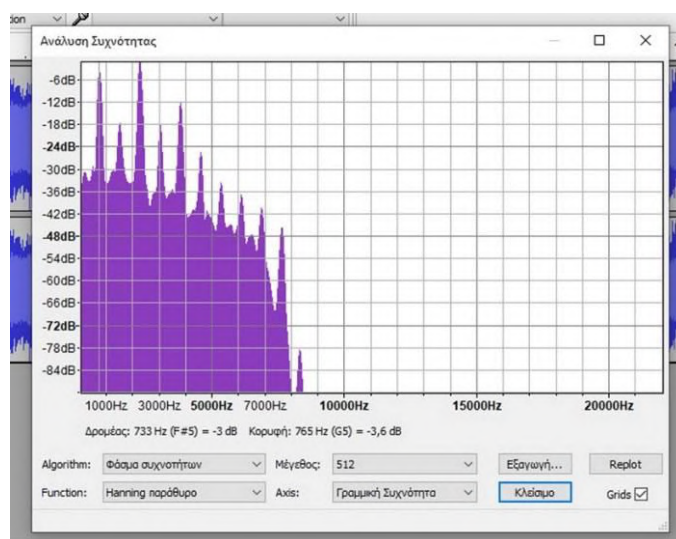
Στη συνέχεια, επιλέγουμε Ανάλυση → Plot Spectrum ξεχωριστά για κάθε μία από τις περιοχές Α, Β και Γ για να παρουσιαστεί το διάγραμμα συχνοτήτων της κάθε περιοχής (εικόνες 5 - 7). Η θεμελιώδης συχνότητα, που μας ενδιαφέρει, αντιστοιχεί στην πρώτη κορυφή από αριστερά σε κάθε διάγραμμα. Από την εικόνα 6 συνάγεται πως η ακίνητη πηγή παράγει ήχο συχνότητας  $f_s=765$  Hz. Ο παρατηρητής (μικρόφωνο) καταγράφει ήχο με συχνότητα  $f_A=773$  Hz όταν η πηγή τον πλησιάζει (εικόνα 5) και συχνότητα  $f_{A'}=755$  Hz όταν η πηγή απομακρύνεται από αυτόν (εικόνα 7).



Εικόνα 5 Η ανάλυση συχνότητας του ήχου στην περιοχή Α

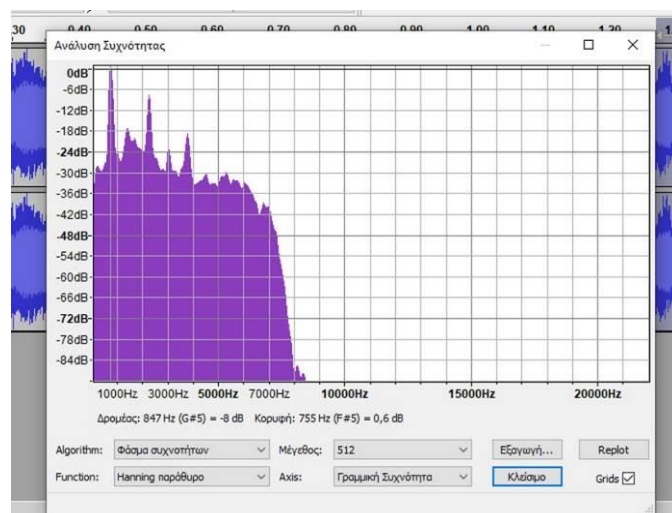
Με τη βοήθεια της σχέσης (1) μπορεί να υπολογιστεί η ταχύτητα  $u_s$  της «μπάλας» στις δύο περιπτώσεις. Θεωρώντας πως η ταχύτητα του ήχου έχει τιμή  $u=346$  m/s στους 25 °C (θερμοκρασία αέρα την ημέρα του πειράματος) βρίσκουμε:

Ταχύτητα «μπάλας» όταν εκείνη πλησιάζει το μικρόφωνο:  $u_{s1}=3,6$  m/s  
 Ταχύτητα «μπάλας» όταν εκείνη απομακρύνεται από το μικρόφωνο:  $u_{s2}=4,5$  m/s  
 Γνωρίζουμε, πλέον, ποιος παίκτης «έστειλε πιο γρήγορα την μπάλα»!



Εικόνα 6 Η ανάλυση συχνότητας του ήχου στην περιοχή Β

Στους υπολογισμούς μας έχουμε κάνει κάποιες παραδοχές. Θεωρούμε πως το μικρόφωνο βρίσκεται ακριβώς πάνω στην προέκταση της ευθύγραμμης τροχιάς της «μπάλας». Θεωρούμε, επίσης, πως η «μπάλα» έχει σταθερή ταχύτητα στο μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής της κάνοντας μεταβαλλόμενες κινήσεις μόνο στην αρχή και στο τέλος. Προφανώς, η ταχύτητα που υπολογίζουμε είναι ένα είδος μέσης ταχύτητας της κίνησης. Σε κάθε περίπτωση, όμως, η προτεινόμενη μέθοδος δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα, καθώς το μήκος των σκοινιών είναι 2,10 m και το σώμα διανύει τη συγκεκριμένη απόσταση σε χρόνο της τάξης του 0,5 sec.



Εικόνα 7 Η ανάλυση συχνότητας του ήχου στην περιοχή Γ

Η διάταξη και η χρήση της παρουσιάστηκαν στους 10ους Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών για εκπαιδευτικούς, οι οποίοι πραγματοποιήθηκαν σε χώρους του ΕΚΦΕ Αιγάλεω στις 15 - 16

Φεβρουαρίου 2019, στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη». Η συμμετοχή απέσπασε έπαινο από την κριτική επιτροπή των Αγώνων.

## Συμπεράσματα

Η εργασία προτείνει μία αποτελεσματική και αρκετά εύκολα υλοποιήσιμη ιδέα χαμηλού κόστους για την επίδειξη και την πειραματική μελέτη του φαινομένου Doppler. Παρέχει εποπτεία στο φαινόμενο χρησιμοποιώντας ένα παιχνίδι και τον μικροελεγκτή Arduino σε μία πρωτότυπη χρήση. Συνδυάζει δυνατότητα λήψης μετρήσεων με τη βοήθεια του λογισμικού Audacity και εκτέλεσης υπολογισμών. Το πιο σημαντικό, ίσως, είναι πως πρόκειται για έναν ιδιαίτερα διασκεδαστικό τρόπο για να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με το φαινόμενο Doppler.

## Βιβλιογραφία

- Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πήττας, Α., & Ράπτης, Σ. (2014). Φυσική Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Τάξη Γενικού Λυκείου. Αθήνα: ΙΤΥΕ Διόφαντος.
- Audacity (2020). Ανακτήθηκε στις 18/12/2020 από <https://www.audacityteam.org/>
- Costa, I., & Mocellin, A. (2007). Noise Doppler shift measurement of airplane speed. *The Physics Teacher*, 45, 356–358. <http://dx.doi.org/10.1119/1.2768692>
- Dias, M. A., Carvalho, P. S., & Rodrigues, D. (2016). How to study the Doppler effect with Audacity software. *Physics Education*, 51/3, 1-5. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/51/3/035002>
- Gagne, R. (1996). Determining the speed of sound using the Doppler effect. *The Physics Teacher*, 34, 126-127. <http://dx.doi.org/10.1119/1.2344371>
- Gomez-Tejedor, J. A., Castro-Palacio, J.C., & Monsoriu, J. A. (2014). The acoustic Doppler effect applied to the study of linear motions. *European Journal of Physics*, 35, 025006. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/35/2/025006>
- Kutliroff, D. (1975). 101 classroom demonstrations and experiments for teaching physics. New York: Parker Publishing Company.
- Papacosta, P. (2010). A visual demo of the Doppler effect. *The Physics Teacher*, 48, 420. <http://dx.doi.org/10.1119/1.3479727>
- Saba, M., & Rosa, P. (2001). A quantitative demonstration of the Doppler effect. *The Physics Teacher*, 39, 431-433. <https://doi.org/10.1119/1.1416317>
- Saba, M., & Rosa, P. (2003). The Doppler effect of a sound source moving in a circle. *The Physics Teacher*, 41, 89–91. <https://doi.org/10.1119/1.1542044>

## Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

**Αικατερίνη Χριστίνα Παπαδημητρίου<sup>1</sup>, Μιχαήλ Σκουμιός<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

### Περίληψη

Η έρευνα που μελετά τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τις κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν κατά τη διδασκαλία είναι περιορισμένη. Η εργασία αυτή εστιάζεται στη διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Για τη διερεύνηση των αντιλήψεων αναπτύχθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο απαντήθηκε από 186 εκπαιδευτικούς που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η ανάλυση των δεδομένων επέτρεψε να αναδειχθούν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη σημαντικότητα που αποδίδουν σε κάθε κατηγορία εκπαιδευτικού υλικού, τη συχνότητα χρήσης της, τους λόγους που τους παρακινούν να χρησιμοποιούν ή να μην χρησιμοποιούν τις κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν κατά τη χρήση τους.

**Λέξεις κλειδιά:** εκπαιδευτικό υλικό, αντιλήψεις εκπαιδευτικών, διδασκαλία Φυσικών Επιστημών

## Secondary education teachers' conceptions about the use of instructional material categories in science teaching

**Aikaterini Christina Papadimitriou<sup>1</sup>, Michael Skoumios<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Secondary Education, <sup>2</sup>University of the Aegean*

### Abstract

The research that studies teachers' conceptions for the categories of the instructional material they use in teaching is limited. This paper focuses on exploring the conceptions of secondary school teachers for the use of categories of the instructional material during science teaching. A questionnaire was developed and answered by 186 secondary school science teachers. The analysis of the data made it possible to highlight the teachers' conceptions for the significance they give to each of the categories of instructional material, the frequency of categories use, the reasons that motivate them to use or not to use the categories of instructional material and the difficulties they face in using them.

**Keywords:** instructional material, teachers' conceptions, science teaching

## Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο πεδίο των ερευνών που μελετούν τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για θέματα που σχετίζονται με τη μαθησιακή διαδικασία. Ειδικότερα, εστιάζεται στη διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού.

Με τον όρο εκπαιδευτικό υλικό νοείται κάθε μέσο που χρησιμοποιείται από τον εκπαιδευτικό και τους μαθητές κατά την εκπαιδευτική διαδικασία (Perin, 2018; Stein et al., 2007). Το εκπαιδευτικό υλικό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του μαθησιακού περιβάλλοντος στο σχολικό πλαίσιο, αφού συχνά αυτό καθορίζει το τι θα διδαχθεί από τους εκπαιδευτικούς (Bartholomew et al., 2004) και επηρεάζει τις επιλογές τους σχετικά με τη διδακτική διαδικασία και την αξιολόγηση των μαθητών (Chen et al., 2019; Davis & Krajcik, 2005). Ειδικότερα, ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού από τους εκπαιδευτικούς (Fullan, 2001). Η διερεύνηση της χρήσης του από τους εκπαιδευτικούς είναι απαραίτητη για τη μελέτη της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας (Davis et al., 2016). Προς αυτή την κατεύθυνση συνεισφέρει και η διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού.

Παρά τη σημασία που αποδίδεται στην αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών και εκπαιδευτικού υλικού, η έρευνα που μελετά τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι περιορισμένη και εστιάζεται σε ορισμένες μόνο κατηγορίες, όπως είναι τα σχολικά εγχειρίδια (Chen et al., 2019), τα ψηφιακά μέσα (Tsai & Tsai, 2019) και το «πρόσθετο» εκπαιδευτικό υλικό που αναζητούν και βρίσκουν οι εκπαιδευτικοί πέραν από αυτό που τους παρέχεται (Skoumianos & Skoumpourdi, 2021). Απουσιάζουν έρευνες που να διερευνούν τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση διαφόρων κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού που αφορά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Η διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών έχει αναγνωριστεί ως σημαντική, καθώς οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών συνήθως επηρεάζουν τις διδακτικές πρακτικές τους (Duit, 1996; Isaacson, 2004; Ozkal, 2007; Pintrich et al., 1993; Savasci, 2006). Επιπρόσθετα, η επιλογή διδακτικών μεθόδων και η γενικότερη αντιμετώπιση των μαθητών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών (Aguirre & Speer, 2000; Levitt, 2001). Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για τη χρήση κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού.

## Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (του κλάδου ΠΕ04) για τη χρήση τεσσάρων κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού στη διά ζώσης διδασκαλία των

Φυσικών Επιστημών. Οι κατηγορίες που εξετάστηκαν αφορούν: (α) στο έντυπο κειμενικό υλικό (π.χ. έντυπα σχολικά εγχειρίδια, φύλλα εργασίας), (β) το χειραπτικό υλικό (π.χ. φυσικά υλικά, όργανα), (γ) το ψηφιακό κειμενικό υλικό (π.χ. ψηφιακά σχολικά εγχειρίδια, υπερκείμενα), και (δ) τα εκπαιδευτικά λογισμικά (ανοικτού ή κλειστού τύπου).

Ειδικότερα, η εργασία αποσκοπεί να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

(α) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πόσο σημαντικό ρόλο αποδίδουν σε αυτές τις κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού;

(β) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν κάθε κατηγορία εκπαιδευτικού υλικού;

(γ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τους λόγους που τους παρακινούν να χρησιμοποιούν ή να μη χρησιμοποιούν τις κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού;

(δ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν κατά τη χρήση αυτών των κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού;

Για τη διερεύνηση των παραπάνω υιοθετήθηκε η ποσοτική προσέγγιση. Ως ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων ορίστηκε το ερωτηματολόγιο σε ηλεκτρονική μορφή, το οποίο συμπληρώθηκε από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες. Το ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε αρχικά δόθηκε σε πέντε εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστημών (πιλοτική έρευνα). Πραγματοποιήθηκε συζήτηση με τους εκπαιδευτικούς και καταγράφηκαν οι παρατηρήσεις τους. Επίσης, το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε δύο ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, ώστε να διερευνηθεί η επάρκεια και η καταλληλότητά του. Με βάση τις παρατηρήσεις των ερευνητών και των εκπαιδευτικών έγιναν οι αναγκαίες αλλαγές και συγκροτήθηκε το ερωτηματολόγιο στην τελική του μορφή.

Το ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε περιλάμβανε πέντε ερωτήσεις που διερευνούσαν τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για ζητήματα που αφορούν στη διδακτική διαχείριση του εκπαιδευτικού υλικού των Φυσικών Επιστημών. Οι ερωτήσεις αυτές συγκροτήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα και τη συναφή ερευνητική βιβλιογραφία, που αφορά στη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού από τους εκπαιδευτικούς (Skoumios & Skoumpourdi, 2021).

Η ερώτηση 1 διερευνούσε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πόσο σημαντικό ρόλο αποδίδουν σε κάθε μια από τις τέσσερις κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού (έντυπο κειμενικό υλικό, χειραπτικό υλικό, ψηφιακό κειμενικό υλικό και εκπαιδευτικά λογισμικά). Η ερώτηση αυτή ήταν πολλαπλής επιλογής. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε πέντε επιλογές (καθόλου, πολύ λίγο, λίγο, πολύ, πάρα πολύ).

Η ερώτηση 2 διερευνούσε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν κάθε κατηγορία εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων σχολικών ετών στις διά ζώσης διδασκαλίες τους. Η ερώτηση αυτή ήταν πολλαπλής επιλογής. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε έξι επιλογές (σχεδόν σε κάθε μάθημα, πολλές φορές την



εβδομάδα, σχεδόν μια φορά την εβδομάδα, δύο ή τρεις φορές τον μήνα, λιγότερο από δύο ή τρεις φορές τον χρόνο, ποτέ).

Η ερώτηση 3 διερευνούσε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τους λόγους που τους παρακινούν να χρησιμοποιούν συχνά κάθε κατηγορία εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων σχολικών ετών στις διά ζώσης διδασκαλίες τους. Προτάθηκαν στους εκπαιδευτικούς τέσσερις λόγοι (για να προσφέρω στους μαθητές ευκαιρίες για να αποσαφηνίσουν τις έννοιες, για να προκαλέσω την περιέργειά τους, για να εμπλακούν οι μαθητές ενεργά στη διδακτική διαδικασία, για να προσφέρω στους μαθητές επιπλέον δραστηριότητες για εξάσκηση). Επίσης, ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να καταγράψουν επιπλέον λόγους. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν πόσο τους επηρέασαν οι λόγοι αυτοί στην απόφασή τους να χρησιμοποιήσουν κάθε μια κατηγορία εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία. Δόθηκαν πέντε επιλογές στους εκπαιδευτικούς (ποτέ για αυτόν τον λόγο, σπάνια για αυτόν τον λόγο, μερικές φορές για αυτόν τον λόγο, συχνά για αυτόν τον λόγο, σχεδόν πάντα για αυτόν τον λόγο).

Η ερώτηση 4 διερευνούσε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τους λόγους που δεν χρησιμοποιούν συχνά κάθε κατηγορία εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων σχολικών ετών στις διά ζώσης διδασκαλίες τους. Προτάθηκαν στους εκπαιδευτικούς τέσσερις λόγοι (για να προσφέρω στους μαθητές ευκαιρίες για να αποσαφηνίσουν τις έννοιες, για να προκαλέσω την περιέργειά τους, για να εμπλακούν οι μαθητές ενεργά στη διδακτική διαδικασία, για να προσφέρω στους μαθητές επιπλέον δραστηριότητες για εξάσκηση). Επίσης, ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να καταγράψουν επιπλέον λόγους. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν πόσο τους επηρέασαν οι λόγοι αυτοί στην απόφασή τους να μη χρησιμοποιήσουν κάθε μια κατηγορία εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία. Δόθηκαν πέντε επιλογές στους εκπαιδευτικούς (ποτέ για αυτόν τον λόγο, σπάνια για αυτόν τον λόγο, μερικές φορές για αυτόν τον λόγο, συχνά για αυτόν τον λόγο, σχεδόν πάντα για αυτόν τον λόγο).

Η ερώτηση 5 διερευνούσε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν κατά τη χρήση των κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού που επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων σχολικών ετών στις διά ζώσης διδασκαλίες τους. Προτάθηκαν στους εκπαιδευτικούς πέντε δυσκολίες (προβλήματα στη διαχείριση των μαθητών, έλλειψη χρόνου για προετοιμασία ή εφαρμογή, δεν επαρκούν για όλους τους μαθητές, χαμηλό επίπεδο ευχέρειας στη χρήση τους, έλλειψη γνώσης αναφορικά με τη χρήση τους). Επίσης, ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να καταγράψουν επιπλέον δυσκολίες. Δόθηκαν πέντε επιλογές στους εκπαιδευτικούς (διαφωνώ απόλυτα, διαφωνώ, δεν είμαι βέβαιος, συμφωνώ, συμφωνώ απόλυτα).

Το ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε, διαμορφώθηκε σε ηλεκτρονική μορφή και απεστάλη μέσω των διευθύνσεων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της χώρας στους εκπαιδευτικούς. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από 186 εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις και αυτές αναλύθηκαν με τη χρήση περιγραφικής στατιστικής.

## Αποτελέσματα

Αναφορικά με το πόσο σημαντικό ρόλο θεωρούν οι εκπαιδευτικοί ότι διαδραματίζουν οι κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, προέκυψε ότι ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα εκπαιδευτικά λογισμικά, το χειραπτικό υλικό και το έντυπο κειμενικό υλικό, ενώ λιγότερο σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το ψηφιακό κειμενικό υλικό.

Σχετικά με τη συχνότητα χρήσης των κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι χρησιμοποίησαν πιο συχνά το έντυπο κειμενικό εκπαιδευτικό υλικό (πολλές φορές μέσα στην εβδομάδα), ενώ λιγότερο συχνά χρησιμοποίησαν το χειραπτικό υλικό, τα εκπαιδευτικά λογισμικά και το ψηφιακό κειμενικό υλικό (δύο ή τρεις φορές τον μήνα).

Σε ό,τι αφορά στους λόγους που τους παρακίνησαν να χρησιμοποιήσουν συγκεκριμένες κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού, οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι: (α) η προσφορά ευκαιριών στους μαθητές για να αποσαφηνίσουν τις έννοιες απετέλεσε μερικές φορές έως συχνά τον λόγο για τον οποίο χρησιμοποίησαν το έντυπο ή το ψηφιακό κειμενικό υλικό, (β) η ενεργός εμπλοκή των μαθητών στη διδακτική διαδικασία απετέλεσε σπάνια ή μερικές φορές τον λόγο για τον οποίο χρησιμοποίησαν το χειραπτικό υλικό, και (γ) η προσφορά ευκαιριών στους μαθητές για να αποσαφηνίσουν τις έννοιες και η ενεργός εμπλοκή των μαθητών στη διδακτική διαδικασία απετέλεσαν μερικές φορές τους λόγους για τους οποίους χρησιμοποίησαν εκπαιδευτικά λογισμικά.

Επίσης, οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι: (α) ο λόγος για τον οποίο δεν χρησιμοποίησαν συχνά χειραπτικό υλικό είναι ότι αυτό δεν ήταν διαθέσιμο από τη σχολική μονάδα, (β) οι λόγοι για τους οποίους δεν χρησιμοποίησαν συχνά εκπαιδευτικά λογισμικά ήταν γιατί αυτοί δεν ήταν εξοικειωμένοι με αυτά ή γιατί δεν τα διέθεταν και (γ) ο λόγος για τον οποίο δεν χρησιμοποίησαν συχνά ψηφιακό κειμενικό υλικό ήταν γιατί θεώρησαν ότι τα υπόλοιπα είδη εκπαιδευτικού υλικού κάλυπταν τις ανάγκες των μαθητών.

Επιπρόσθετα, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες όταν χρησιμοποίησαν το έντυπο και το ψηφιακό κειμενικό υλικό, καθώς επίσης και τα εκπαιδευτικά λογισμικά, ενώ ορισμένες δυσκολίες αντιμετώπισαν όταν χρησιμοποίησαν χειραπτικό υλικό και αυτές αφορούσαν στο ότι δεν επαρκούσε για όλους τους μαθητές ή στο ότι ήταν περιορισμένος ο διαθέσιμος χρόνος για την αξιοποίησή του.

## Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή εστιάστηκε στη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού από τους εκπαιδευτικούς. Ειδικότερα, μέσω της ανάπτυξης ενός ερωτηματολογίου, διερεύνησε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών που είχαν διδάξει Φυσικές Επιστήμες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για τη χρήση τεσσάρων κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού (έντυπο κειμενικό υλικό, χειραπτικό υλικό, ψηφιακό κειμενικό υλικό και εκπαιδευτικά λογισμικά).

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι δεν διαδραματίζουν τον ίδιο σημαντικό ρόλο για τους εκπαιδευτικούς οι κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού. Ειδικότερα, τον πλέον σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα εκπαιδευτικά λογισμικά, το χειραπτικό υλικό και το έντυπο κειμενικό υλικό. Όμως, ενώ οι εκπαιδευτικοί απέδιδαν σημαντικό ρόλο στις παραπάνω κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού, εντούτοις χρησιμοποίησαν συχνά στις διδασκαλίες τους μόνο μια κατηγορία του (το έντυπο κειμενικό υλικό). Η διαπίστωση αυτή συνάδει με τα ευρήματα άλλων ερευνών που έχουν επισημάνει ότι το σχολικό εγχειρίδιο αποτελεί συχνά το αποκλειστικό μέσο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο (Davis et al., 2016). Επιπρόσθετα, η περιορισμένη χρήση ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού έχει διαπιστωθεί σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν μέσω παρατηρήσεων των διδασκαλιών εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες (Karampelas & Skoumios, 2019).

Οι λόγοι που θεώρησαν οι εκπαιδευτικοί ότι τους παρακίνησαν να χρησιμοποιήσουν ή να μη χρησιμοποιήσουν συγκεκριμένες κατηγορίες εκπαιδευτικού υλικού δεν είναι οι ίδιοι για όλες τις κατηγορίες του υλικού. Ειδικότερα, χρησιμοποίησαν έντυπο ή ψηφιακό κειμενικό υλικό για να προσφέρουν ευκαιρίες στους μαθητές τους για να αποσαφηνίσουν τις έννοιες, ενώ χρησιμοποίησαν χειραπτικό υλικό κυρίως για να τους εμπλέξουν ενεργά στη διδακτική διαδικασία. Η χρήση εκπαιδευτικών λογισμικών συνδέεται και με τους δύο παραπάνω λόγους. Αντίθετα, η μη χρήση κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού συνδέεται με τη μη διαθεσιμότητά τους από τη σχολική μονάδα και τη μη εξοικείωση των εκπαιδευτικών με το υλικό. Επιπρόσθετα, οι δυσκολίες που δήλωσαν ότι αντιμετώπισαν οι εκπαιδευτικοί, όταν χρησιμοποίησαν τις κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού που επέλεξαν, σχετίζονται με το ότι το υλικό δεν επαρκούσε για όλους τους μαθητές και με το ότι ήταν περιορισμένος ο διαθέσιμος χρόνος για την αξιοποίησή του.

Κρίνεται αναγκαία η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη χρήση των διαφόρων κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού, ώστε να εξοικειωθούν με αυτές και να γνωρίσουν τις δυνατότητες αξιοποίησής τους. Είναι επίσης αναγκαίο οι αρμόδιοι φορείς και οι σχολικές μονάδες να παρέχουν διάφορες κατηγορίες εκπαιδευτικού υλικού (χειραπτικό υλικό, εκπαιδευτικά λογισμικά) και σε επαρκή αριθμό στους εκπαιδευτικούς. Επιπρόσθετα, θα μπορούσε να περιοριστεί η ύλη των μαθημάτων, ώστε οι εκπαιδευτικοί να έχουν περισσότερο χρόνο για αξιοποίηση ποικίλων κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού. Το μεγάλο εύρος της ύλης αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα στη χρήση εκπαιδευτικού υλικού πέραν του σχολικού εγχειριδίου (Skoumios & Skoumroudi, 2021).

Η εργασία αυτή συνεισφέρει στην έρευνα για τη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού από τους εκπαιδευτικούς. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί οργανώνουν τη διδασκαλία, χρησιμοποιώντας το εκπαιδευτικό υλικό, συνεισφέρει στο να σχηματιστεί μια πληρέστερη εικόνα αναφορικά με τον τρόπο σκέψης των εκπαιδευτικών και τις διδακτικές πρακτικές που υιοθετούν (Davis et al., 2016). Τα παραπάνω μπορούν να βοηθήσουν στη σχεδίαση ενός πιο αποτελεσματικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος εμπλουτισμένου με ποικιλία κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού.

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν ορισμένοι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και συνεπώς τα ευρήματά της υπόκεινται στους περιορισμούς του

δείγματος. Επίσης, στην παρούσα έρευνα ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το ερωτηματολόγιο. Η χρήση συνέντευξης ή ο συνδυασμός ερωτηματολογίου και συνέντευξης πιθανόν να συνέβαλλε στη διερεύνηση σε μεγαλύτερο βάθος των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών. Επιπρόσθετα, η παρούσα εργασία εξέτασε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού και όχι την ίδια τη χρήση τους στο σχολικό πλαίσιο. Αυτό αποτελεί πρόσθετο περιορισμό της εργασίας.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Προτείνεται να μελετηθούν και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση κατηγοριών του εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Επίσης, προτείνεται η πραγματοποίηση έρευνας που να μελετά συστηματικά την αλληλεπίδραση των εκπαιδευτικών με κατηγορίες του εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διδακτική πράξη. Η έρευνα αυτή θα επιτρέψει να κατανοηθεί πληρέστερα η φύση αυτής της αλληλεπίδρασης.

## Βιβλιογραφία

- Aguirre, J. & Speer, N. (2000). Examining the Relationship between Beliefs and Goals in Teacher Practice. *Journal of Mathematical Behavior*, 18(3), 327-356.  
[https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(99\)00034-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)00034-6)
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students “ideas-about-science”: Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88, 655-682.  
<https://doi.org/10.1002/sce.10136>
- Chen, B., Wei, B., & Mai, Y. (2019). Examining chemistry teachers’ perceptions of their interaction with curriculum materials: a quantitative approach. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 197-208. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.197>
- Davis, E. A., Janssen, F., & Van Driel, J. H. (2016). Teachers and science curriculum materials: Where we are and where we need to go. *Studies in Science Education*, 52(2), 1-34.  
<https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1161701>
- Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.  
<https://doi.org/10.3102/0013189X034003003>
- Duit, R. (1996). The Constructivist View in Science Education. What It Has to Offer and What Should Not Be Expected. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 1, 40-75.
- Fullan, M. G. (2001). *The new meaning of educational change* (3rd ed). New York: Teachers College Press.
- Isaacson, L. (2004). *Teachers’ perceptions of constructivism as an organizational change model: A case study*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of South Florida.
- Karampelas, K. & Skoumios, M. (2019). Technological Teaching Material in Science Classes of Greek Elementary Schools. In: E. Varonis (Eds). *The International Conference on Information Communication Technologies in Education (ICICTE 2019) Proceedings* (p. 144-253). Chania Crete, Greece.
- Levitt, K. (2001). An analysis of elementary teachers’ beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science Education*, 82(1), 197-214. <https://doi.org/10.1002/sce.1042>
- Özkal, K. (2007). *Scientific epistemological beliefs, perceptions of constructivist learning environment and attitude towards science as determinants of students approaches to learning*. Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara.

- Pepin, B. (2018). Enhancing teacher learning with curriculum resources. In L. Fan, L. Trouche, C. Qi, S. Rezat, & J. Visnovska (Eds.), *Research on mathematics textbooks and teachers' resources* (pp. 359–374). Cham: Springer.
- Pintrich, P., Smith, D., Garcia, T., & McKeachie, W. (1993). Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement, 53*(3), 801–813.  
<https://doi.org/10.1177%2F0013164493053003024>
- Savasci, F. (2006). *Science teacher beliefs and classroom practice about constructivist teaching and learning*. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University, Columbus.
- Skoumios, M. & Skoumpourdi, C. (2021). The use of outside educational materials in mathematics and science: Teachers' conceptions. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology, 9*(2), 314-331.  
<https://doi.org/10.46328/ijemst.1150>
- 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.
- Tsai, P. S., & Tsai, C. C. (2019). Preservice teachers' conceptions of teaching using mobile devices and the quality of technology integration in lesson plans. *British Journal of Educational Technology, 50*(2), 614-625. <https://doi.org/10.1111/bjet.12613>

## Παραγωγή γνώσης σε διαδικτυακές κοινότητες πρακτικής: Μια μελέτη περίπτωσης

**Θεοπούλα-Πωλίνα Χρυσοχού**

*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Η ραγδαία ανάπτυξη και διαδεδομένη χρήση των κοινωνικών δικτύων τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει, εκτός των άλλων, και σε μια νέα συλλογιστική αναφορικά με τον τρόπο που προσεγγίζουμε τη γνώση (Garcia-Peñalvo et al., 2012). Έτσι, σε μια σειρά από πεδία, συμπεριλαμβανομένου αυτού της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών (Lieberman & Mace, 2010), υπάρχει μια μετατόπιση εστίασης που συνοψίζεται στο εξής: από μια στατική κατανόηση της γνώσης προς την κατεύθυνση κατανόησής της ως μια δυναμική διαδικασία συν-ανακάλυψης και συν-δημιουργίας στα πλαίσια ενός συνεργατικού και συμμετοχικού περιβάλλοντος (Pischetola, 2021; Suoranta, 2020). Εντός αυτού του πλαισίου, ένα ιδιαίτερα πρόσφορο έδαφος για ερευνητική εμβάθυνση αποτελούν οι άτυπες διαδικτυακές κοινότητες εκπαιδευτικών, οι οποίες κερδίζοντας συνεχώς έδαφος, έχουν καθιερωθεί πλέον ως μια βασική πτυχή της επαγγελματικής τους ζωής (Selvi, 2020). Στη βάση αυτής της προβληματικής και με γνώμονα την παραδοχή ότι τόσο η παρουσία όσο και η χρήση των χώρων αυτών είναι απόρροια οικονομικών, κοινωνικών, πολιτικών και πολιτιστικών παραγόντων (Lantz-Anderson et al., 2018), η ανάγκη ενίσχυσης της έρευνας στο εν λόγω πεδίο υπό το πρίσμα της πανδημίας του COVID-19 είναι πιο επιτακτική από ποτέ.

**Λέξεις κλειδιά:** άτυπες διαδικτυακές κοινότητες, εκπαιδευτικοί, μέσα κοινωνικής δικτύωσης, COVID-19, κοινωνική θεώρηση της γνώσης, επαγγελματική ανάπτυξη

## Production of knowledge in online communities of practice: A case study

**Theopoula-Polina Chrysochou**

*National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

In recent years, the rapid development and widespread use of social networking sites has led, among other things, to a new way of thinking about knowledge (Garcia-Peñalvo et al., 2012). Thus, in a number of fields, including that of teacher professional development (Lieberman & Mace, 2010), there is a shift in focus that can be summarized as follows: from a static understanding of knowledge to the dynamic process of co-discovery and co-creation within a collaborative and participatory environment (Pischetola, 2021; Suoranta, 2020). Within this framework, a fertile research ground for deep inquiry is that of informally conceived virtual teacher communities. The latter have become a routine occurrence in the lives of teachers to such an extent that are considered as a core aspect of their working lives

(Selvi, 2020). Accordingly, and on the premise that both the presence and use of these spaces are a result of economic, social, political and cultural factors (Lantz-Anderson et al., 2018), the need for renewed questioning in the light of the COVID-19 pandemic is more imperative than ever.

**Keywords:** informal online communities, teachers, social media, COVID-19, social theory of knowledge, professional development

## Εισαγωγή

Είναι γεγονός πως το σύγχρονο σχολείο βρίσκεται αντιμέτωπο με μια σειρά από προκλήσεις που απορρέουν από τα διαρκώς μεταβαλλόμενα δημογραφικά στοιχεία, τις οικονομικές, πολιτικές, κοινωνικές και πολιτιστικές μεταβολές, τις επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις, αλλά και από την τεράστια ανατροπή της κανονικότητας που επέφερε η απροσδόκητη υγειονομική κρίση του COVID-19. Την ίδια στιγμή, και για τους παραπάνω λόγους, οι εκπαιδευτικοί, καλούμενοι να ανταποκριθούν στις διαρκώς εξελισσόμενες τρέχουσες απαιτήσεις, έχουν επωμιστεί έναν ιδιαίτερα δύσκολο και περίπλοκο ρόλο. Ο τελευταίος καθιστά την ανάγκη για διαρκή και ουσιαστική ενημέρωση και επιμόρφωσή τους πιο επιτακτική από ποτέ.

Εντός αυτού του πλαισίου, η ανάγκη για υψηλής ποιότητας επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών προβάλλεται από το σύνολο του εκπαιδευτικού κόσμου, αλλά και από εθνικούς και διεθνείς φορείς και οργανισμούς ως ζωτικής σημασίας (Yildirim, 2019). Μια ανάγκη που ενισχύεται από την κοινή διαπίστωση όλων των εμπλεκομένων στην εκπαιδευτική διαδικασία και έρευνας, πως οι εκπαιδευτικοί συνιστούν τον σημαντικότερο παράγοντα αποτελεσματικότητας ενός σχολείου και ασκούν τη μεγαλύτερη επίδραση στη μάθηση των μαθητών και κατά συνέπεια στην ποιότητα της παρεχόμενης εκπαίδευσης (Darling-Hammond & Bransford, 2005· Hanushek, 2011· Hattie, 2009). Ωστόσο, παρά την ομοφωνία σχετικά με τη σημαντικότητα της επαγγελματικής ανάπτυξης, αυτή δεν αποτυπώνεται στα επιμορφωτικά προγράμματα που υλοποιούνται μέχρι και σήμερα. Τα τελευταία, στην πλειονότητά τους τουλάχιστον, όντας κατακερματισμένα, αποσυνδεδεμένα και ξεκομμένα από την καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική, κρίνονται ανεπαρκή για να ανταποκριθούν στις επαγγελματικές απαιτήσεις των εκπαιδευτικών (Ball & Cohen, 1999· Cochran-Smith & Lytle, 2009· Hatch et al., 2005· Lieberman & Mace, 2010).

Επ' αυτής της βάσεως, οι νέες διεθνείς τάσεις στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών υιοθετούν νέες προσεγγίσεις που εστιάζουν στα εξής: στην συνεργατική/ομότιμη επαγγελματική μάθηση, στη συσχέτισή της με την επαγγελματική πρακτική, στην ενδυνάμωση της στοχαστικής πρακτικής, καθώς και στην αξιοποίηση νέων δυναμικών τρόπων και σύγχρονων τεχνολογικών περιβαλλόντων, όπως οι Διαδικτυακές κοινότητες πρακτικής (virtual communities of practice [vCoPs]) (Albon & Trinidad, 2002· Putman & Borko, 2000· Yang, 2009). Κοινός τόπος λοιπόν όλων αυτών των εγχειρημάτων, είναι αφενός μεν ο πρωταγωνιστικός ρόλος που αποκτούν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί στη διαδικασία, αφετέρου δε η δημιουργία εκείνων των συνθηκών που θα τους επιτρέπουν να μοιράζονται τις επαγγελματικές τους εμπειρίες και γνώσεις, να συζητούν τι θέλουν να μάθουν και να συνδέουν νέες έννοιες και στρατηγικές στα δικά τους πλαίσια.

Απαραίτητη δε προϋπόθεση θεωρείται το τελευταίο να επιτυγχάνεται μέσα από συλλογικό αναστοχασμό και εντός ενός υποστηρικτικού περιβάλλοντος όπου αναπτύσσεται το αίσθημα του «ανήκειν» (Cavanagh & King, 2020· Rutherford, 2010).

Εγγενές στοιχείο όλων των παραπάνω δεν είναι μόνο η διαπίστωση ότι οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να συνεργάζονται μεταξύ τους, αλλά και η άποψη που θέλει τις νέες μορφές επαγγελματικής ανάπτυξης να επικεντρώνονται στη γνώση που αυτοί δημιουργούν (Lieberman & Mace, 2010). Όπως άλλωστε γνωρίζουμε, τα τελευταία τουλάχιστον 40 χρόνια, η συλλογικότητα και η συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών επηρεάζει καθοριστικά τόσο τη μάθησή τους όσο και τη συνολική επαγγελματική τους ανάπτυξη (Little, 1982). Στη βάση λοιπόν αυτής της συλλογιστικής, επιχειρείται μια στροφή προς νέες μορφές επαγγελματικής ανάπτυξης που ευθυγραμμίζονται με ένα κοινωνικό κονστρουκτιβιστικό παράδειγμα, στο οποίο η μάθηση επιτυγχάνεται μέσω της συν-κατασκευής γνώσης σε συνδυασμό με διάλογο, κοινωνική αλληλεπίδραση και αναστοχασμό (Bedford, 2019· Cartner & Hallas, 2017· Saroyan & Trigwell, 2015).

Αδιαμφισβήτητα, τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια ταχεία και δυναμική εξέλιξη των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, τα οποία έχουν εισβάλλει καταλυτικά στη ζωή των ανθρώπων αποτελώντας μια από τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Αν και αρχικά δημιουργήθηκαν ως εργαλεία ψυχαγωγίας και κοινωνικοποίησης, η αξία, η σημασία και οι προοπτικές τους δεν άργησαν να αναγνωριστούν από τους μελετητές, πυροδοτώντας έτσι την έρευνα σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους (Selvi, 2020). Μάλιστα, είναι γεγονός ότι συναίνεση έχει επιτευχθεί στη διεθνή τουλάχιστον βιβλιογραφία αναφορικά με τα πολλαπλά οφέλη της συμμετοχής σε τέτοιους χώρους. Ως εκ τούτου, σήμερα είμαστε σε θέση να ισχυριστούμε με σχετική βεβαιότητα ότι τα περιβάλλοντα αυτά διαθέτουν χαρακτηριστικά, τα οποία τα καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστικές επιλογές σε ένα ευρύ φάσμα πεδίων. Ειδικότερα, διευκολύνουν αλληλεπιδράσεις, ενισχύουν τη διάδραση, προωθούν την αίσθηση της κοινότητας και τη συνεργασία, ενθαρρύνουν συζητήσεις, χρησιμεύουν ως πεδία για προβληματισμούς και ανατροφοδότηση και παρέχουν πλαίσια υποστήριξης στις πρακτικές του mentoring και της εμπειρίας πεδίου (Aydin, 2012· Carpenter & Krutka, 2015· Iredale et al., 2020· Patahuddin & Logan, 2019).

Ως απόρροια όλων των παραπάνω, οι εκπαιδευτικοί τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εθνικό επίπεδο στρέφονται όλο και περισσότερο σε χώρους που υπερβαίνουν το σχολικό τους περιβάλλον. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούν άτυπες διαδικτυακές κοινότητες ως πεδία συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων, μάθησης, καθοδήγησης, έμπνευσης, ανταλλαγής περιεχομένου και γνώσης αλλά και κοινωνικής και συναισθηματικής στήριξης (Rashid et al., 2016), μέσω μιας μη γραφειοκρατικής και διομότιμης (peer-to-peer) διαδικασίας (Liljekvist et al., 2020· Macià & García, 2016· Robson, 2016· Selvi, 2020· Tour, 2017). Η επέκταση μάλιστα αυτή, της επαγγελματικής κοινότητας των εκπαιδευτικών στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, επιβεβαιώνεται σε τέτοιο βαθμό που αντιμετωπίζεται πια στη διεθνή βιβλιογραφία ως μια βασική πτυχή της επαγγελματικής ζωής των εκπαιδευτικών. Ως μια νέα συνθήκη ικανή να δημιουργήσει ευκαιρίες κοινωνικής και συνεργατικής μάθησης, που δεν ήταν προηγουμένως διαθέσιμες (Lantz-Andersson et al., 2018). Υπό το πρίσμα αυτό, οι διαδικτυακές κοινότητες πρακτικής των εκπαιδευτικών



αναδεικνύονται ως μια πολύτιμη πηγή παρασκηνιακής αλληλεπίδρασης. Ως ένα γόνιμο περιβάλλον για την υποστήριξη μιας άτυπης, πρακτικής και υποκινούμενης από τον ίδιο τον συμμετέχοντα επαγγελματικής ανάπτυξης (Goodyear et al., 2019· Rutherford, 2010· Trust, et al., 2016· Vangrieken et al., 2017), που παρέχει δυνατότητες κοινωνικής, αυθεντικής και συνεργατικής μάθησης (Duncan-Howell, 2010) σε ένα επάγγελμα ως επί τω πλείστον μοναχικό και ιδιαίτερος αγχογόνο (Lieberman & Mace, 2010).

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι, αν και πλέον η δημοτικότητα και η επικράτηση των διαδικτυακών κοινοτήτων των εκπαιδευτικών είναι αδιαμφισβήτητη, η εμπειρική τους κατανόηση παραμένει ανεπαρκώς ανεπτυγμένη (Lantz-Anderson, 2018). Μάλιστα, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι οι αντιλήψεις μας για τις διαδικτυακές κοινότητες για επαγγελματική και όχι μόνο ανάπτυξη βρίσκονται ακόμη σε αρχικό στάδιο (Macià & Garcia, 2016). Η κατάσταση αυτή μάλιστα αντικατοπτρίζει σε μεγάλο βαθμό μια γενικότερη έλλειψη γνώσης σχετικά με τις άτυπα αναπτυγμένες πρακτικές μάθησης των εκπαιδευτικών (Greenhalgh & Koehler, 2017· Robson, 2018· Tour, 2017· Tsiotakis & Jimoyiannis, 2016· Vangrieken et al., 2017).

Για να υπάρξει ωστόσο διαφοροποίηση της επαγγελματικής μάθησης των εκπαιδευτικών, απαιτείται μια βαθύτερη κατανόηση εκείνων των συνθηκών και των πλαισίων που υποστηρίζουν και ενθαρρύνουν μια τέτοια μάθηση (Cochran-Smith & Lytle, 2009· Lieberman & Miller, 2008· McLaughlin & Talbert, 2001· Wenger, 1998). Προς αυτήν την κατεύθυνση βρίσκουμε ελπίδα, υπό την έννοια ότι οι γνώσεις που σχετίζονται με τις εμπειρίες μάθησης εκείνων των εκπαιδευτικών που χρησιμοποιούν κυρίως αλλά όχι περιοριστικά άτυπες διαδικτυακές κοινότητες, διανοίγουν δυνατότητες για καινοτόμες προσεγγίσεις. Συγκεκριμένα, αποτελούν πρόσφορο πεδίο για ερευνητική εμβάθυνση σε θέματα που σχετίζονται με την κωδικοποίηση της επαγγελματικής γνώσης των εκπαιδευτικών, τις προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληρούνται για την μετατροπή της πρακτικής τους γνώσης σε επαγγελματική και κατ' επέκταση με τους τρόπους οργάνωσης της επαγγελματικής τους ανάπτυξης στο σύνολό της (Hiebert, et al., 2002· Lieberman & Mace, 2010). Απαραίτητη προϋπόθεση προς αυτή την κατεύθυνση είναι μια μετατόπιση της εστίασης από μια στατική κατανόηση της γνώσης προς την κατεύθυνση κατανόησης της διαδικασίας του γνωρίζειν (process of knowing) αλλά και του γίνεσθαι μέσω της γνώσης (becoming through knowing) (Pischetola, 2021).

Γίνεται λοιπόν σαφές πως, με τις διαδικτυακές κοινότητες εκπαιδευτικών να έχουν πλέον καθιερωθεί ως αναπόσπαστο κομμάτι της βασικής διδακτικής πρακτικής, αλλά και με το ψηφιακό άλμα να φαντάζει σαν να συνέβη από τη μια μέρα στην άλλη στη μετά-COVID εποχή, η ανάγκη ενίσχυσης της έρευνας υπό το πρίσμα της πανδημίας είναι πιο επιτακτική από ποτέ. Δεν πρέπει να ξεχνάμε άλλωστε πως, πέραν του ότι πρόκειται για μια κρίση που έχει επηρεάσει τόσο τους εκπαιδευτικούς όσο και το επάγγελμά τους ποικιλοτρόπως, οι διαδικτυακές κοινότητες εκπαιδευτικών ως πεδία ούτε ουδέτερα είναι αλλά ούτε και μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα ως παράγοντες αλλαγής. Αντιθέτως, η παρουσία τους και η χρήση τους απορρέουν από κοινωνικές δομές, σχέσεις και διεργασίες, ως αποτέλεσμα τεχνικών, κοινωνικών, πολιτιστικών, οικονομικών και πολιτικών παραγόντων, που διαμορφώνουν τη σύγχρονη διδασκαλία και τη ραγδαία

μεταβαλλόμενη φύση της εργασίας του εκπαιδευτικού (Lantz-Andersson et al., 2018).

## Μεθοδολογία

Δεδομένου ότι η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε εν μέσω COVID-19, υλοποιήθηκε υπό την οπτική της πανδημικής κρίσης και του εκτεταμένου αντίκτυπου που έχει αυτή στον εκπαιδευτικό κόσμο. Στα τέλη Φεβρουαρίου του 2020 επιβεβαιώθηκε και στην Ελλάδα η εμφάνιση της πανδημίας του νέου κορονοϊού, η οποία στις 10 Μαρτίου του ίδιου έτους οδήγησε στο κλείσιμο των εκπαιδευτικών δομών όλων των βαθμίδων της χώρας δημιουργώντας μια έκτακτη συνθήκη για την εκπαιδευτική κοινότητα. Συγκεκριμένα, σχολεία και εκπαιδευτικοί ήρθαν αντιμέτωποι με σημαντικές προκλήσεις, καθώς κλήθηκαν μέσα σε λίγες μέρες να προσαρμοστούν στο νέο πλαίσιο της επείγουσας εξ αποστάσεως διδασκαλίας (emergency remote teaching [ERT]) (Flores & Gago, 2020· Hodges et al., 2020) παραδίδοντας μαθήματα από το σπίτι μέσω της τηλεκπαίδευσης (Miller, 2020). Η μοναδική αυτή συνθήκη σκόρπισε τέτοιο πανικό στους εκπαιδευτικούς, αναφορικά με το πώς θα μπορέσουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις ενός περιβάλλοντος με το οποίο δεν ήταν εξοικειωμένοι, που οδήγησε τους ερευνητές να εισάγουν νέους όρους για την προσέγγισή του: “Panic-gogy” (Πανικαγωγική) και “Pandemagogy” (Πανδημαγωγική) (Μπαμπάλης κ.ά., 2020· Baker, 2000). Μάλιστα, όπως αποτυπώνεται στην τρέχουσα διεθνή βιβλιογραφία (Alsaleh, 2021· Greenhow et al., 2021), η μετάβαση αυτή από τη διδασκαλία με φυσική παρουσία στη διαδικτυακή διδασκαλία συνοδεύτηκε και από μια μαζική στροφή των εκπαιδευτικών σε άτυπες διαδικτυακές επαγγελματικές κοινότητες, που δημιουργήθηκαν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης με σκοπό την υποστήριξή τους στο δύσκολο εγχείρημα που κλήθηκαν να αναλάβουν. Συνεπώς, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η πρωτόγνωρη αυτή εμπειρία ανοίγει νέες προοπτικές για έρευνα στο αναδυόμενο πεδίο των διαδικτυακών κοινοτήτων, που δεν θα πρέπει να μένουν ανεκμετάλλευτες.

Εντός του παραπάνω πλαισίου, αλλά και ως απότοκο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, αναδείχθηκε το κεντρικό ερευνητικό θέμα της παρούσας μελέτης, το οποίο συνοψίζεται ως εξής: Η διερεύνηση του ρόλου μιας άτυπης διαδικτυακής κοινότητας ως μέσο στήριξης και επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια μετάβασης στην επείγουσα εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Ειπωμένο αλλιώς, ως μέσο μιας στοχευμένης, έγκαιρης και αποτελεσματικής επαγγελματικής ανάπτυξης, ενός ευρύτερου δηλαδή φαινομένου, γνωστού στη βιβλιογραφία και ως “just-in time” επαγγελματική ανάπτυξη (Greenhalgh & Koehler, 2017). Ειδικότερα, ως επιμέρους στόχοι διερευνήθηκαν οι λόγοι για τους οποίους οι εκπαιδευτικοί αποφάσισαν να συμμετέχουν στη διαδικτυακή κοινότητα, οι πρακτικές συμμετοχής που ανέπτυξαν, η συχνότητα και το επίπεδο συμμετοχής τους, οι εμπειρίες και τα οφέλη που αποκόμισαν από τη συμμετοχή τους σε κοινωνικό, επαγγελματικό και εκπαιδευτικό επίπεδο, καθώς και οι προκλήσεις που τυχόν αντιμετώπισαν, και τέλος, ο αντίκτυπος όλων αυτών στην ομαλότερη μετάβαση στην επείγουσα εξ αποστάσεως εκπαίδευση, στην άτυπη επαγγελματική τους μάθηση και στην προσωπική και επαγγελματική τους ανάπτυξη. Οι παραπάνω στόχοι αποτέλεσαν και τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης.

Ως καταλληλότερη ερευνητική επιλογή κρίθηκε η Μελέτη Περίπτωσης. Ειδικότερα, πρόκειται για μια μονή μελέτη περίπτωσης, ολιστικού τύπου (holistic single-case design) (Yin, 1984, σελ. 39-42) και εργαλειακή (instrumental) (Stake, 1995), αφού εξετάζει μια μοναδική περίπτωση, την άτυπη διαδικτυακή κοινότητα εν προκειμένω, η οποία αποτελεί και τη μονάδα ανάλυσης της παρούσας έρευνας, στοχεύοντας στην ανάδειξη διαφόρων πτυχών της. Το περιβάλλον της έρευνας ήταν κατά βάση δομημένο και τεχνητό (Facebook), ενώ αναφορικά με το επίπεδο συμμετοχής του ερευνητή η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης κινήθηκε σε επίπεδο μη συμμετοχικής παρατήρησης (Cohen & Manion, 1994).

Συγκεκριμένα, λοιπόν, για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας μελετήθηκε μια αυτοοργανωμένη, θεματική (Manca & Ranieri, 2013), κλειστού τύπου ομάδα Ελλήνων εκπαιδευτικών στο Facebook, αφιερωμένη σε μια συγκεκριμένη πρακτική, αυτή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Η τελευταία, πέραν του μεγάλου ερευνητικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει από την άποψη δημιουργίας της λίγες μέρες μετά την ανακοίνωση προσφυγής στην επείγουσα εξ αποστάσεως διδασκαλία, επιλέχθηκε καθώς πληρούσε και μια σειρά από προϋποθέσεις και κριτήρια. Τα τελευταία, απόρροια των συγκεκριμένων αναγκών της παρούσας μελέτης, της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, αλλά και ηθικών και δεοντολογικών ζητημάτων που σχετίζονται γενικότερα με την έρευνα στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, αφορούσαν στα εξής: εστίαση (focus), μέγεθος ομάδας (size), παρουσία τεχνουργημάτων, διάρκεια ζωής (lifespan) και άτυπος χαρακτήρας (informality) (Booth, 2012· Boyd & Ellison, 2007· Kelly & Antonio, 2016· Roberts, 2015· Liljekvist et al., 2020· Selvi, 2020).

Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων, ενταγμένο στη λογική της ποσοτικής μεθόδου, χρησιμοποιήθηκε ένα ανώνυμο ερωτηματολόγιο, η δημιουργία του οποίου στηρίχτηκε στη διεθνή βιβλιογραφία αλλά και σε μια τηλεφωνική συνέντευξη με τον δημιουργό και βασικό διαχειριστή της διαδικτυακής ομάδας. Αποτελούνταν από κλειστές ερωτήσεις τύπου Likert ή πολλαπλών επιλογών καθώς και από δηλώσεις πεποιθήσεων και αντιλήψεων, ενώ πριν τη διανομή του ελέγχθηκε πιλοτικά. Υλοποιήθηκε με τη χρήση των Google Docs, ώστε αφενός να είναι εύκολα προσβάσιμο από τους εκπαιδευτικούς και αφετέρου οι απαντήσεις να αποθηκεύονται πρωτογενώς σε ηλεκτρονική μορφή και να μπορούν να εξαχθούν σε δεύτερο χρόνο σε επεξεργάσιμη μορφή (SPSS). Ως προς τη διανομή του, στάλθηκε ως υπερσύνδεσμος μέσω ιδιωτικού μηνύματος στο Facebook, ενώ η συμπλήρωσή του ήταν εθελοντική. Αξίζει δε να τονιστεί στο σημείο αυτό ότι, αν και λόγω της φύσης της μελέτης δεν απαιτήθηκε διαδικασία συναίνεσης από τους συμμετέχοντες, ή/και έγκριση από αρμόδια εθνική αρχή και επιτροπή δεοντολογίας, ζητήθηκε και λήφθηκε συναίνεση για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας από τον δημιουργό της κλειστής διαδικτυακής ομάδας (American Educational Research Association [AERA] Ethical Guidelines, 2011· British Psychology Society, 2013· Franzke, et al., 2020· Jowett, 2015· Roberts, 2015). Κλείνοντας, να σημειωθεί ότι οι συμμετέχοντες στην έρευνα αποτελούσαν μια μικτή ομάδα με ποικιλομορφία στη σύνθεσή της ως προς τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, το διδακτικό υπόβαθρο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης, τα χρόνια προϋπηρεσίας, την εργασιακή σχέση αλλά και τη γεωγραφική διασπορά.

## Αποτελέσματα

Τη δεδομένη χρονική στιγμή συγγραφής της παρούσας εργασίας η έρευνα δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί. Αντιθέτως, βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, και συγκεκριμένα σε αυτό της συλλογής και επεξεργασίας των πρωτογενών ερευνητικών δεδομένων. Κατά συνέπεια, θα αρκεστούμε επί του παρόντος σε κάποιες αρχικές παρατηρήσεις. Όπως διαφαίνεται λοιπόν, η έλευση της πανδημίας του COVID-19 και η νέα συνθήκη που επέβαλε στην εκπαιδευτική κοινότητα άλλαξαν τις ανάγκες και τις προσδοκίες των εκπαιδευτικών. Έτσι, παρατηρείται από μέρους τους ένας σαφής προσανατολισμός στην τηλεκπαίδευση και τις ανάγκες της καθώς και στην αναζήτηση νέων μεθόδων διδασκαλίας και ψηφιακών εργαλείων. Την ίδια στιγμή, και σε σύγκλιση με τα ευρήματα μελετών που διενεργήθηκαν εν μέσω πανδημίας (Alsaleh, 2021), υπάρχουν ενδείξεις πως η συμμετοχή των εκπαιδευτικών στην υπό εξέταση άτυπη διαδικτυακή ομάδα διευκόλυνε σημαντικά τη μετάβαση στη διαδικτυακή διδασκαλία και ενίσχυσε την αυτοπεποίθησή τους, ενώ η ίδια η ομάδα λειτούργησε ως χώρος που παρείχε στοχευμένη και έγκαιρη επαγγελματική εξέλιξη (Greenhalgh & Koehler, 2017). Επιπροσθέτως, ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον στοιχείο που έρχεται να τροφοδοτήσει μια συζήτηση που ήδη διεξάγεται στους ερευνητικούς κύκλους τα τελευταία χρόνια, είναι αυτό της ανοιχτής πρόσβασης σε εκπαιδευτικούς πόρους. Υπό αυτή την έννοια, οι άτυπες διαδικτυακές κοινότητες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να συνεισφέρουν προς αυτή την κατεύθυνση, λειτουργώντας πέραν των άλλων και ως αποθετήρια υλικού, πρακτικής εμπειρίας και επαγγελματικής γνώσης (Klebl et al., 2010).

## Συμπεράσματα

Αναμφίβολα, η χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και της τεχνολογίας γενικότερα δεν παράγει από μόνη της μαθησιακά αποτελέσματα (Cartner & Hallas, 2017). Ωστόσο, αυτό που υποστηρίζεται στην παρούσα εργασία είναι ότι οι πλατφόρμες κοινωνικών μέσων δύνανται, υπό προϋποθέσεις, να συμβάλλουν στον προοδευτικό μετασχηματισμό θεσμοθετημένων και εξατομικευμένων μορφών μάθησης σε ανοιχτές μορφές μάθησης και συνεργασίας (Suoranta, 2020; Suoranta & Vaden, 2010). Προς αυτή την κατεύθυνση, οι άτυπες διαδικτυακές κοινότητες που φιλοξενούνται σε τέτοιους χώρους και η έμφαση που δίνουν στον κοινωνικό χαρακτήρα της μάθησης, μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο. Συγκεκριμένα, στα πλαίσια καλλιέργειας μιας “συμμετοχικής κουλτούρας” (Suoranta, 2020, σελ. 1128), μπορούν να προσφέρουν δυνατότητες για συν-δημιουργία ιδεών, πληροφοριών και γνώσης που σπάνε τα καθιερωμένα όρια μεταξύ “παραγωγών” και “καταναλωτών”. Εντός ενός τέτοιου πλαισίου, η πρακτική και η γνώση αντιμετωπίζονται πια ως μια δημόσια συνεισφορά που πρέπει να μοιράζεται, να χρησιμοποιείται, να συν-διαμορφώνεται και να κατανοείται εντός μιας διομότιμης (peer-to-peer) δομής (Sullivan et al., 2018; Wenger, 1998), επιτρέποντας έτσι στα μέλη να είναι συγχρόνως χρήστες αλλά και δημιουργοί (Bruns, 2007, σελ. 3). Στη βάση αυτής της συλλογιστικής, οι προοπτικές που

ανοίγονται για τους εκπαιδευτικούς αλλά και για την πολυπόθητη στροφή προς νέες μορφές επαγγελματικής τους ανάπτυξης είναι μεγάλες και ενδιαφέρουσες.

Η παρούσα έρευνα συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση Μεταδιδασκόντων ερευνητών/ερευνητριών – Β΄ Κύκλος» (MIS-5033021), που υλοποιεί το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ).



## Βιβλιογραφία

- Μπαμπάλης, Θ. Κ., Μαλαφάντης, Κ. Δ., & Τσώλη, Κ. Λ. (2020). Η πρακτική άσκηση στο ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ κατά τη διάρκεια της πανδημίας του COVID-19: Απόψεις των φοιτητριών/-ών για τη συμβολή της συνεργασίας. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 37(70), 82-105.
- AERA (2011). *Code of Ethics*. Ανακτήθηκε στις 29/7/2022, στο [http://www.aera.net/Portals/38/docs/About\\_AERA/CodeOfEthics%281%29.pdf](http://www.aera.net/Portals/38/docs/About_AERA/CodeOfEthics%281%29.pdf)
- Albon, R., & Trinidad, S. (2002). Building learning communities through technology. Στο Κ. Appleton, C. Macpherson, & D. Orr (Eds.), *International Lifelong Learning Conference: Refereed papers from the 2nd International Lifelong Learning Conference*, σελ. 50-67. Central Queensland University Press.
- Alsaleh, A. (2021) Professional learning communities for educators' capacity building during COVID-19: Kuwait educators' successes and challenges. *International Journal of Leadership in Education*.
- Aydın, S. (2012). A review of research on Facebook as an educational environment. *Education Technology Research and Development*, 60(6), 1093-1106.
- Baker, K. J. (2020). Panic-gogy: A Conversation with Sean Michael Morris. *The National Teaching and Learning Forum*, 29(4), 1-3.
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. Στο L. D. Hammond, & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice*. Jossey-Bass.
- Bedford, L. (2019). Using social media as a platform for a virtual professional learning community. *Online Learning*, 23(3), 120-136.
- Boyd, D. M., & Ellison, N. B. (2007). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13, 210-230.
- British Psychological Society (2013). *Ethics guidelines for internet-mediated research*. British Psychological Society.
- Bruns, A. (2007). Prodisage: Towards a broader framework for user-led content creation. Στο B. Shneiderman (Ed.), *Proceedings of a 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity and Cognition*, σελ. 99-105. Association for Computing Machinery.
- Carpenter, J. P., & Krutka, D. G. (2015). Engagement through microblogging: Educator professional development via Twitter. *Professional Development in Education*, 41(4), 707-728.
- Cartner, H. C., & Hallas, J. L. (2017). Challenging teachers' pedagogic practice and Assumptions about social media. *Online Learning*, 21(2).
- Cavanagh, M., & King, A. (2020). Peer-group mentoring for primary preservice teachers during professional experience. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 48(3), 287-300.

- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. (2009). *Inquiry as stance: Practitioner research for the next generation*. Teachers College Press.
- Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Research methods in education*. Routledge.
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. Jossey-Bass.
- Duncan-Howell, J. (2010). Teachers making connections: Online communities as a source of professional learning. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 324-340.
- Flores, M.A., & Gago, M. (2020). Teacher education in times of COVID-19 pandemic in Portugal: National, institutional and pedagogical responses. *Journal of Education for Teaching*, 46(4), 507-516.
- Franzke, A. S., Bechmann, A., Zimmer, M., Charles, M. Ess., & The Association of Internet Researchers (2020). *Internet Research: Ethical Guidelines 3.0*. Ανακτήθηκε στις 29/7/2022, στο <https://aoir.org/reports/ethics3.pdf>
- Garcia-Peñalvo, F.G., Colomo-Palacios, R., & Lytras, M.D. (2012). Informal learning in work environments: training with the social web in the workplace. *Behaviour and Information Technology*, 1(3), 1-3.
- Goodyear, V.A., Parker M., & Casey A. (2019). Social media and teacher professional learning communities. *Physical Education and Sport Pedagogy* 24(5), 421-433.
- Greenhalgh, S., & Koehler, M. (2017). 28 days later: Twitter hashtags as “just in time” teacher professional development. *TechTrends*, 61(3), 246-252.
- Greenhow C., Willet K. B. S., & Galvin S. (2021). Inquiring tweets want to know: #Edchat supports for #RemoteTeaching during COVID-19. *British Journal of Education* 52, 1434-1454.
- Hanushek, E. A. (2011). The economic value of higher teacher quality. *Economics of Education Review*, 30, 466-479.
- Hatch, T., Ahmed, D., Lieberman, A., Faigenbaum, D., White, M.E., & Pointer-Mace, D.H. (2005). *Going public with our teaching: An anthology of practice*. Teachers College Press.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27.
- Hiebert, J., Gallimore, R., & Stigler, J.W. (2002). A knowledge base for the teaching profession: What would it look like and how can we get one? *Educational Researcher*, 31(5), 3-15.
- Iredale, A., Stapleford, K., Tremayne, D., Farrell, L., Holbrey, C., & Sheridan-Ross, J. (2020). A review and synthesis of the use of social media in initial teacher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(1), 19-34.
- Jowett, A. (2015). A case for using online discussions forums in critical psychological research. *Qualitative Research in Psychology*, 12(3), 287-297.
- Kelly, N., & Antonio, A. (2016). Teacher peer support in social network sites. *Teaching and Teacher Education*, 56, 138-149.
- Klebl, M., Krämer, B., & Zobel, A. (2010). From content to practice: Sharing educational practice in edu-sharing. *British Journal of Educational Technology*, 41(6), 936-951.
- Lantz-Andersson, A., Lundin, M., & Selwyn, N. (2018). Twenty years of online teacher communities: A systematic review of formally-organized and informally-developed professional learning groups. *Teaching and Teacher Education*, 75(1), 302-315.
- Lieberman, A., & Miller, L. (2008). *Teachers in professional communities: Improving teaching and learning*. Teachers College Press.
- Lieberman, A., & Pointer Mace, D. (2010). Making Practice Public: Teacher Learning in the 21st Century. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 77-88.

- Liljekvist Y.E., Randahl A.C., Bommel J., & Olin-Scheller C. (2020). Facebook for Professional Development: Pedagogical Content Knowledge in the Centre of Teachers' Online Communities. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 65(5), 723-735.
- Little, J.W. (1982). Norms of collegiality and experimentation: Workplace conditions of school success. *American Educational Research Journal*, 19(3), 325-340.
- Macià, M., & Garcia, I. (2016). Informal online communities and networks as a source of teacher professional development: A review. *Teaching and Teacher Education*, 55, 291-307.
- McLaughlin, M.W., & Talbert, J. (2001). *Professional communities and the work of high school teaching*. University of Chicago Press.
- Miller, V. (2020). *21st century education through the lens of COVID-19*. Independently published.
- Patahuddin, S. M., & Logan, T. (2019). Facebook as a mechanism for informal teacher professional learning in Indonesia. *Teacher Development*, 23(1), 101-120.
- Pischetola, M. (2021). Teaching Novice Teachers to Enhance Learning in the Hybrid University. *Post-digital Science and Education*, 4, 70-92.
- Putnam, R., T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Research*, 29(1), 4-15.
- Rashid, A. R., Rahman, M. F. A., & Rahman, S. B. A. (2016). Teachers' engagement in social support process on a networking site. *Journal of Nusantara Studies*, 1(1), 34-45.
- Roberts, L. (2015). Ethical issues in conducting qualitative research in online communities. *Qualitative Research in Psychology*.
- Robson, J. (2016). Engagement in structured social space: An investigation of teachers' online peer-to-peer interaction. *Learning, Media and Technology*, 41(1), 119-139.
- Robson, J. (2018). Performance, structure and ideal identity. *British Journal of Educational Technology*, 49(3), 439-450.
- Rutherford, C. (2010). Facebook as a Source of Informal Teacher Professional Development. *In education*, 16(1), 60-74.
- Saroyan, A., & Trigwell, K. (2015). Higher education teachers' professional learning: Process and outcome. *Studies in Educational Evaluation*, 46, 92-101.
- Selvi, A. F. (2020). Blurring boundaries: Facebook groups as digital teachers' lounges for ELT professionals. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(1), 251-272.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage.
- Sullivan, R., Neu, V., & Yang, F. (2018). Faculty development to promote effective instructional technology integration: A qualitative examination of reflections in an online community. *Online Learning*, 22(4).
- Suoranta, J. (2020). Critical pedagogy and wikilearning. Στο: S.R. Steinberg, & B. Down (Eds.), *The Sage Handbook of Critical Pedagogies: Volume 1*, σελ. 1126-1138. Sage Publications.
- Suoranta, J., & Vaden, T. (2010). *Wikiworld*. Pluto Press.
- Tour, E. (2017). Teachers' self-initiated professional learning through personal learning networks. *Technology, Pedagogy and Education*, 26(2), 179-192.
- Trust, T., Krutka, D. G., & Carpenter, J. P. (2016). "Together we are better": Professional learning networks for teachers. *Computers & Education*, 102(1), 15-34.
- Tsiotakis, P., & Jimoyiannis, A. (2016). Critical factors towards analysing teachers' presence in on-line learning communities. *Internet and Higher Education*, 28, 45-58.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.
- Yang, S. H. (2009). Using Blogs to Enhance Critical Reflection and Community of Practice. *Educational Technology & Society*, 12(2), 11-21.
- Yildirim, I. (2019). Using Facebook groups to support teachers' professional development. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(5), 589-609.

Yin, R. K. (1984). *Case study research design and methods*. Sage.

**Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021**

**16:00 – 17:30**

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.6**

**ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ**



## Διδακτική προσέγγιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

**Ελένη – Μαρία Βαλκάνου<sup>1</sup>, Ιωάννης Σταράκης<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθεί ο βαθμός στον οποίο μαθητές 5<sup>ης</sup> Δημοτικού μπορούν να οικοδομήσουν την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού. Στο πλαίσιο αυτό καταγράφηκαν τα μονοπάτια μάθησης 24 μαθητών 5<sup>ης</sup> Δημοτικού κατά τη διδασκαλία του συγκεκριμένου φαινομένου. Κομβικό σημείο της παρέμβασης αποτέλεσε η αντιμετώπιση της εναλλακτικής ιδέας ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα όλων των υλικών σωμάτων οφείλεται στην ύπαρξη ελεύθερων ηλεκτρονίων στο εσωτερικό τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές είναι σε θέση να αποδώσουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού στην ύπαρξη διαλυμένων αλάτων στο εσωτερικό του.

**Λέξεις κλειδιά:** ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού, μονοπάτια μάθησης, μαθητές 5<sup>ης</sup> δημοτικού

## An approach to teaching the conductivity of electricity in water in Primary Education

**Eleni – Maria Valkanou<sup>1</sup>, Ioannis Starakis<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

The purpose of this research was to study the extent to which K-5 students can construct the scientifically accepted explanation for the electrical conductivity of water. In this context, the learning pathways of 24 K-5 students were documented during the teaching of the phenomenon in question. The intervention focused on confronting the students' alternative idea that electrical conductivity in all materials is due to the existence of free electrons within them. The results showed that the students in question are able to attribute the electrical conductivity of water to the presence of solute salts within it.

**Keywords:** water's electrical conductivity, learning pathways, k5 students

## Εισαγωγή

Στο χρονικό διάστημα των τεσσάρων τελευταίων δεκαετιών, στη διεθνή βιβλιογραφία εντοπίζεται ένας μεγάλος αριθμός δημοσιεύσεων που αφορούν σε αντιλήψεις μαθητών για έννοιες που σχετίζονται με τον Ηλεκτρισμό, αλλά και σε διδακτικές παρεμβάσεις, σχετικές με αυτές τις έννοιες (Duit, 2009). Το φαινόμενο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στερεών και υγρών σωμάτων έχει μελετηθεί κατά κύριο λόγο σε επίπεδο δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Loh & Subramaniam, 2018; Murniningsih et al., 2020; Othman et al., 2008; Sanger & Greenbowe, 1997).

Έχει βρεθεί ότι μαθητές αυτών των βαθμίδων τείνουν να αποδίδουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα των υγρών σωμάτων στα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Η αντίληψη αυτή φαίνεται να ενισχύεται από την προηγούμενη γνώση των μαθητών για την ηλεκτρική αγωγιμότητα των μετάλλων (Othman et al., 2008). Στην έρευνα των Sanger & Greenbowe (1997) σε προπτυχιακούς φοιτητές τμήματος Χημείας ενός Αμερικανικού Πανεπιστημίου των Μεσοδυτικών Πολιτειών διαπιστώθηκε πως σε φοιτητές που είχαν κατακτήσει την έννοια του κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος, ήταν αρκετά συχνή η άποψη ότι μόνο η παρουσία ελεύθερων ηλεκτρονίων μπορεί να εξασφαλίσει τη διέλευση του ρεύματος σε ένα κλειστό κύκλωμα, μέρος του οποίου είναι ένα διάλυμα ηλεκτρολύτη. Στην έρευνα των Othman et al. (2008) σε μαθητές ενός Λυκείου της Σιγκαπούρης βρέθηκε ότι οι συμμετέχοντες στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα ιοντικών διαλυμάτων, την απέδωσαν στα ελεύθερα ηλεκτρόνια που ισχυρίστηκαν ότι απελευθερώνονται στο νερό κατά τη διάσπαση του ιοντικού δεσμού.

Η παρούσα έρευνα είχε πιλοτικό χαρακτήρα και σκοπός ήταν να μελετηθεί κατά πόσο μαθητές 5<sup>ης</sup> Δημοτικού είναι σε θέση να οικοδομήσουν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού οφείλεται στην ύπαρξη διαλυμένων αλάτων στο εσωτερικό του. Προς αυτή την κατεύθυνση σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μια διδακτική παρέμβαση, έτσι ώστε να καταγραφούν τα μονοπάτια μάθησης (*learning pathways*) μαθητών 5<sup>ης</sup> δημοτικού, κατά τη διδασκαλία του συγκεκριμένου φαινομένου, να μελετηθούν οι δυσκολίες που συναντούν κατά την πορεία τους προς το συμπέρασμα, καθώς και οι πιθανοί τρόποι με τους οποίους μπορούν αυτές να ξεπεραστούν. Το ερευνητικό ερώτημα βάσει του οποίου σχεδιάστηκε η έρευνα ήταν το ακόλουθο: «Μπορούν μαθητές 5<sup>ης</sup> Δημοτικού να αποδώσουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού στην ύπαρξη διαλυμένων αλάτων στο εσωτερικό του;»

## Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε σε επίπεδο ολομέλειας τάξης, σε μία τυπική τάξη ενός δημόσιου δημοτικού σχολείου, σε χρονικό διάστημα τριών διδακτικών ωρών, οι οποίες έλαβαν χώρα σε ξεχωριστές μέρες. Κατά την εφαρμογή της παρέμβασης υιοθετήθηκε ένα κονστрукτιβιστικό πλαίσιο μάθησης. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο μάθησης η γνώση «οικοδομείται» ενεργά από τους μαθητές, στην

προσπάθειά τους να κατανοήσουν τον κόσμο, ενώ σημαντικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία έχουν οι προϋπάρχουσες εμπειρίες και γνώσεις τους, καθώς οι νέες πληροφορίες αξιολογούνται με βάση αυτές (Duit & Treagust, 1998). Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες, για την πραγματοποίηση των πειραμάτων και την καταγραφή των συμπερασμάτων. Κάθε ομάδα ανακοίνωσε τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε στην ολομέλεια της τάξης, ενώ καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας πραγματοποιήθηκε συζήτηση και ενθαρρύνθηκε ο διάλογος μεταξύ των μαθητών, αναφορικά με τις απόψεις τους στα ερωτήματα τα οποία τους τέθηκαν.

Συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 24 μαθητές (9 αγόρια και 14 κορίτσια) της 5<sup>ης</sup> τάξης ενός Δημοτικού Σχολείου του Γαλασίου Αττικής. Στα προηγούμενα μαθήματα, κατά τη διδασκαλία των αρχικών διδακτικών εννοιών του κεφαλαίου του Ηλεκτρισμού, οι εν λόγω μαθητές φαίνεται να είχαν καταλήξει στο επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο για το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και παράλληλα φαίνεται να είχαν υιοθετήσει την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των στερεών σωμάτων.

Εξαιτίας της διερευνητικής φύσης της έρευνας για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Erickson, 2012). Τα δεδομένα συλλέχθηκαν, μέσω δυο διαφορετικών διαδικασιών:

*i) ανάλυση των βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών*

Οι διδασκαλίες βιντεοσκοπήθηκαν και κατόπιν απομαγνητοφωνήθηκαν και καταγράφηκαν κατά λέξη, ενώ καταγράφηκαν και στοιχεία μη λεκτικής επικοινωνίας των μαθητών. Κατόπιν χωρίστηκαν σε βήματα, όπως αυτά αναφέρονται στην περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης ακολούθως.

*ii) συμπλήρωση ερωτηματολογίων από τους μαθητές, πριν και μετά τη διδασκαλία (pre/post tests)*

Χρησιμοποιήθηκαν δύο γραπτά ερωτηματολόγια, τα οποία περιείχαν την ακόλουθη ερώτηση «ανοιχτού» τύπου: «*Θεωρείς ότι το νερό είναι αγωγός ή μονωτής του ηλεκτρικού ρεύματος; Δικαιολόγησε την απάντησή σου, αναφέροντας για ποιο λόγο θεωρείς ότι το νερό είναι αγωγός ή μονωτής του ηλεκτρικού ρεύματος*». Το πρώτο ερωτηματολόγιο δόθηκε στους μαθητές πριν την έναρξη της πρώτης διδασκαλίας, ενώ το δεύτερο περίπου ένα μήνα μετά τη διεξαγωγή της τρίτης και τελευταίας διδασκαλίας. Οι απαντήσεις των μαθητών σε αυτά τα ερωτηματολόγια καταγράφηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν με στόχο να αποτυπωθούν οι αρχικές ιδέες τους, πριν την υλοποίηση της διδασκαλίας (μέσω του pre - test) και να καταγραφεί η όποια εξέλιξη αυτών των ιδεών (μέσω του post - test). Από το σύνολο των 24 μαθητών απουσίαζε ένας μαθητής κατά τη διεξαγωγή του post test, για λόγους υγείας.

Ο κεντρικός διδακτικός στόχος της διδακτικής παρέμβασής ήταν: «*Οι μαθητές/τριες να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού οφείλεται στην ύπαρξη διαλυμένων αλάτων στο εσωτερικό του*». Τα βασικά βήματά της ήταν τα ακόλουθα:

**Βήμα 1**

Σε αυτό το βήμα οι μαθητές κλήθηκαν να: α) διατυπώσουν τις απόψεις τους αναφορικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού βρύσης, β) διαπιστώσουν

πειραματικά ότι το νερό βρύσης άγει το ηλεκτρικό ρεύμα (*Πείραμα 1*), και γ) ερμηνεύσουν τη σχετική πειραματική διαπίστωση.

Για την πραγματοποίηση του *Πειράματος 1* χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα μέσα: 1) μια μπαταρία 4,5V, 2) δύο καλώδια με κροκοδειλάκια, 3) ένας λαμπτήρας Led και 4) ένα ποτήρι με νερό βρύσης. Η κάθε ομάδα μαθητών κλήθηκε να δημιουργήσει ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, στο οποίο παρεμβάλλεται το ποτήρι με το νερό (*Εικόνα 1*), καθώς και να καταγράψει τις παρατηρήσεις της σχετικά με τη φωτοβολία του λαμπτήρα.



*Εικόνα 1 Πείραμα 1*

Για την πραγματοποίηση του συγκεκριμένου πειράματος, αλλά και όσων ακολουθούν, επιλέχθηκε λαμπτήρας Led λευκού χρώματος και χαμηλής τάσης. Ο συγκεκριμένος τύπος λαμπτήρα έχει τέτοια τεχνικά χαρακτηριστικά, έτσι ώστε η διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται στα άκρα των καλωδίων που τοποθετούμε στο νερό βρύσης με αυτόν τον τύπο μπαταρίας να προκαλεί τη φωτοβολία του. Αντίθετα, για να συμβεί το ίδιο με συμβατικά λαμπάκια πυρακτώσεως απαιτείται απαραίτητα προσθήκη αλάτος στο ποτήρι με το νερό βρύσης. Στο συγκεκριμένο βήμα της παρέμβασης βασικός διδακτικός στόχος ήταν οι μαθητές να διαπιστώσουν πειραματικά ότι το νερό βρύσης άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Στην περίπτωση που επιλέγαμε λαμπτήρα πυρακτώσεως οι μαθητές δεν θα μπορούσαν να παρατηρήσουν την αγωγιμότητα του νερού, χωρίς την προσθήκη περαιτέρω αλάτων, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει με τον λαμπτήρα Led. Συνεπώς, η επιλογή του συγκεκριμένου τύπου λαμπτήρα ενίσχυσε διδακτικά τη διαδικασία σε αυτό το βήμα.

### **Βήμα 2**

Στο αυτό το βήμα οι μαθητές κλήθηκαν να: α) εκφράσουν τις απόψεις τους αναφορικά με την επίδραση μιας ποσότητας αλάτων στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού, β) διαπιστώσουν πειραματικά ότι η προσθήκη αλάτων ενισχύει την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού βρύσης (*Πείραμα 2*), γ) ερμηνεύσουν τη σχετική πειραματική διαπίστωση, δ) διαπιστώσουν πειραματικά ότι το αλάτι ως στερεό σώμα είναι μονωτής του ηλεκτρικού ρεύματος (*Πείραμα 3*) και ε) διατυπώσουν εκ νέου τις απόψεις τους αναφορικά με τα αποτελέσματα του 2<sup>ου</sup> πειράματος.

Για την πραγματοποίηση του *Πειράματος 2* χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα μέσα: 1) μια μπαταρία 4,5V, 2) δύο καλώδια με κροκοδειλάκια, 3) ένας λαμπτήρας Led, 4) ένα ποτήρι με νερό βρύσης και 5) αλάτι. Σε κάθε ομάδα δόθηκε αλάτι και ζητήθηκε, αφού προσθέσουν μια κουταλιά στο ποτήρι με το νερό βρύσης που χρησιμοποίησαν στο προηγούμενο βήμα, να πραγματοποιήσουν εκ νέου το πείραμα (*Εικόνα 2*) και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους αναφορικά με τη φωτοβολία του λαμπτήρα.



*Εικόνα 2 Πείραμα 2*



*Εικόνα 3 Πείραμα 3*

Για την πραγματοποίηση του *Πειράματος 3* χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα μέσα: 1) μια μπαταρία 4,5V, 2) δύο καλώδια με κροκοδειλάκια, 3) ένας λαμπτήρας Led και 4) αλάτι. Στην περίπτωση που οι μαθητές είχαν εκφράσει την άποψη ότι το αλάτι σε στερεά μορφή είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, τους ζητήθηκε να πραγματοποιήσουν εκ νέου το πείραμα (*Εικόνα 3*) χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά μια ποσότητα αλατιού σε στερεά μορφή (απουσία νερού).

### **Βήμα 3**

Στο τελευταίο βήμα οι μαθητές κλήθηκαν να: α) εκφράσουν τις απόψεις τους αναφορικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού που δεν περιέχει άλατα, β) διαπιστώσουν πειραματικά ότι το νερό που δεν περιέχει άλατα δεν άγει το ηλεκτρικό ρεύμα (*Πείραμα 4*) και γ) ερμηνεύσουν τη σχετική πειραματική παρατήρηση.

Για την πραγματοποίηση του *Πειράματος 4* χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα μέσα: 1) μια μπαταρία 4,5V, 2) δύο καλώδια με κροκοδειλάκια, 3) ένας λαμπτήρας Led, 4) ένα ποτήρι με διπλά αποσταγμένο νερό. Η κάθε ομάδα μαθητών κλήθηκε να πραγματοποιήσει εκ νέου το πείραμα, αυτή τη φορά χρησιμοποιώντας διπλά αποσταγμένο νερό και να καταγράψει τις παρατηρήσεις της (*Εικόνα 4*).



Εικόνα 4 Πείραμα 4

Αξίζει να σημειωθεί ότι το νερό που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν διπλά αποσταγμένο νερό, που προορίζεται για φαρμακευτική χρήση. Ο συγκεκριμένος τύπος νερού έχει τέτοια τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας, έτσι ώστε η διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται στα άκρα των καλωδίων που τοποθετούμε στο εσωτερικό του με αυτόν τον τύπο μπαταρίας να μην προκαλεί φωτοβολία στον λαμπτήρα Led. Σε αυτό το βήμα της παρέμβασης στόχος μας ήταν οι μαθητές να διαπιστώσουν ότι το διπλά αποσταγμένο νερό δεν άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Συνεπώς, η επιλογή αυτού του τύπου νερού ενίσχυσε διδακτικά τη διαδικασία σε αυτό το βήμα.

## Αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών.

Στο *Βήμα 1*, οι μαθητές κλήθηκαν να εκφράσουν τις απόψεις τους αναφορικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού βρύσης. Αρχικά, οι μαθητές στην πλειοψηφία τους θεώρησαν το νερό βρύσης μονωτή του ηλεκτρικού ρεύματος. Εξέφρασαν την άποψη ότι ένα σώμα για να είναι ηλεκτρικά αγώγιμο είναι απαραίτητο να έχει ελεύθερα ηλεκτρόνια, γεγονός που κατά τη γνώμη τους δεν ισχύει για το νερό:

*Μυρτώ: Το νερό είναι μονωτής, γιατί πιστεύω ότι στο νερό δεν υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια. Το νερό είναι διάφανο και θα φαινότουσαν τα ηλεκτρόνια εάν υπήρχαν.*

Η πραγματοποίηση του *Πειράματος 1* φαίνεται να αποτέλεσε κομβικό σημείο της παρέμβασης. Τα παρατηρησιακά δεδομένα που προέκυψαν από αυτό το πείραμα βοήθησαν τους μαθητές να διαπιστώσουν ότι το νερό βρύσης άγει το ηλεκτρικό ρεύμα και συνεπώς να μετακινηθούν εννοιολογικά από την προηγούμενη άποψή τους, καθώς στο σύνολό τους θεώρησαν ότι το νερό είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Ωστόσο, η πλειοψηφία τους φάνηκε να υιοθέτησε μια μη ορθή επιστημονικά εξήγηση για την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού. Συγκεκριμένα, οι μαθητές απέδωσαν την ηλεκτρική αγωγιμότητα αυτού του νερού, στα ελεύθερα ηλεκτρόνια που ισχυρίστηκαν ότι διαθέτει. Στην υιοθέτηση της εν

λόγω άποψης φαίνεται να συντέλεσε η σχετική γνώση που είχε «οικοδομηθεί» κατά τη διδασκαλία του κεφαλαίου «Αγωγοί και Μονωτές» που είχε προηγηθεί της παρέμβασης:

*Μαρία: Εγώ αναγκάζομαι τώρα πλέον να πω ότι έχει ηλεκτρόνια, γιατί άμα δεν έχει τότε γιατί να ανάψει, χωρίς λόγο;*

Στο Βήμα 2 της παρέμβασης οι μαθητές κλήθηκαν να διατυπώσουν τις απόψεις τους σχετικά με το τι μπορεί να συμβεί στο πείραμα του προηγούμενου βήματος, εάν στο ποτήρι με το νερό διαλύσουμε συγκεκριμένη ποσότητα αλατιού. Αναφορικά με αυτό το ερώτημα, στο σύνολο των μαθητών φάνηκε να επικράτησαν δυο τάσεις:

α) η πλειοψηφία των μαθητών εξέφρασε την άποψη ότι η προσθήκη άλατος δεν θα επηρεάσει τη φωτοβολία του λαμπτήρα, διότι το αλάτι ούτε προσθέτει, ούτε αφαιρεί ελεύθερα ηλεκτρόνια από το κύκλωμα:

*Χρήστος: Πιστεύω ότι θα ανάψει, επειδή το αλάτι δεν είναι κάτι που μπορεί να «σκοτώσει» κάπως τα ηλεκτρόνια.*

β) ένας σημαντικός αριθμός μαθητών ισχυρίστηκε ότι η προσθήκη αλατιού θα επηρεάσει αρνητικά την αγωγιμότητα του νερού. Έτσι το λαμπάκι είτε δε θα ανάψει καθόλου είτε θα μειωθεί η ένταση της ακτινοβολίας του, διότι το αλάτι εμποδίζει την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων:

*Ρεντιόν: Πιστεύω ότι δεν θα ανάψει, γιατί μάλλον το αλάτι επηρεάζει κάπως τα ηλεκτρόνια, μπαίνει σαν φράκτης μπροστά τους και δεν τα αφήνει να συνεχίσουν.*

Η πραγματοποίηση του πειράματος με νερό βρύσης που του προστέθηκε αλάτι φαίνεται να αποτέλεσε κομβικό σημείο της παρέμβασης. Από τα παρατηρησιακά δεδομένα που προέκυψαν οι μαθητές διαπίστωσαν ότι η παρουσία αλάτων προκαλεί την εντονότερη ακτινοβολία του λαμπτήρα, κάτι το οποίο φάνηκε να βοήθησε την πλειοψηφία των μαθητών να ξεπεράσει τις δυσκολίες που αντιμετώπισε στο προηγούμενο βήμα.

Όστόσο, στο σημείο αυτό της διδασκαλίας διαπιστώθηκε ότι το σύνολο των μαθητών θεώρησε πως το αλάτι είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Συγκεκριμένα θεώρησαν ότι το αλάτι προσθέτει ελεύθερα ηλεκτρόνια στο νερό:

*Χρήστος: Εγώ πιστεύω ότι με το αλάτι άναψε πιο πολύ, γιατί το αλάτι είναι σαν να δίνει πιο πολλά ηλεκτρόνια στο νερό.*

Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου εννοιολογικού εμποδίου από τους μαθητές κρίθηκε σκόπιμο να πραγματοποιηθεί μια παραλλαγή του αρχικού πειράματος, όπου στο κύκλωμα παρεμβλήθηκε συγκεκριμένη ποσότητα αλατιού σε στερεά μορφή (χωρίς την παρουσία νερού). Το συγκεκριμένο πείραμα φάνηκε να βοήθησε τους μαθητές, έτσι ώστε να μετατοπιστούν εννοιολογικά από την εναλλακτική τους άποψη ότι το αλάτι είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.

Όταν μετά την πραγματοποίηση του εν λόγω πειράματος ζητήθηκε από τους μαθητές να διατυπώσουν εκ νέου τις απόψεις τους σχετικά με το τι μπορεί να συμβαίνει και ακτινοβολεί εντονότερα το λαμπάκι στο πείραμα του Βήματος 3, στην πλειοψηφία τους ανέφεραν ότι το αλάτι μετατρέπεται σε αγωγό μόνο όταν διαλυθεί στο νερό ή όταν απορροφήσει μια ποσότητα νερού. Στο σημείο αυτό φάνηκε, οι μαθητές να έχουν μετακινηθεί από την άποψη που είχαν εκφράσει στο Βήμα 2 της παρέμβασης ότι το νερό έχει ελεύθερα ηλεκτρόνια, καθώς δεν έκαναν πλέον λόγο για την παρουσία τους στο νερό και για πιθανή αλληλεπίδρασή τους με

το αλάτι. Η παραπάνω εννοιολογική τοποθέτηση των μαθητών φαίνεται να γειτνιάζει με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη σχετικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα των ηλεκτρολυτών:

*Νεφέλη: Εγώ συνεχίζω να πιστεύω ότι το αλάτι είναι αγωγός, αλλά μπορεί για να είναι αγωγός να πρέπει να... (δείχνει με τα χέρια της πως κάτι ανακατεύεται)... πώς να το πω... να ανακατευτεί μαζί με κάτι άλλο όπως το νερό, για να βοηθήσει το λαμπάκι να ανάψει ακόμα περισσότερο.*

Στο Βήμα 3 της παρέμβασης, όταν οι μαθητές κλήθηκαν να εκφράσουν τις απόψεις τους αναφορικά με τι θα συμβεί εάν πραγματοποιήσουμε το πείραμα με νερό απαλλαγμένο από άλατα, στο σύνολό τους ισχυρίστηκαν ότι το λαμπάκι δε θα ανάψει. Η πλειοψηφία των μαθητών θεώρησε ότι εφόσον το νερό που θα χρησιμοποιηθεί στο πείραμα θα είναι απαλλαγμένο από διαλυμένα άλατα δεν είναι δυνατόν να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα:

*Κωνσταντίνος: Πιστεύω ότι τα άλατα παίζουν τον ρόλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων στο νερό χωρίς να είναι ελεύθερα ηλεκτρόνια, γιατί πιστεύω ότι αν το νερό είναι μόνο του χωρίς άλατα δεν θα ανάψει, γιατί θα είναι σαν να μην έχει ελεύθερα ηλεκτρόνια.*

Η πραγματοποίηση του Πειράματος 4 με διπλά αποσταγμένο νερό φαίνεται να αποτέλεσε κομβικό σημείο της παρέμβασης, καθώς οι μαθητές διαπίστωσαν πειραματικά ότι το εν λόγω νερό δεν άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Όταν τους ζητήθηκε να διατυπώσουν το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν αναφορικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού, σχεδόν στο σύνολό τους οι μαθητές φάνηκε να υιοθέτησαν την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση του εν λόγω φαινομένου. Η πλειοψηφία τους διατύπωσε την άποψη ότι μόνο το διάλυμα αλατόνερου είναι δυνατόν να είναι ηλεκτρικά αγώγιμο:

*Μαρία: Είχα πει ότι το αλάτι από μόνο του δεν κάνει τίποτα, το νερό από μόνο του δεν κάνει τίποτα, εάν τα βάλουμε και τα δύο μαζί τότε θα λειτουργήσουν και θα είναι σαν ένας δρόμος, για να μπορέσουν να συνδεθούν και να κινηθούν (κάνει με το χέρι της κύκλο), ώστε να ανάψει το λαμπάκι.*

Τα παραπάνω αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των βιντεοσκοπημένων διαλόγων επιβεβαιώνονται και από την σύγκριση των απαντήσεων των μαθητών στο pre και στο post test. Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση που τους δόθηκε κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο την απάντηση που έδωσαν για το εάν θεωρούν το νερό αγωγό ή μονωτή του ηλεκτρικού ρεύματος. Από τα αποτελέσματα των απαντήσεων προέκυψε ο συγκεντρωτικός Πίνακας 1.

Θεωρείς ότι το νερό είναι αγωγός ή μονωτής του ηλεκτρικού ρεύματος;	Pre test		Post test	
	N	%	N	%
Αγωγός	6	25	21	91,3
Μονωτής	18	75	2	8,7
Σύνολο	N=24		N=23	

Πίνακας 1 Συγκριτικός πίνακας απαντήσεων στο pre και post test



Στο pre test μόνο το 25% των μαθητών (6/24) χαρακτήρισε το νερό ηλεκτρικά αγώγιμο, με κυρίαρχη σχετική εξήγηση ότι μπορεί και «σπρώχνει» τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του καλωδίου:

*«Θεωρώ ότι το νερό είναι αγωγός, γιατί πιστεύω ότι σπρώχνει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια από το καλώδιο και αυτά κινούνται προς το πλάι και έτσι κάνουν το λαμπάκι να ανάψει».*

Στο post test ωστόσο το 91,3% των μαθητών (21/23) χαρακτήρισε το νερό ηλεκτρικά αγώγιμο με τους περισσότερους από αυτούς (16/21) να υιοθετούν την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση:

*«Το νερό που πίνουμε είναι αγωγός, διότι έχει άλατα μέσα. Όμως τα νερά που δεν έχουν άλατα είναι μονωτές, επειδή τα άλατα μόνο όταν διαλύονται στο νερό παίζουν το ρόλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων».*

## Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι μαθητές 5<sup>ης</sup> δημοτικού μπορούν να οικοδομήσουν την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού και να την αποδώσουν στην ύπαρξη διαλυμένων αλάτων στο εσωτερικό του. Τα εμπόδια που φάνηκε να συναντούν κατά την πορεία τους προς το επιδιωκόμενο συμπέρασμα αντιμετωπίστηκαν ικανοποιητικά μέσα από την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που σχεδιάστηκε. Σημαντικό εμπόδιο στην πορεία μάθησης φάνηκε να αποτελεί η τάση των μαθητών να αποδίδουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα όλων των σωμάτων στα ελεύθερα ηλεκτρόνια μετά από τη διδασκαλία της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των στερεών. Η εν λόγω εναλλακτική αντίληψη φαίνεται να είναι αρκετά συχνή και μεταξύ μαθητών δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Othman et al., 2008).

Ωστόσο, ο πιλοτικός χαρακτήρας της έρευνας δεν επιτρέπει τη γενίκευση των συμπερασμάτων. Παράλληλα, η πραγματοποίηση της παρέμβασης σε επίπεδο ολομέλειας τάξης θέτει κάποιους περιορισμούς, καθώς δε δόθηκε η δυνατότητα σε όλους τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους σε όλους τους τιθέμενους προβληματισμούς, αλλά ούτε επιτράπηκε η σε βάθος διερεύνηση των αντιλήψεών τους, έτσι ώστε να καταγραφεί το μονοπάτι μάθησης καθενός ξεχωριστά. Για τους λόγους αυτούς θα είχε ερευνητική αξία η παρέμβαση να εφαρμοστεί σε μικρές ομάδες μαθητών με τη μέθοδο του Διδακτικού Πειράματος (Komorek & Duit, 2004), προκειμένου να μελετηθούν σε μεγαλύτερο βάθος τα προαναφερθέντα μονοπάτια μάθησης.

## Βιβλιογραφία

- Duit, R., & Treagust, D. (1998). Learning in science: From behaviorisms towards social constructivism and beyond. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 3-25). Dordrecht: Kluwer.
- Duit, R. (2009). *Students' and teachers' conceptions and science education*. Bibliography—STCSE. <http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/>

- Erickson, F. (2012). Qualitative Research Methods for Science Education. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1451-1469). Springer: Kluwer.
- 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.  
<https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>
- Loh, A., & Subramaniam, R. (2018). Mapping the knowledge structure exhibited by a cohort of students based on their understanding of how a galvanic cell produces energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 55, 777-809. <https://doi.org/10.1002/tea.21439>
- Murniningsih, Muna, K., & Irawati, R. (2020). Analysis of misconceptions by four tier tests in electrochemistry, case study on students of the chemistry education study program UIN Antasari Banjarmasin. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440, 012008.  
<https://doi.org/1088/1742-6596/1440/1/012008>
- Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). An Investigation into the Relationship between Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter and their Understanding of Chemical Bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531–1550. <https://doi.org/10.1080/09500690701459897>
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Common Student Misconceptions in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic, and Concentration Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.  
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199704\)34:4<377::AID-TEA7>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199704)34:4<377::AID-TEA7>3.0.CO;2-O)

## Μέτρηση της υδροστατικής πίεσης και ο Νόμος της υδροστατικής πίεσης με τον Μικροελεγκτή Arduino

**Αθανάσιος Γκουρμπής**

*1<sup>ο</sup> Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Δ' Αθήνας (ΕΚΦΕ Ν. Σμύρνης)*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, προτείνεται η χρήση του Μικροελεγκτή Arduino UNO για τη μέτρηση της υδροστατικής πίεσης αντί του παραδοσιακού μανομέτρου με υοειδή σωλήνα και μεμβράνη. Για τον σκοπό αυτό, τροποποιήσαμε τον αισθητήρα BMP 280 που κανονικά μετράει ατμοσφαιρική πίεση, καθιστώντας εφικτή τη μέτρηση της πίεσης και μέσα σε υγρό. Η ίδια διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καθοδηγούμενη πειραματική ανακάλυψη του νόμου της υδροστατικής πίεσης στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος της Φυσικής της Β' Γυμνασίου. Οι μαθητές, εφόσον εμπλακούν και στην προετοιμασία της εργαστηριακής άσκησης, αποκομίζουν οφέλη από τον συνδυασμό των φυσικών επιστημών και της επιστήμης υπολογιστών.

**Λέξεις κλειδιά :** Υδροστατική Πίεση, Arduino, Αισθητήρας Πίεσης BMP 280

## Measuring hydrostatic pressure and exploring hydrostatic pressure Law with the Microcontroller Arduino

**Athanasios Gkourmpis**

*1st Laboratory Center for Physical Sciences in D Section of Athens (N.Smyrni)*

### Abstract

This paper is a laboratory exercise for measuring hydrostatic pressure by using the Microcontroller Arduino UNO instead of the traditional U-tube manometer. In order to do this, we modified the BMP 280 sensor, which normally measures barometric pressure, so as to be able to measure pressure within a liquid. Furthermore, it can be used for a driven experimental discovery of the hydrostatic pressure law, according to the second year curricula in the middle school. Pupils are encouraged to participate in the preparation of the laboratory exercise to achieve certain benefits from the combination of physical and computer sciences.

**Keywords:** Hydrostatic Pressure, Arduino, BMP 280 Sensor

## Εισαγωγή

Η αφομοίωση της έννοιας της πίεσης από τους μαθητές, παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες διαπιστώνει η εκπαιδευτική και ερευνητική κοινότητα τόσο στην Ελλάδα (Σμυρναίου & Φαντάκη, 2007· Kariotoglou & Psillos, 2019,) όσο και στο εξωτερικό (Engel-Clough & Driver, 1985· Giese 1987· Wodzinski, 2000). Στο σχολικό βιβλίο της Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου (Αντωνίου κ.ά., 2009) αφού οριστεί η πίεση, επισημαίνεται ότι πίεση υπάρχει και στα αέρια και στα υγρά. Τότε, παρουσιάζεται το μανόμετρο με υγρό σε υοειδή σωλήνα, κάψα και μεμβράνη για τη μέτρηση της υδροστατικής πίεσης που, παρά την άριστη εποπτικότητα του και το γεγονός ότι μπορεί να μετρήσει αμιγώς την υδροστατική πίεση, παρουσιάζει δυσκολίες ως προς την κατανόηση της χρήσης της από τους μαθητές (Μιχαλόπουλος κ.ά., 2019· Leong et al., 2015). Η μέτρηση της πίεσης που γίνεται σε cm υγρού της απόστασης των δύο ελεύθερων επιφανειών του υγρού σε υοειδή σωλήνα, θεωρεί δεδομένη την αναλογία υδροστατικής πίεσης και ύψους στήλης υγρού και δεν μπορεί να οδηγήσει στην ανακάλυψη του Νόμου της Υδροστατικής Πίεσης από τους μαθητές.

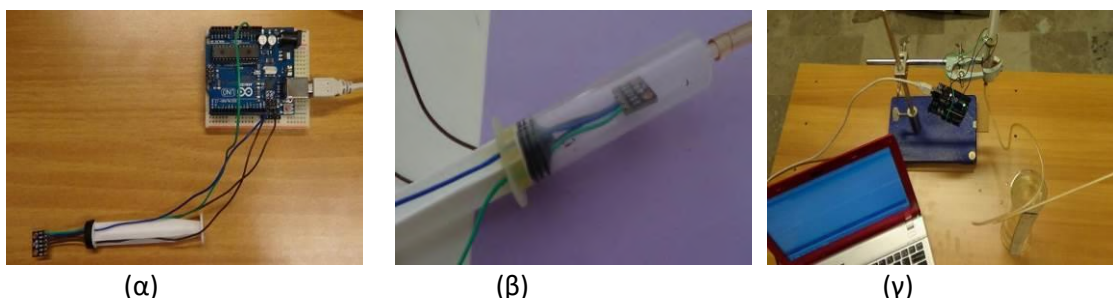
Στην τελευταία έκδοση του εργαστηριακού οδηγού της φυσικής της Β΄ Γυμνασίου (Αντωνίου κ.ά., 2015) η εργαστηριακή άσκηση αφαιρέθηκε και δεν αντικαταστάθηκε από άλλη. Για την ατμοσφαιρική πίεση που ακολουθεί στη διδασκαλία, επίσης δεν προβλέπεται καμία εργαστηριακή δραστηριότητα. Το κενό αυτό, προτείνεται να καλυφθεί με τη χρήση του αισθητήρα ατμοσφαιρικής πίεσης BMP 280, τη χρήση του οποίου επεκτείνουμε, για να μπορεί να μετρά πίεση και εντός υγρών. Ο αισθητήρας συνδέεται με τον μικροελεγκτή Arduino UNO. Τα πλεονεκτήματα του Arduino είναι: η δυνατότητά του να αλληλεπιδρά με το φυσικό κόσμο μέσω αισθητήρων για την καταγραφή φυσικών μεγεθών (Πάλλας & Ορφανάκης, 2016), προγραμματίζεται μέσω ανοικτού κώδικα, είναι πολύ μικρού κόστους και αποτελεί δύναμι μία εναλλακτική πλατφόρμα (Νούσης & Νούση, 2013) για τα εργαστήρια των Γυμνασίων που δε διαθέτουν σύστημα συγχρονικής λήψης απεικόνισης. Οι Zieris et al. (2014) προτείνουν την εμπλοκή των μαθητών και στον προγραμματισμό του Arduino, ώστε να αποκομίσουν οφέλη τόσο από την πληροφορική όσο και από τις φυσικές επιστήμες.

## Προετοιμασία της Διάταξης και Λογισμικού Λήψης Μετρήσεων

Τα αναγκαία υλικά και η προετοιμασία του μανόμετρου:

- Η πλακέτα Arduino UNO και καλώδιο USB σύνδεσης με υπολογιστή
- Ο αισθητήρας BMP 280 της Bosch που μετράει τη Βαρομετρική Πίεση
- Τέσσερα λεπτά καλώδια (jumpers) για τη σύνδεση του αισθητήρα με το Arduino
- Μία πλαστική σύριγγα των 10mL ή μεγαλύτερη, ως κάλυκας για τον αισθητήρα και μία κόλλα στεγανοποίησης δύο συστατικών ή άλλη
- Διάφανο εύκαμπτο σωληνάκι μήκους 30cm περίπου για το άκρο της σύριγγας.

Συνδέουμε στους ακροδέκτες του αισθητήρα BMP 280 τέσσερα καλώδια, δύο για την τροφοδοσία του και δύο για την επικοινωνία των μετρήσεών του με την πλακέτα Arduino (Εικόνα 1α). Προκειμένου να μετρήσουμε υδροστατική πίεση, πρέπει να τον τοποθετήσουμε στο εσωτερικό της σύριγγας και στη συνέχεια να στεγανοποιήσουμε το έμβολο της σύριγγας με χρήση κόλλας (Εικόνα 1β). Τέλος προσαρμόζουμε το εύκαμπτο σωληνάκι στο ακροφύσιο της σύριγγας (Εικόνα 1γ).



Εικόνα 1 Η σύνδεση του αισθητήρα πίεσης στην πλακέτα Arduino UNO (α), η τοποθέτηση του αισθητήρα στη σύριγγα (β), το μανόμετρο έτοιμο προς χρήση (γ).

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Arduino IDE 1.8.15) για τον προγραμματισμό του arduino πρέπει να εγκατασταθεί σε έναν φορητό υπολογιστή. Είναι ανοικτό και διαθέσιμο, από το επίσημο site της πλατφόρμας. Υπάρχουν πολλές δυνατότητες για διαφορετικές προσεγγίσεις στον προγραμματισμό του τρόπου λήψης και εμφάνισης των μετρήσεων.

Η εκτέλεση του προγράμματος συνεπάγεται τη λήψη μέτρησης της πίεσης και είναι δυνατόν να διαπιστωθεί και η ύπαρξη ατμοσφαιρικής πίεσης, όταν το ανοικτό άκρο του εύκαμπτου σωλήνα είναι εκτεθειμένο στον αέρα (Η τοποθέτηση του αισθητήρα στη σύριγγα δεν του αφαιρεί την δυνατότητα να μετρά βαρομετρική πίεση, απλώς επεκτείνει τη χρήση). Η βύθισή του σε υγρό και η εκ νέου λήψη μέτρησης αναδεικνύει την ολική πίεση και την υδροστατική πίεση. Η εξάρτηση α) υδροστατικής πίεσης και βάθους, β) υδροστατικής πίεσης και είδους υγρού ειδικότερα της πυκνότητάς του προκύπτουν εύκολα στα πλαίσια μίας εργαστηριακής ώρας όπως και η ανεξαρτησία της πίεσης από το σχήμα του δοχείου που περιέχει το υγρό.

## Συμπεράσματα

Η προτεινόμενη δραστηριότητα αποτελεί ένα παράδειγμα διεπιστημονικής προσέγγισης STEM για την προώθηση των φυσικών επιστημών μέσω της πλατφόρμας Arduino. Ειδικότερα, η προτεινόμενη μεταποίηση του αισθητήρα BMP 280 εφοδιάζει το σχολικό εργαστήριο (με ελάχιστο κόστος) με ένα αξιόπιστο μανόμετρο ακριβείας σε αέριο/υγρό που δε χρειάζεται βαθμονόμηση, προγραμματιζόμενο από ανοικτό λογισμικό.

Από την προετοιμασία του μανομέτρου που προτείνεται, οι μαθητές θα κατανοήσουν τη φυσική λειτουργία του και στη συνέχεια μπορούν να οδηγηθούν στην ανακάλυψη του νόμου της υδροστατικής πίεσης, όντας συγκεντρωμένοι αποκλειστικά στα εμπλεκόμενα φυσικά μεγέθη. Ο προγραμματισμός του αισθητήρα

ενδεχομένως να έχει κάποιες προκλήσεις, αλλά εάν τους δοθεί η δυνατότητα, οι μαθητές, θα εμπλακούν στη σχεδίαση/λειτουργία όλων των τμημάτων ενός μικρού, αλλά ολοκληρωμένου υπολογιστικού συστήματος και θα εφοδιαστούν με δεξιότητες χρήσιμες, σε κάθε επόμενο project μέτρησης φυσικού μεγέθους, αυτόματου ελέγχου ή ρομποτικής.

## Βιβλιογραφία

- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιόμπα, Λ. (2015). Φυσική Β' Γυμνασίου, βιβλίο μαθητή. ΙΤΥΕ Διόφαντος.
- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιόμπα, Λ. (2015). Φυσική Β' Γυμνασίου, εργαστηριακός οδηγός, ΙΤΥΕ Διόφαντος.
- Λογισμικό Arduino IDE 1.8.15. Ανάκτηση από <https://www.arduino.cc/en/software>
- Μιχαλόπουλος, Β., Καπότης, Ε., & Καλκάνης, Γ. (2019). «Πρωτότυποι εκπαιδευτικοί πειραματισμοί STEM για την υδροστατική πίεση, την άνωση, και την πλεύση. Ιδιοκατασκευές – ερευνά - αξιολόγηση », 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Φλώρινα, Απριλίου 2019.
- Νούσης, Β. & Νούση, Β. (2013). Ο Arduino στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, 5th Conference on Informatics in Education, Αθήνα 2013
- Πάλλας, Α. & Ορφανάκης, Σ. (2016). Χρήση του Arduino στο Ε.Φ.Ε. Το παράδειγμα της θερμομέτρησης με τον αισθητήρα LM35, 4ο Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο Κεντρικής Μακεδονίας «Αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στη Διδακτική Πράξη», Θεσσαλονίκη 2016.
- Σμυρναίου, Ζ. & Φαντάκη, Γ. (2007). Τα λάθη των μαθητών στη Φυσική Β' Γυμνασίου. Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή, "Τα Λάθη των Μαθητών: δείκτες αποτελεσματικότητας ή κλειδιά για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης; ΚΕΕ (Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας), Θεσσαλονίκη, 2007.
- BMP 280 Digital Pressure Sensor, Ανάκτηση από <https://cdnshop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP280-DS001-11.pdf>
- Engel-Clough, E. & Driver, R. (1985). What do children understand about pressure in fluids? *Research in Science & Technological Education*, 3, 133-144.
- Giese, P.A. (1987). Misconceptions about water pressure. In Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Ithaca, NY, USA, 1987.
- Kariotoglou, P., & Psillos, D. (2019). Essay: Teaching and Learning Pressure and Fluids. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Fluids 4, 194.
- 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.
- Wodzinski, R. (2000). Zustandsgröße Druck. Zur Einführung des Druckbegriffs in der Sekundarstufe I. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 11(57), 32-34.
- Zieris, H., Gerstberger, H., & Müller, W. (2014). Using Arduino-Based Experiments to Integrate Computer Science Education and Natural Science. Conference: KEYCIT 2014 – Key Competencies in Informatics and ICT, 238-243, Potsdam.

ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΣΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021

11:30 – 13:30

**Ηλεκτρονικές Αναρτημένες Ανακοινώσεις (Posters)**



## Απόψεις και δυσκολίες των εκπαιδευτικών στην ενσωμάτωση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Μία συστηματική ανασκόπηση

**Χρυσούλα Γκουντούλα<sup>1</sup>, Αναστάσιος Ζουπίδης<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*

### Περίληψη

Η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) αποτελεί μία σημαντική πτυχή της διερευνητικής μάθησης. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών για την μέθοδο ΣΕΜ και την ενσωμάτωσή της στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Για την ανασκόπηση ακολουθήσαμε τις νέες κατευθυντήριες γραμμές, όπως παρουσιάζονται στο PRISMA 2020, μέσα από μία διευρυμένη λίστα ελέγχου 27 βημάτων. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί συστηματική μελέτη των απόψεων και των δυσκολιών των Ελλήνων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην ενσωμάτωση της μεθόδου ΣΕΜ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

**Λέξεις κλειδιά:** Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών

## Teachers' views and difficulties in integrating the Control of Variables Strategy into Science Teaching: A systematic review

**Chrysoula Gountoula<sup>1</sup>, Anastasios Zoupidis<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>Demokritus University of Thrace*

### Abstract

Control of Variables Strategy (CVS) is a substantial aspect of inquiry-based learning. This paper aims to review the literature and to identify the studies that have been carried out so far, on teachers' views and difficulties concerning the CVS method and its integration into science teaching. For the review we followed the new guidelines, as presented in PRISMA 2020, through an expanded 27-step checklist. Based on the systematic review results, a lack of previous systematic study on Greek primary school teachers' views and difficulties in integrating the CVS method into science teaching has been revealed.

**Keywords:** Control of Variables Strategy, teachers' professional development

## Εισαγωγή

Η ικανότητα σχεδιασμού κατάλληλων πειραμάτων και η εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων από τα αποτελέσματά τους είναι μια από τις βασικές δεξιότητες στην επιστημονική σκέψη (Chen & Klahr, 1999). Η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) αποτελεί ένα από τα στοιχειώδη συστατικά της διερεύνησης με διττό ρόλο, ως «μέσο» και ως «σκοπός» της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) (Boudreaux et al., 2008).

Επιπλέον, θεωρείται προαπαιτούμενο για την ανάπτυξη υψηλών δεξιοτήτων επιστημονικού συλλογισμού, όπως είναι η σύνθετη επίλυση προβλήματος και οι αιτιώδεις συλλογισμοί που προκύπτουν από τον έλεγχο πολλών μεταβλητών (Schwichow et al., 2020). Παρόλα αυτά, οι εκπαιδευτικοί δεν χρησιμοποιούν τη μέθοδο ΣΕΜ ως ένα σημαντικό διδακτικό εργαλείο (Schwichow et al., 2020).

Λαμβάνοντας υπόψη την αξία της ενσωμάτωσης της μεθόδου κατά την εκπαιδευτική πράξη, ώστε οι μαθητές να διαμορφώνουν μια ολιστική εικόνα για την επιστήμη (Boudreaux et al., 2008), αλλά και τις δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διαχείριση τέτοιου είδους ζητημάτων στη διδασκαλία (Furtak & Alonzo, 2009· Rorohl & Rönnebeck, 2019), η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών, τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη.

## Μεθοδολογία

Αφετηριακό σημείο της συστηματικής ανασκόπησης ήταν η προκαταρκτική διερεύνηση και χαρτογράφηση του πεδίου, με τελικό στόχο τον εντοπισμό κενών και ελλείψεων. Για την ανασκόπηση, δηλαδή για τον εντοπισμό, την επιλογή και την κατηγοριοποίηση των μελετών ακολουθήσαμε τις νέες κατευθυντήριες γραμμές, όπως παρουσιάζονται στο PRISMA 2020, μέσα από μία διευρυμένη λίστα ελέγχου 27 βημάτων, με λεπτομερείς συστάσεις αναφοράς για κάθε στοιχείο (Page et al., 2021). Στο πλαίσιο αυτό, επιχειρήθηκε να παρουσιαστούν τα γενικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου προβλήματος που διερευνούμε, δηλαδή πώς συνοψίζεται η εικόνα της ερευνητικής προσπάθειας μέχρι στιγμής στην παγκόσμια βιβλιογραφία/αρθρογραφία και τι ζητήματα μένουν ανοιχτά προς διερεύνηση, με σκοπό να δοθεί απάντηση στο κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της εργασίας.

Ως πηγές πληροφοριών για την αναζήτηση της βιβλιογραφίας αξιοποιήθηκαν οι παρακάτω βάσεις δεδομένων: SCOPUS, Google Scholar, Elsevier, Eric, Research Gate και Springer. Εξετάστηκαν δημοσιεύσεις από το 2000 μέχρι την 30<sup>η</sup> Μαΐου 2021, στην αγγλική γλώσσα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν παραπομπές από τα εξαγόμενα άρθρα για την ολοκλήρωση της αναζήτησης δεδομένων. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό και τη συλλογή των υφιστάμενων μελετών και ο αλγόριθμος της αναζήτησης των λέξεων-κλειδιών στη βάση της λογικής Boolean ήταν: “Control of Variables Strategy”, “Control of Variables AND science education”, “teaching Control of

Variables Strategy”, “student understanding of CVS”, “Control of Variables adults”, “transfer of the Control of Variables”, “Control of Variables Strategy experimental designs”, “teachers’ professional development in science”, “Self-Efficacy and CVS”, “Teachers’ beliefs and views AND science”. Οι παραπάνω λέξεις-κλειδιά χρησιμοποιήθηκαν σε όλες τις βάσεις δεδομένων και κάθε φορά απορρίπτονταν τα δεδομένα που είχαν προηγουμένως εντοπιστεί ή που δεν πληρούσαν τα αρχικά κριτήρια αναζήτησης.

Τα κριτήρια αποκλεισμού από την έρευνα ήταν η διαθεσιμότητα, το είδος της έρευνας, το μέγεθος αυτής και το έτος δημοσίευσης. Τα είδη ερευνών που εξαιρέθηκαν είναι τα εξής: μη διαθέσιμα άρθρα, σύντομες εργασίες, posters και περιλήψεις που δεν παρέχουν ολόκληρα τα άρθρα, έρευνες με μέγεθος μικρότερο από εισήγηση και έτος δημοσίευσης πριν από το 2000. Από την ανάλυση των άρθρων συλλέχθηκαν ποσοτικά (αριθμός άρθρων, μέγεθος δείγματος, έτος δημοσίευσης, εργαλεία και μέσα συλλογής δεδομένων) και ποιοτικά (ερευνητικό ερώτημα, αποτελέσματα έρευνας) δεδομένα. Τα άρθρα στο σύνολό τους ήταν 318 και με βάση τα παραπάνω κριτήρια έγινε συγχώνευση όλων των αποτελεσμάτων της αναζήτησης από τις διάφορες πηγές, αφαιρέθηκαν τα διπλότυπα (duplicates) (21 άρθρα) και έμειναν 298 άρθρα. Στη συνέχεια, ελέγχθηκαν οι τίτλοι και οι περιλήψεις των 298 άρθρων και απομονώθηκαν οι δυνητικά κατάλληλες μελέτες. Εξαιρέθηκαν με αυτόν τον τρόπο 172 άρθρα, τα οποία αφορούσαν διπλωματικές εργασίες, μετα-αναλύσεις, αλλά και άρθρα που δεν σχετιζόνταν με τη ΣΕΜ στην εκπαίδευση, καθώς είχαν ως κεντρική θεματολογία τους τη διερεύνηση γενικότερα. Από αυτήν τη διαδικασία έμειναν 126 άρθρα. Αναγνώστηκαν τα πλήρη 126 κείμενα και παρέμειναν τα δυνητικά κατάλληλα (75 άρθρα). Επιπλέον, για την αρχειοθέτηση, ταξινόμηση και κριτική αποτίμηση των παραπάνω άρθρων αξιοποιήθηκαν οι λίστες ελέγχου του Critical Appraisal Skills Programme (CASP).

## Αποτελέσματα

Συνεπώς, ο τελικός αριθμός των άρθρων διαμορφώθηκε στα 75 άρθρα, τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν στις επιμέρους κατηγορίες ως εξής:

- Η ΣΕΜ ως διερευνητική μέθοδος (28 άρθρα)
- ΣΕΜ και εκπαίδευση εκπαιδευτικών (17 άρθρα)
- Η ΣΕΜ στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (15 άρθρα)
- Απόψεις, πεποιθήσεις και αυτό-αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών σχετικά με τη ΣΕΜ (13 άρθρα)
- Διαμορφωτική Αξιολόγηση και ΣΕΜ (2 άρθρα).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συστηματικής ανασκόπησης στη σχετική βιβλιογραφία/αρθρογραφία, παρατηρείται η εκτενής προσπάθεια μελέτης της κατανόησης της μεθόδου ΣΕΜ από τους μαθητές, τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και της εφαρμογής της μεθόδου σε πραγματικά μαθησιακά περιβάλλοντα. Ωστόσο, δεν υπάρχει συστηματική ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη. Επιπλέον, εντοπίζονται αρκετές μελέτες που αφορούν στην κατανόηση και τις δυσκολίες εφαρμογής άλλων διερευνητικών προσεγγίσεων (problem-based inquiry, project-based

learning, field-work, case studies κ.ά.), σε αντίθεση με την περίπτωση της μεθόδου ΣΕΜ, όπου ο αριθμός των μελετών είναι πολύ μικρότερος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ενώ έπειτα από μία διδακτική παρέμβαση προκύπτει σταδιακή βελτίωση της κατανόησης της ΣΕΜ από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς (Thompson & Dow, 2017), η ρητή διδασκαλία και κατανόηση της μεθόδου δε διασφαλίζουν και την εφαρμογή της (Zouridis et al., 2021). Ενδεχομένως, η πρακτική άσκηση για την εφαρμογή της ΣΕΜ δεν οδηγεί σε βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση από τους εκπαιδευτικούς (Schwichow et al., 2016), αλλά και η ικανότητα των εκπαιδευτικών να κρίνουν με ακρίβεια τα επίπεδα επίτευξης κατανόησης της ΣΕΜ από τους μαθητές τους, βρίσκεται σε πολύ χαμηλό επίπεδο (Rorohl & Rönnebeck, 2019). Αναμφίβολα, οι πρακτικές των εκπαιδευτικών που σχετίζονται με τη διαμορφωτική αξιολόγηση, όπως η ερμηνεία των ιδεών των μαθητών ή η παροχή κατάλληλων σχολίων είναι απαραίτητα στοιχεία για την επιτυχή μάθηση των μαθητών (Furtak & Alonzo, 2009). Επιπλέον, η ανατροφοδότηση με έμφαση στη μέθοδο ΣΕΜ θα μπορούσε να είναι ένας σημαντικός παράγοντας που θα υποστήριζε ουσιαστικά την ανάπτυξη της μεθόδου από τους ίδιους τους μαθητές (Ross, 1988).

Για τους παραπάνω λόγους, σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε ένα ερευνητικό εργαλείο (ερωτηματολόγιο), το οποίο προέκυψε από τη σύνθεση:

- του περιεχομένου της Φυσικής από το ΑΠΣ της Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού
- τον τύπο ερωτημάτων της ομάδας Zouridis et al. (2021)
- τον τύπο ερωτημάτων της ομάδας Schwichow et al. (2020)
- το είδος ανατροφοδότησης που προτείνουν οι Furtak & Alonzo (2009) και οι Rorohl & Rönnebeck (2019).

Κύριος στόχος του ερωτηματολογίου είναι η διερεύνηση των απόψεων, των ιδεών και των δυσκολιών των Ελλήνων εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη. Το ερωτηματολόγιο, καθώς και τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του, θα παρουσιαστούν σε επόμενη δημοσίευση.

## Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη. Παρόλο που η μέθοδος ΣΕΜ θεωρείται από τις πλέον σημαντικές μεθόδους στη διερευνητική διδασκαλία, τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήσαμε παρουσιάζουν έναν περιορισμένο αριθμό μελετών με θέμα την κατανόηση και εφαρμογή της μεθόδου ΣΕΜ από τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Κατά συνέπεια, καθίσταται σημαντική η διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών με περαιτέρω έρευνες και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

## Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξηερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 1828)

## Βιβλιογραφία

- Boudreaux, A., Shaffer, P., Heron, P., & McDermott, L. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76, 163–170. <https://doi:10.1119/1.2805235>.
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70, 1098–1120. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081>
- Furtak, E. M., & Alonzo, A. C. (2009). The Role of Content in Inquiry-Based Elementary Science Lessons: An Analysis of Teacher Beliefs and Enactment. Published online: 30 April 2009 # *Springer Science & Business Media B.V.* 2009. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9128-y>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ropohl, M., & Rönnebeck, S. (2019). Making learning effective – quantity and quality of pre-service teachers' feedback. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2156–2176. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1663452>
- Ross, J. A. (1988). Controlling variables: a meta-analysis of studies. *Review of Educational Research*, 58(4), 405–437.
- Schwichow, M., Osterhaus, C., & Edelsbrunner, P. A. (2020). The relation between the control of variables strategy and content knowledge in physics in secondary school. *Contemporary Educational Psychology*, 63, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101923>
- Thompson, K. W., & Dow, M. J. (2017). Co-Teaching to Improve Control Variable Experiment Instruction in Physical Sciences Education. *Electronic Journal of Science Education*, 21(5), 36-52.
- Zoupidis, A., Tselfes, V., & Kariotoglou, P. (2021). Pre-service early childhood teachers' beliefs that influence their intention to use inquiry-based learning methods. *International Journal of Early Years Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/09669760.2021.1890552>

## Αναπαράσταση της φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος σε παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος

**Δήμητρα Καζαντζίδου, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων*

### Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει κείμενα παιδικών βιβλίων μυθοπλασίας με θέμα την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος ως προς την ακρίβεια στην αναπαράσταση της φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος. Με την Ποιοτική Ανάλυση Περιεχομένου εντοπίζονται και καταγράφονται οι αναφορές σχετικά με τη φύση του στρατοσφαιρικού όζοντος, οι οποίες οργανώνονται σε σύστημα κατηγοριών. Από την ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων με την κυρίαρχη επιστημονική άποψη προκύπτουν τα λάθη, οι ανακρίβειες και οι παραλείψεις που μπορεί να οδηγήσουν τα παιδιά στην οικοδόμηση εναλλακτικών ιδεών. Τέλος, προτείνονται τρόποι για τη χρήση αυτών των βιβλίων στη διδασκαλία, ώστε τα παιδιά να οικοδομήσουν τις αντίστοιχες επιστημονικές έννοιες.

**Λέξεις κλειδιά:** στρατοσφαιρικό όζον, παιδικά βιβλία μυθοπλασίας, εναλλακτικές ιδέες, ποιοτική ανάλυση περιεχομένου

## Representation of the nature of stratospheric ozone in children's fiction books about ozone layer depletion

**Dimitra Kazantzidou, Konstantinos T. Kotsis**

*Department of Primary Education, University of Ioannina*

### Abstract

This study examines the scientific accuracy in the written representation of stratospheric ozone in children's fiction books about ozone layer depletion. Qualitative content analysis is used to record the references about the nature of stratospheric ozone and formulate categories. After analyzing and comparing the results with the scientific consensus view, the errors, inaccuracies, and omissions, that could lead children to the construction of alternative ideas, are identified. Finally, effective ways to incorporate these books into education are proposed, so that children are able to construct knowledge about scientific concepts.

**Keywords:** stratospheric ozone, children's fiction books, alternative ideas, qualitative content analysis

## Εισαγωγή

Η μείωση της συγκέντρωσης του στρατοσφαιρικού όζοντος αναγνωρίζεται ως ένα από τα σημαντικότερα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα στη δημιουργία των οποίων συνεισφέρουν ανθρώπινες ενέργειες και δραστηριότητες (Cordero, 2000). Η κατανόηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων αλλά και ο προσδιορισμός των αιτιών και της πιθανής εξέλιξής τους θεωρούνται σημαντικά για όλους τους μελλοντικούς πολίτες, διότι συνιστούν προαπαιτούμενα για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων (Christidou & Koulaïdis, 1996).

Μετά την ανάδειξη του περιβαλλοντισμού ως πολιτικού κινήματος στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του 20ου αιώνα, η παιδική λογοτεχνία άρχισε να ενσωματώνει στο περιεχόμενό της και θέματα που αφορούν τη φύση και τα περιβαλλοντικά προβλήματα (Echterling, 2016). Η χρήση της στη διδασκαλία και μάθηση γενικών επιστημονικών θεμάτων αλλά και θεμάτων για το περιβάλλον υποστηρίχθηκε από πολλούς/ές ερευνητές/τριες (π.χ. Kirk & Karbon, 1986· Meyer, 2002· Monhardt & Monhardt, 2000). Όπως επισήμαναν οι Hsiao & Shih (2016), μετά τη διεξαγωγή της μελέτης τους που αφορούσε τη χρήση παιδικών βιβλίων στη διδασκαλία εννοιών για περιβαλλοντική προστασία, οι γνώσεις παιδιών για έννοιες σχετικά με το περιβάλλον φαίνεται πως αυξάνονται με τη χρήση παιδικών λογοτεχνικών βιβλίων. Η ανάγνωση ή ακρόαση παιδικής λογοτεχνίας ενθαρρύνει τα παιδιά να γίνουν υπεύθυνα και ενημερωμένα μέλη του πλανήτη μας, να αγωνίζονται για την αντιμετώπιση προβλημάτων που έχουν προηγουμένως κατανοήσει (Meyer, 2002) και να προβαίνουν σε κοινωνικές δράσεις και αλλαγές (Naroli, 2011).

Αν και η εισαγωγή της παιδικής λογοτεχνίας στη διδασκαλία και μάθηση Φυσικών και Περιβαλλοντικών Επιστημών υποστηρίζεται ευρέως, έχουν επισημανθεί ορισμένοι περιορισμοί στη χρήση της λόγω της παρουσίας λαθών και ανακρίβειών στο περιεχόμενό της (Mayer, 1995· Pringle & Lamme, 2005· Rice, 2002· Sackes et al., 2009).

Ερευνητές/τριες εξέτασαν την ακρίβεια περιεχόμενου βιβλίων παιδικής λογοτεχνίας με ποικίλη θεματολογία και εντόπισαν μεταξύ άλλων μη σωστές αναπαραστάσεις φυσικών εννοιών και φαινομένων (Sackes et al., 2009), ανακρίβειες στην εικονογράφηση (Trundle et al., 2008) και φανταστικά στοιχεία (Broemmel & Rearden, 2006). Ο Meyer (2002) προειδοποίησε πως και παιδικά βιβλία που πραγματεύονται περιβαλλοντικά θέματα μπορεί να μειονεκτούν ως προς την ακρίβεια του περιεχομένου τους για λόγους «διασκέδασης και αναγνωσιμότητας» (σ. 277). Στη βιβλιογραφία δεν εντοπίστηκε κάποια μελέτη που να εξέτασε την ακρίβεια στην αναπαράσταση της φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος σε παιδικά λογοτεχνικά βιβλία.

Αποτελέσματα ερευνών που μελέτησαν τις ιδέες τόσο ενηλίκων όσο και παιδιών διαφορετικών χωρών σχετικά με το στρώμα του όζοντος και την καταστροφή του κατέγραψαν χαμηλά επίπεδα κατανόησης αλλά και ποικίλες εναλλακτικές ιδέες (π.χ. Boyes & Stanisstreet, 1994· Cordero, 2000· Leighton & Bisanz, 2003· Migdanalevros & Kotsis, 2021). Η κατανόηση του στρατοσφαιρικού όζοντος και του προβλήματος της καταστροφής του περιλαμβάνει αφηρημένες έννοιες και περίπλοκες διαδικασίες που δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές (Christidou & Koulaïdis, 1996· Cordero, 2000· Leighton & Bisanz, 2003). Συνεπώς, πληροφορίες για αυτό το φαινόμενο συλλέγονται από έμμεσες

πηγές, όπως η τηλεόραση, τα βιβλία και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (Boyes & Stanisstreet, 1994, Leighton & Bisanz, 2003). Είναι πιθανό κάποιες από τις εναλλακτικές ιδέες να προέρχονται από τη μη σωστή αναπαράσταση του φαινομένου σε αυτές τις πηγές (Boyes et al., 1995).

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εξέταση της ακρίβειας στην αναπαράσταση της φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος σε κείμενα παιδικών βιβλίων μυθοπλασίας με θέμα την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος. Επιλέχθηκαν βιβλία μυθοπλασίας ως αντικείμενο ανάλυσης, διότι εμπειρικές μελέτες σε παιδιά κατέληξαν πως η ανάγνωση ή ακρόαση παιδικών βιβλίων μυθοπλασίας με λάθη και ανακρίβειες στο περιεχόμενό τους μπορεί να οδηγήσει στην οικοδόμηση εναλλακτικών ιδεών για έννοιες και φαινόμενα Φυσικών Επιστημών (Mayer, 1995, Rice 2002). Με την παρούσα μελέτη οι εκπαιδευτικοί αλλά και όσοι επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν τα βιβλία θα γνωρίζουν εκ των προτέρων τα λάθη και τις ανακρίβειες των κειμένων, ώστε να επιλέγουν κατάλληλα βιβλία ή να αποτρέπουν με ορισμένες παρεμβάσεις τη δημιουργία εναλλακτικών ιδεών.

## Μεθοδολογία

Η συλλογή του δείγματος έγινε με τη χρήση δειγματοληψίας σκοπιμότητας. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση παιδικών βιβλίων στους ηλεκτρονικούς καταλόγους 71 εκδοτικών οίκων με τις λέξεις κλειδιά: *όζον, στρώμα του όζοντος, τρύπα/αραιώση του όζοντος, ατμοσφαιρική ρύπανση*. Εξήντα από αυτούς εντοπίστηκαν στον κατάλογο με εκδοτικούς οίκους που είναι διαθέσιμος στην ιστοσελίδα του Μικρού Αναγνώστη (<http://www.mikrosanagnostis.gr/thema-oikologia-vivliografia.asp>), ενώ οι υπόλοιποι 11 εντοπίστηκαν κατόπιν αναζήτησης σε τέσσερις δημόσιες βιβλιοθήκες, καθώς έχουν εκδώσει παιδικά βιβλία με θέμα το περιβάλλον. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή των βιβλίων ήταν τα εξής: α) να αποτελούν βιβλία ιστοριών (storybooks) ή διπλής σκοπιμότητας (dual purpose books), β) να απευθύνονται σε παιδιά προσχολικής και σχολικής ηλικίας, γ) να περιέχουν άμεσες ή/και έμμεσες αναφορές για το στρατοσφαιρικό όζον και την καταστροφή του, δ) να είναι διαθέσιμα για δανεισμό σε δημόσιες βιβλιοθήκες ή προς πώληση σε ιστοσελίδες βιβλιοπωλείων. Από την αναζήτηση εντοπίστηκαν οχτώ εκδοτικοί οίκοι που έχουν εκδώσει στην Ελλάδα, κατά το διάστημα 1999 έως και 2011, εννέα παιδικά βιβλία με θέμα την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος. Η πλειοψηφία των βιβλίων κατατάσσονταν σε βιβλία ιστοριών (N=6), ενώ τα υπόλοιπα σε βιβλία διπλής σκοπιμότητας (N=3), περιείχαν δηλαδή μια ιστορία μυθοπλασίας και πραγματολογικές πληροφορίες στο τέλος του βιβλίου. Για τέσσερα από τα βιβλία το αναγνωστικό κοινό ήταν παιδιά ηλικίας 3-6 ετών, ενώ πέντε βιβλία απευθύνονταν σε ηλικίες 6 ετών και άνω.

Το ερευνητικό ερώτημα της μελέτης διατυπώθηκε ως εξής: Ποια γνωστικά στοιχεία και πληροφορίες προβάλλονται σχετικά με τη φύση του στρατοσφαιρικού όζοντος στα κείμενα των βιβλίων; Ποιες είναι οι ανακρίβειες, τα λάθη και οι παραλείψεις τους; Η Ποιοτική Ανάλυση Περιεχομένου, όπως αυτή προτάθηκε από τον Philipp Mayring (2014), χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των κειμένων. Τα κείμενα εισήχθησαν στο λογισμικό ανοιχτής πρόσβασης QCAmap (<https://www.qcamap.org/>), ώστε να αναζητηθούν και να καταγραφούν τα αποσπάσματα που αναφέρονται στη φύση του στρατοσφαιρικού όζοντος. Με τον επαγωγικό σχηματισμό κατηγοριών και



βάσει του θέματός τους, τα καταγεγραμμένα αποσπάσματα οργανώθηκαν σε σύστημα κατηγοριών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακα (Πίνακας 1), που περιέχει το σύστημα κατηγοριών με τη συχνότητα εμφάνισής τους στα κείμενα, παραδείγματα αποσπασμάτων από τα κείμενα και τις πιθανές εναλλακτικές ιδέες, που μπορεί να οικοδομήσουν τα παιδιά κατά την ανάγνωση ή ακρόαση.

## Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των εννέα παιδικών βιβλίων μυθοπλασίας εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν 22 αποσπάσματα που αναφέρονται στη φύση του στρατοσφαιρικού όζοντος σε όλα τα κείμενα του δείγματος. Τα αποσπάσματα αυτά οργανώθηκαν σε δύο κατηγορίες με βάση το θέμα τους (Πίνακας 1): 1.1 Κατανομή και θέση του στρατοσφαιρικού όζοντος και 1.2 Προέλευση και διαδικασία σχηματισμού του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Στην πρώτη κατηγορία, 1.1 Κατανομή και θέση του στρατοσφαιρικού όζοντος, εντάχθηκαν 16 αποσπάσματα που εντοπίστηκαν σε όλα τα κείμενα του δείγματος. Με κριτήριο την κατανομή του στρατοσφαιρικού όζοντος και την περιοχή που εντοπίζεται η παρουσία του, τα αποσπάσματα οργανώθηκαν σε τρεις υποκατηγορίες.

Η πρώτη υποκατηγορία (1.1.1) συγκροτήθηκε από επτά αποσπάσματα τεσσάρων κειμένων, σύμφωνα με τα οποία το όζον σχηματίζει στρώμα/μανδύα/ομπρέλα στην ατμόσφαιρα της Γης. Η θέση του στρώματος του όζοντος προσδιορίζεται «μερικά χιλιόμετρα πάνω από τη Γη», «γύρω γύρω από τη Γη», «στα ψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας», «ψηλά στον ουρανό» ή κάτω από τη στρατόσφαιρα. Για παράδειγμα: «Μερικά χιλιόμετρα πάνω από τη Γη βρίσκεται το στρώμα του όζοντος. Το όζον [...] τυλίγει γύρω γύρω τη Γη» (TB6). Η έννοια της στρατόσφαιρας εντοπίστηκε σε ένα μόνο κείμενο. Ωστόσο, δεν δηλωνόταν ρητά πως το στρώμα του όζοντος αποτελεί τμήμα της, αλλά υπονοούνταν πως βρίσκεται κάτω από αυτήν. Το απόσπασμα του κειμένου αναφέρει: «[...] (τα καυσαέρια) άρχισαν να τρυπούν το μανδύα του όζοντος, για να φτάσουν ακόμη πιο ψηλά. Στην αρχή άνοιγαν μικρούλες τρύπες και ξέφευγαν προς τα πάνω, στη λεγάμενη στρατόσφαιρα.» (TB8). Σύμφωνα με την επιστημονική άποψη, όμως, το στρώμα του όζοντος αποτελεί περιοχή της στρατόσφαιρας και βρίσκεται σε απόσταση 15 έως 35 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της Γης (Miller, 1999).

Η δεύτερη υποκατηγορία (1.1.2) συγκροτήθηκε από ένα απόσπασμα του κειμένου «Τίνος είναι ο αέρας;», το οποίο επισημαίνει εσφαλμένα πως το όζον σχηματίζει ένα στρώμα, όπως μια ασπίδα ή ένα φίλτρο, μπροστά από τον Ήλιο: «Το στρώμα του όζοντος είναι μια προστατευτική ασπίδα, ένα φίλτρο, που μπαίνει μπροστά από τον ήλιο [...] Χωρίς αυτό το φίλτρο [...]» (TB7).

Τέλος, στην τρίτη υποκατηγορία (1.1.3) περιλήφθηκαν οχτώ αποσπάσματα τεσσάρων κειμένων που αναφέρονται έμμεσα στο όζον και στην καταστροφή του. Για παράδειγμα: «[...] η ατμόσφαιρα είχε τρύπες!» (TB2) και «[...] είδε μια τόσο θα μικρούλα τρύπα στον αέρα που τυλίγει τη Γη...» (TB5). Τα αποσπάσματα αυτά δεν υποδεικνύουν πως το στρατοσφαιρικό όζον βρίσκεται συγκεντρωμένο σε κάποια περιοχή της ατμόσφαιρας, αλλά υπονοούν πως είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο γύρω από τη Γη, στην ατμόσφαιρα, στον ουρανό ή στον αέρα.

Σύστημα κατηγοριών	Παραδείγματα από τα κείμενα	Πιθανές εναλλακτικές ιδέες
1.1 Κατανομή και θέση του στρατοσφαιρικού όζοντος (N=9):	1.1.1 «Μερικά χιλιόμετρα πάνω από τη Γη βρίσκεται το στρώμα του όζοντος. Το όζον [...] τυλίγει γύρω γύρω τη Γη» (TB6), «[...] (τα καυσαέρια) άρχισαν να τρυπούν το μανδύα του όζοντος, για να φτάσουν ακόμη πιο ψηλά. Στην αρχή άνοιγαν μικρούλες τρύπες και ξέφευγαν προς τα πάνω, στη λεγόμενη στρατόσφαιρα.» (TB8)	1.1.1 Το στρώμα του όζοντος βρίσκεται κάτω από τη στρατόσφαιρα, δεν αποτελεί τμήμα της στρατόσφαιρας. 1.1.2 Το στρώμα του όζοντος δεν βρίσκεται στη Γη, αλλά μπροστά από τον Ήλιο. 1.1.3 Το όζον είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο στην ατμόσφαιρα, στον ουρανό ή στον αέρα. Η ατμόσφαιρα αποτελεί ένα ομοιογενές μείγμα.
1.1.1 Το όζον ως στρώμα στην ατμόσφαιρα της Γης (N=4)	1.1.2 «Το στρώμα του όζοντος είναι μια προστατευτική ασπίδα, ένα φίλτρο, που μπαίνει μπροστά από τον ήλιο [...] Χωρίς αυτό το φίλτρο [...]» (TB7)	1.2.1 Ο Ήλιος δημιούργησε και έδωσε στη Γη το στρώμα του όζοντος.
1.1.2 Το όζον ως στρώμα μπροστά από τον Ήλιο(N=1)	1.1.3 «Πανοπλία της η Γη την ατμόσφαιρα φορά, την έχουμε τρυπήσει [...]» (TB2)	1.2.2 Το όζον προέρχεται από βαμβάκι. Το βαμβάκι μετατρέπεται σε όζον με τη μαγεία.
1.1.3 Το ομοιόμορφα κατανεμημένο στην ατμόσφαιρα της Γης (N=4)	1.2.1 «Και για να δεις πόσο πολύ σε αγαπώ, θα σου κάνω άλλο ένα δώρο: Θα σου χαρίσω έναν μοναδικό, υπέροχο μανδύα. Πράγματι, ευθύς αμέσως ο Ήλιος σκέπασε τη Γη με τον περίφημο μανδύα του όζοντος.» (TB8)	1.2.3 Το όζον στην ατμόσφαιρα καταστρέφεται και ξαναφτιάχνεται από μόνο του, χωρίς να συμβάλουν άλλοι παράγοντες.
1.2 Προέλευση και διαδικασία σχηματισμού του στρατοσφαιρικού όζοντος (N=2):	1.2.2 «Ο μάγος έβγαλε το μαγικό του ραβδί [...] έκανε με αυτό μερικές κινήσεις σαν μαέστρος μπροστά από το βαμβάκι κι αυτό...-Εξαφανίστηκε, είπε η Κατερίνα. -Δεν εξαφανίστηκε. Μετατράπηκε σε φρέσκο πεντακάθαρο όζον. Να κάτι που η επιστήμη δε θα κατάφερνε ποτέ χωρίς τα μαγικά μου.» (TB6)	
1.2.1 Το στρώμα του όζοντος προέρχεται από τον Ήλιο (N=1)	1.2.3 «Το όζον στην ατμόσφαιρα καταστρέφεται και ξαναφτιάχνεται από την αρχή, έτσι που να υπάρχει πάντοτε αρκετό για να μας προστατεύει.» (TB6)	
1.2.2 Το στρώμα του όζοντος σχηματίζεται από βαμβάκι υπό την επίδραση της μαγείας (N=1)	1.2.4 «Το όζον είναι χημική ένωση φτιαγμένη από οξυγόνο, σαν κι αυτό που αναπνέουμε [...]» (TB6)	
1.2.3 Το όζον καταστρέφεται και ξαναφτιάχνεται από μόνο του (N=1)		
1.2.4 Το όζον αποτελεί χημική ένωση από οξυγόνο (N=1).		

Πίνακας 24 Αποτελέσματα αναπαράστασης φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος

Στη δεύτερη κατηγορία, 1.2 Προέλευση και διαδικασία σχηματισμού του στρατοσφαιρικού όζοντος, εντάχθηκαν έξι αποσπάσματα που εντοπίστηκαν σε δύο κείμενα του δείγματος. Τα αποσπάσματα οργανώθηκαν σε τέσσερις υποκατηγορίες με βάση το θέμα τους.

Στην πρώτη υποκατηγορία (1.2.1) περιλήφθηκαν τρία αποσπάσματα ενός κειμένου που αναφέρουν πως το στρώμα του όζοντος προσφέρθηκε ως δώρο από τον Ήλιο στη Γη. Για παράδειγμα: «Και για να δεις πόσο πολύ σε αγαπώ, θα σου κάνω άλλο ένα δώρο: Θα σου χαρίσω έναν μοναδικό, υπέροχο μανδύα. Πράγματι, ευθύς αμέσως ο Ήλιος σκέπασε τη Γη με τον περίφημο μανδύα του όζοντος.» (TB8).

Στη δεύτερη υποκατηγορία (1.2.2) εντάχθηκε η αναφορά: «Ο μάγος έβγαλε το μαγικό του ραβδί[...] έκανε με αυτό μερικές κινήσεις σαν μαέστρος μπροστά από το βαμβάκι κι αυτό...-Εξαφανίστηκε, είπε η Κατερίνα. -Δεν εξαφανίστηκε. Μετατράπηκε σε φρέσκο πεντακάθαρο όζον. Να κάτι που η επιστήμη δε θα κατάφερνε ποτέ χωρίς τα μαγικά μου.» (TB6). Σύμφωνα με αυτήν, το βαμβάκι μετατρέπεται σε όζον υπό την επίδραση της μαγείας.

Η τρίτη υποκατηγορία (1.2.3) συγκροτήθηκε από το απόσπασμα: «Το όζον στην ατμόσφαιρα καταστρέφεται και ξαναφτιάχνεται από την αρχή, έτσι που να υπάρχει πάντοτε αρκετό για να μας προστατεύει.» (TB6). Αν και περιγράφεται πως το όζον στην ατμόσφαιρα καταστρέφεται και ξαναφτιάχνεται, δεν γίνεται αναφορά στους παράγοντες που επιδρούν σε αυτή τη διαδικασία.

Τέλος, το απόσπασμα: «Το όζον είναι χημική ένωση φτιαγμένη από οξυγόνο, σαν κι αυτό που αναπνέουμε [...]» (TB6) συγκρότησε την τέταρτη υποκατηγορία (1.2.4). Σε αυτήν αναφέρεται η σύσταση του όζοντος, πως δηλαδή αποτελεί χημική ένωση από οξυγόνο. Το απόσπασμα συμβαδίζει με την επικρατούσα επιστημονική άποψη, διότι το όζον είναι το τριατομικό οξυγόνο (O<sub>3</sub>) και αποτελεί ένα ασταθές μόριο.

## Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα καταλήγει πως όλα τα υπό ανάλυση κείμενα περιείχαν γνωστικά στοιχεία και πληροφορίες σχετικά με τη φύση του στρατοσφαιρικού όζοντος. Συγκεκριμένα, όλα τα κείμενα παρείχαν πληροφορίες για τη θέση και κατανομή του στρατοσφαιρικού όζοντος, ενώ δύο κείμενα αναφέρονταν στην προέλευση και διαδικασία σχηματισμού του. Από την ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων με την κυρίαρχη επιστημονική άποψη προκύπτει πως τα κείμενα δεν αναπαριστούσαν πάντα με ακρίβεια τη φύση του στρατοσφαιρικού όζοντος, ενώ σε ένα κείμενο (TB6) συνυπήρχαν περιγραφές που συμβάδισαν με την επιστημονική άποψη με περιγραφές που εμφάνιζαν παραλείψεις και στοιχεία μαγείας. Ο προσδιορισμός αυτών των μη σωστών αναπαραστάσεων βρίσκεται σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες που περιέγραψαν λάθη, ανακρίβειες και παραλείψεις στην αναπαράσταση διάφορων φυσικών εννοιών και φαινομένων στο περιεχόμενο βιβλίων παιδικής λογοτεχνίας (π.χ. Sackes et al., 2009· Trundle et al., 2008).

Σχετικά με την κατανομή και θέση του στρατοσφαιρικού όζοντος, αν και σε τέσσερα βιβλία περιγραφόταν να σχηματίζει στρώμα/μανδύα/ομπρέλα στην ατμόσφαιρα της Γης, σε ένα βιβλίο εμφανιζόταν ως στρώμα μπροστά από τον Ήλιο, ενώ στα υπόλοιπα τέσσερα βιβλία υπονοούσαν λανθασμένα πως είναι ομοιόμορφα κατανομημένο στην ατμόσφαιρα. Όσον αφορά την τοποθεσία, σε κανένα κείμενο δεν προσδιοριζόταν με ακρίβεια η θέση του στη στρατόσφαιρα της Γης. Μολονότι η έννοια της στρατόσφαιρας καταγράφηκε σε ένα κείμενο, υπονοούσαν λανθασμένα πως το στρώμα του όζοντος βρίσκεται κάτω από αυτήν. Εκτός από τα λάθη και τις παραλείψεις στις περιγραφές για τη θέση και κατανομή του στρατοσφαιρικού όζοντος, διαπιστώθηκε πως γινόταν χρήση φαντασίας και μαγείας στις αναφορές για την προέλευση και διαδικασία σχηματισμού του. Επιπλέον, παρατηρήθηκαν ασάφειες και παραλείψεις στο απόσπασμα σχετικά με την καταστροφή και αναδημιουργία του όζοντος στην ατμόσφαιρα, καθώς δεν αναφερόταν ο ρόλος του φωτός και της υπεριώδους ακτινοβολίας.

Ορισμένα από τα λάθη και τις ανακρίβειες που εντοπίστηκαν στα κείμενα αντανακλούν εναλλακτικές ιδέες μαθητών/τριών που έχουν ήδη καταγραφεί στη βιβλιογραφία. Για παράδειγμα, οι Christidou & Koulaidis (1996) εξέτασαν τις ιδέες μαθητών/τριών ηλικίας 11 έως και 12 ετών σχετικά με το όζον και την καταστροφή του. Αν και η πλειοψηφία (78%) θεωρούσε πως το όζον σχηματίζει ένα στρώμα στον ουρανό ή γύρω από τη Γη, υπήρξαν και μαθητές/τριες που θεωρούσαν πως το όζον σχηματίζει ένα στρώμα γύρω από τον Ήλιο (4,76%) ή πως είναι ομοιόμορφα κατανομημένο στην ατμόσφαιρα (16,67%). Συνεπώς, η ανάγνωση ή ακρόαση των αποσπασμάτων με λάθη, ανακρίβειες και παραλείψεις μπορεί να οδηγήσει στην οικοδόμηση εναλλακτικών ιδεών, αλλά και να ενισχύσει υπάρχουσες εναλλακτικές ιδέες.

Αν και τα υπό ανάλυση βιβλία αποτελούν πιθανή πηγή εναλλακτικών ιδεών, ο εντοπισμός των μη σωστών αναπαραστάσεων της φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος στα κείμενα μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη αξιοποίησή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Για τη χρήση των βιβλίων του δείγματος στην εκπαίδευση προτείνεται να προηγηθεί διδασκαλία σχετικά με τη σύσταση και τα στρώματα της ατμόσφαιρας και να προσδιοριστεί η θέση και η κατανομή του στρατοσφαιρικού όζοντος σε αυτήν. Επιπρόσθετα, η ταυτόχρονη χρήση παιδικών βιβλίων ή άλλου εποπτικού υλικού με επιστημονικά ακριβές περιεχόμενο θα επέτρεπε στους μαθητές/τριες, μέσω συγκρίσεων, να προσεγγίσουν κριτικά το περιεχόμενο των βιβλίων μυθοπλασίας και να εντοπίσουν τα λάθη, τις ανακρίβειες και τις παραλείψεις τους. Ακόμη, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να αξιολογήσουν τις γνώσεις των μαθητών/τριών για το στρατοσφαιρικό όζον αμέσως μετά την ανάγνωση ή ακρόαση των παιδικών βιβλίων, ώστε να εντοπιστούν και να διορθωθούν άμεσα οι εναλλακτικές ιδέες που οικοδόμησαν.

Στα πλαίσια της εξέτασης της αναπαραστάσης του στρατοσφαιρικού όζοντος σε παιδικά βιβλία θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και εξέταση της ακρίβειας της αναπαραστάσής του στην εικονογράφηση. Η ύπαρξη λαθών και ανακριβειών ως προς έννοιες και φαινόμενα Φυσικών Επιστημών στην εικονογράφηση έχει επισημανθεί εξάλλου και σε άλλες έρευνες ανάλυσης περιεχομένου βιβλίων παιδικής λογοτεχνίας (π.χ. Sackes et al., 2009; Trundle et al., 2008). Τέλος, η διενέργεια περισσότερων ερευνών στον τομέα της μάθησης από την ανάγνωση ή ακρόαση παιδικών βιβλίων θα μπορούσε να συμβάλει και στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση της παιδικής λογοτεχνίας στη διδασκαλία και μάθηση Φυσικών και Περιβαλλοντικών Επιστημών.

## Βιβλιογραφία

- Miller, G. T. (1999). *Περιβαλλοντικές Επιστήμες* (Κ. Παυλόπουλος, Μετάφ.). Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Boyes, E., & Stanistreet, M. (1994). The ideas of secondary school children concerning ozone layer damage. *Global Environmental Change*, 4(4), 311–324. [https://doi.org/10.1016/0959-3780\(94\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0959-3780(94)90031-0)
- Boyes, E., Stanistreet, M., & Papantoniou, V. S. (1999). The ideas of Greek high school students about the “Ozone layer.” *Science Education*, 83(6), 724–737. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199911\)83:6<724::AID-SCE5>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199911)83:6<724::AID-SCE5>3.0.CO;2-P)
- Broemmel, A., & Rearden, K. (2006). Should teachers use the Teachers’ Choices books in science classes? *The Reading Teacher*, 60(3), 254–265. <http://www.jstor.org/stable/20204458>
- Christidou, V., & Koulaidis, V. (1996). Children’s models of the ozone layer and ozone depletion. *Research in Science Education*, 26(4), 421–436. <https://doi.org/10.1007/BF02357453>

- Cordero, E. (2000). Misconceptions in Australian students' understanding of Ozone depletion. *Melbourne Studies in Education*, 41(2), 85–97. <https://doi.org/10.1080/17508480009556362>
- Echterling, C. (2016). How to Save the World and Other Lessons from Children's Environmental Literature. *Children's Literature in Education*, 47, 283–299. <https://doi.org/10.1007/s10583-016-9290-6>
- Hsiao, C. Y., & Shih, P. Y. (2016). Exploring the effectiveness of picture books for teaching young children the concepts of environmental protection. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 25(1), 36–49. <https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1106203>
- Kirk, K. A., & Karbon, J. (1986). Environmental Content in Award-Winning Children's Literature: 1960 through 1982. *The Journal of Environmental Education*, 17(3), 1–7. <https://doi.org/10.1080/00958964.1986.9941411>
- Leighton, J. P., & Bisanz, G. L. (2003). Children's and adult's knowledge and models of reasoning about the ozone layer and its depletion. *International Journal of Science Education*, 25(1), 117–139. <https://doi.org/10.1080/09500690210163224>
- Mayer, D. A. (1995). How Can We Best Use Children's Literature in Teaching Science Concepts? *Science and Children*, 32(6), 16–19.
- Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution*. Klagenfurt: Beltz. Retrieved from <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173>
- 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. <https://doi.org/10.1080/00377990209600179>
- Migdanalevros, I., & Kotsis, K. T. (2021). Literacy of students of the Physics Department regarding the greenhouse effect and the ozone hole. *International Journal of Educational Innovation*, 3(4), 74–85.
- Monhardt, R., & Monhardt, L. (2000). Children's literature and environmental issues: Heart over mind? *Reading Horizons: A Journal of Literacy and Language Arts*, 40(3), 175–184. [https://scholarworks.wmich.edu/reading\\_horizons/vol40/iss3/2](https://scholarworks.wmich.edu/reading_horizons/vol40/iss3/2)
- Napoli, M. (2011). Going Green: Empowering Readers to Change the Environment. *Kappa Delta Pi Record*, 47(2), 76–79. <https://doi.org/10.1080/00228958.2011.10516566>
- 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), 1–16. [https://scholarworks.wmich.edu/reading\\_horizons/vol46/iss1/2](https://scholarworks.wmich.edu/reading_horizons/vol46/iss1/2)
- Rice, D. C. (2002). Using trade books in teaching elementary science: Facts and fallacies. *The Reading Teacher*, 55(6), 552–565. <https://www.jstor.org/stable/20205097>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10643-009-0304-5>
- Trundle, K. C., Troland, T. H., & Pritchard, T. G. (2008). Representations of the Moon in Children's Literature: An Analysis of Written and Visual Text. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 17–28. <https://doi.org/10.1007/BF03174700>

## Παράρτημα

### Βιβλία δείγματος

- Ζαραμπούκα, Σ., (Κείμε. & Εικ.) (2008), *Φυσικά σ' αγαπώ*, Αθήνα: Κέδρος. (TB1)
- Ηλιοπούλος, Β., (Κείμε.), Κοζάντι, Φ., (Εικ.) (2009), *Παιδιά σε δράση! Η ώρα να σώσουμε τη Γη έχει φτάσει*, Αθήνα: Πατάκη. (TB2)

- Μιχαηλάκη-Αρφαρά, Β., (Κείμε.), Καραστεργίου, Α. (Εικ.) (2008), *Η αόρατη ομπρέλα*, Αθήνα: Διάπλαση (1η έκδοση 2002). (TB3)
- Μιχαλόπουλος, Ν., Βερούλη, Ά., (Κείμε.), Καραντινού, Ε., (Εικ.) (2008), *Ο Αη Βασίλης φέτος είναι πράσινος*, Αθήνα: Άγκυρα. (TB4)
- Παπαδοπούλου, Ε., (Κείμε.), Ρούσσου, Α., (Εικ.) (2008), *Η κυρα-Φύση και ο κακός ο Ρύπος*, Αθήνα: Εκδοτικός Οίκος Α.Α. Λιβάνη. (TB5)
- Παπαθεοδούλου, Α., (Κείμε.), Μαρουλάκης, Ν., (Εικ.) (2008), *Ο μάγος του όζοντος*, Αθήνα: Μίνωας (1η έκδοση 2006). (TB6)
- Shomei, Υ. (Κείμε. & Εικ) (1999), *Τίνος είναι ο αέρας;* (Ι. Δημάκος, Μετάφ.). Αθήνα: Σύγχρονοι ορίζοντες (1η εκδ. 1997). (TB7)
- Τασάκου, Τ., (Κείμε.), Καραστεργίου, Α., (Εικ.) (2002), *Ο κόκκινος γίγαντας: μια ιστορία της γης και του ήλιου*, Αθήνα: Κέδρος. (TB8)
- Φραγκούλη-Αργύρη, Ι., (Κείμε.), Taylor, Ε. (Εικ.) (2011), *Ο Πολ και η Λάρα ταξιδεύουν*, Αθήνα: Ψυχογιός. (TB9)

## Η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης για τη μάθηση στις φυσικές επιστήμες. Μία ιστορική και εννοιολογική αναδρομή

**Σωτήρης Μανδαλίδης, Φανή Σέρογλου**

*Ερευνητική Ομάδα ATLAS - A Teaching and Learning Approach for Science, Ερευνητικό Εργαστήριο Ψηφιακής Ανάλυσης και Σχεδιασμού Εργαλείων Μάθησης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Η εργασία αυτή επιχειρεί να εξετάσει τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητη η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης στην εκπαίδευση στη μελέτη των φυσικών επιστημών καθώς και στη χρήση και εφαρμογή των φυσικών επιστημών στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα, ενώ παρουσιάζονται οι δεξιότητες και προδιαθέσεις που αναπτύσσει ο κριτικά σκεπτόμενος άνθρωπος. Ταυτόχρονα επιχειρείται μία βιβλιογραφική εννοιολογική επισκόπηση της κριτικής σκέψης από το 1910 και μία ιστορική αναδρομή από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.

**Λέξεις κλειδιά:** κριτική σκέψη, διδασκαλία των φυσικών επιστημών, δεξιότητες και προδιαθέσεις για την κριτική σκέψη

## Fostering critical thinking for science learning. A historical and conceptual retrospection

**Sotiris Mandalidis, Fanny Seroglou**

*ATLAS Research Group, - A Teaching and Learning Approach for Science, Research Laboratory of Digital Analysis and Design of Learning Tools-DiDeS, School of Primary Education, Faculty of Education, Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This paper attempts to shed light onto the issue of why fostering critical thinking is necessary in education in the study of science, as well as contribute in the discussion about the use and application of critical thinking in the 21st century society, presenting the skills and dispositions that a critical thinker develops. At the same time, a conceptual overview of critical thinking literature since 1910 and a historical review from antiquity to the present day are attempted.

**Keywords:** critical thinking, science teaching, critical thinking skills and dispositions

## Εισαγωγή

Σε όλες τις έρευνες αναγνωρίζεται η προστιθέμενη αξία της κριτικής σκέψης και η συνεισφορά της: α) στην εκπαίδευση και στα αναλυτικά προγράμματα, β) στη σωστή μαθησιακή εξέλιξη των μαθητών και των μαθητριών, καθώς και γ) στην προετοιμασία ενεργών, υπεύθυνων και δημοκρατικών πολιτών, που θα αντιμετωπίζουν τα προβλήματα στην καθημερινότητά τους παίρνοντας τεκμηριωμένες αποφάσεις με βάση δεδομένα που έχουν εξεταστεί (Halpern, 2014· Hitchcock, 2017· McPeck, 1990· Paul, 1989·).

Στην εργασία αρχικά γίνεται μία ιστορική αναδρομή για τους πρόδρομους εκφραστές της κριτικής σκέψης και τον τρόπο εμφάνισής της καθώς και μία εννοιολογική προσέγγιση μέσω μίας χρονοσειράς από το 1910. Παρουσιάζονται οι δεξιότητες (γνωσιακές και μεταγνωσιακές) και προδιαθέσεις που αναπτύσσει ένα κριτικά σκεπτόμενο άτομο και οι προσεγγίσεις διδασκαλίας της κριτικής σκέψης σε σχέση με το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών. Τέλος, ερευνάται η σύνδεση της κριτικής σκέψης με τη φύση των φυσικών επιστημών και με την καλλιέργεια στάσεων και αξιών δημοκρατικά σκεπτόμενων πολιτών.

## Μεθοδολογία

Οι μελέτες που περιλαμβάνονται σ' αυτή την έρευνα εντοπίστηκαν μέσω εκτενούς αναζήτησης σε άρθρα περιοδικών με κριτές, δημοσιευμένα, χρησιμοποιώντας τις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων ERIC, SCOPUS, ScienceDirect, Elsevier, Springer Link και Google Scholar. Πολλαπλές αναζητήσεις διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας συνδυασμούς συναφών όρων στις λέξεις-κλειδιά (στα αγγλικά και στις ελληνικές μεταφράσεις τους): critical thinking, critical thinking skills, critical thinking disposition, science teaching, science literacy, science education, science learning, NOS and critical thinking στους τίτλους των ερευνών, στην περίληψη και στο πλήρες κείμενο. Για την ολοκλήρωση της ανασκόπησης φυλλομετρήθηκαν επιστημονικά περιοδικά στην Εκπαίδευση. Τέλος, πραγματοποιήθηκε σάρωση των επιστημονικών αναφορών με χρήση των ονομάτων των συγγραφέων.

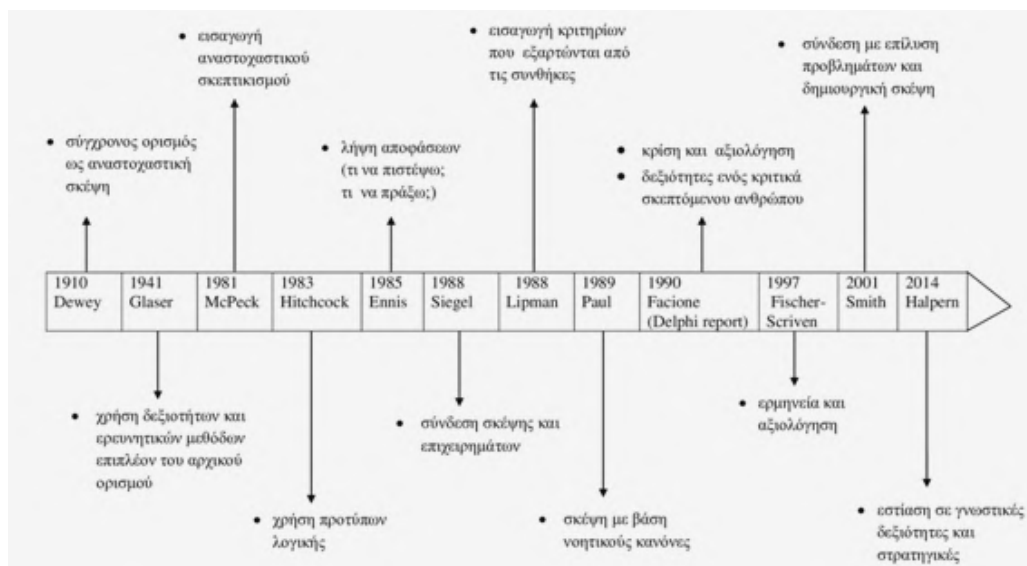
## Αποτελέσματα

Την κριτική σκέψη τη συναντάμε αρχικά στους σοφιστές της Αρχαίας Ελλάδας, ενώ πρόδρομοι της διδασκαλίας της θεωρούνται ο Σωκράτης (5<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ.), ο Πλάτωνας (4<sup>ος</sup> αιώνας π.χ.) και ο μεγάλος φιλόσοφος Αριστοτέλης. Στον μεσαίωνα άξιοι συνεχιστές που στρέφονται προς την κριτική σκέψη είναι ο Καρτέσιος («Λόγος περί Μεθόδου») και ο Γερμανός φιλόσοφος Καντ «Κριτική του Καθαρού Λόγου» (Vieira et al., 2011). Στην εικόνα 1 απεικονίζεται η εξέλιξη των ορισμών της κριτικής σκέψης από το 1910 μέχρι σήμερα.

Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται ένας οδηγός για τις δεξιότητες κριτικής σκέψης (<https://www.educatorstechnology.com/2012/07/a-quick-guide-to-21st-century-critical.html>), που στηρίζεται στις αντιλήψεις των Ennis και Faccione. Το 1988-1990 από



το Delphi report προκύπτει ότι η κριτική σκέψη αποτελείται από δεξιότητες (CTS - Critical Thinking Skills) που αφορούν την ερμηνεία, την ανάλυση, την αξιολόγηση, το συμπέρασμα, την επεξήγηση και την αυτορρύθμιση και προδιαθέσεις (CTD - Critical Thinking Disposition) που αφορούν την αναζήτηση αλήθειας, την περιέργεια, την ωριμότητα, την αναλυτικότητα, το ανοιχτό πνεύμα, τη συστηματικότητα και την αυτοπεποίθηση (Colucciello, 1997· Facione et al., 1994).



Εικόνα 1: Εννοιολογική εξέλιξη της κριτικής σκέψης (1910-2014)

Όμως, όχι μόνο οι επιστήμονες και οι επιστημόνισσες αλλά και οι μαθητές και οι μαθήτριες θα πρέπει να έχουν τις παραπάνω δεξιότητες στην κοινωνία, προκειμένου να αποκτήσουν τον απαιτούμενο γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες και να λύσουν τα προβλήματα που συναντώνται στην καθημερινή τους ζωή.

Υπάρχουν τέσσερις προσεγγίσεις διδασκαλίας της κριτικής σκέψης σε σχέση με το περιεχόμενο του διδασκόμενου μαθήματος στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και γενικότερα στην εκπαίδευση: *έγχυσης* (infusion), *γενική* (general), *εμβάπτισης* (immersion) και η *μικτή* (mixed) (Ennis, 1989).

Εκτός όμως από τη γνώση περιεχομένου, οι μαθητές και οι μαθήτριες πρέπει να κατανοήσουν τη φύση των φυσικών επιστημών και τις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας, ώστε να έχουν τη δυνατότητα ως μελλοντικοί ενήλικες πολίτες και μέλη μίας δημοκρατικής κοινωνίας να μπορούν να πάρουν με κριτικό τρόπο τεκμηριωμένες αποφάσεις σε κοινωνικο-επιστημονικά θέματα και να εκτιμήσουν τις φυσικές επιστήμες ως ένα μέρος του πολιτισμού μας (Σέρογλου, 2006). Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, θεμελιώδη πυλώνα για τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών αποτελεί η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης (Ennis, 1989· Yacoubian, 2015). Η φύση των φυσικών επιστημών συνδέεται στενά με την κριτική σκέψη, αφού η επιστημονική γνώση, η οποία δεν είναι ενιαία και μοναδικά έγκυρη, προϋποθέτει και στηρίζεται σε παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου, εξαρτάται όμως και από την ανθρώπινη φαντασία και δημιουργικότητα. Η κριτική σκέψη μπορεί να αποτελέσει μέσο για την καλλιέργεια υπεύθυνης στάσης απέναντι στη χρήση και την εφαρμογή της επιστήμης και συνδέεται στενά με τις διαδικασίες διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Οι μαθητές και μαθήτριες σε όλα τα επίπεδα και σε κάθε τομέα των φυσικών επιστημών αναπτύσσουν

ικανότητα στην κριτική σκέψη, καθώς μαθαίνουν να παράγουν και να αξιολογούν γνώσεις, ιδέες και δυνατότητες και να τις χρησιμοποιούν, όταν αναζητούν νέα μονοπάτια ή λύσεις.

Κατηγορία	Δεξιότητες		Παραδείγματα
1 Γνώση Αναγνώριση και ανάκληση της πληροφορίας	ορίζω συμπληρώνω το κενό κατατάσσω αναγνωρίζω	χαρακτηρίζω εντοπίζω αντιστοιχίζω απομνημονεύω	Ποιος.....; Τι.....; Πού.....; Πότε.....; Πώς.....; Περιγράψε.....; Τι είναι.....;
	ονομάζω ανακαλύ γράφω	διατυπώνω λέω υπογραμμίζω	Ξαναπές..... με δικά σου λόγια. Ποια είναι η κεντρική ιδέα του.....; Ποιες είναι διαφορές μεταξύ.....; Μπορείς να γράψεις μια σύντομη περίληψη;.....
2 Κατανόηση Οργάνωση και επιλογή γεγονότων και ιδεών	μετατρέπω περιγράφω εξηγώ επαναδιατυπώνω λέω με δικά μου λόγια ξαναγράφω	ερμηνεύω παραφράσω βάζω στη σειρά συνοψίζω ανιχνεύω μεταφράζω	Ξαναπές..... με δικά σου λόγια. Ποια είναι η κεντρική ιδέα του.....; Ποιες είναι διαφορές μεταξύ.....; Μπορείς να γράψεις μια σύντομη περίληψη;.....
	εφαρμόζω υπολογίζω συμπεραίνω κατασκευάζω δίνω ένα παράδειγμα απεικονίζω διατυπώνω κανόνα λειτουργώ	επιδεικνύω καθορίζω σχεδιάζω ανακαλύπτω δείχνω επιλύω φτιάχνω χρησιμοποιώ	Πώς το.....αποτελεί παράδειγμα του.....; Πώς το.....σχετίζεται με το.....; Γιατί είναι σημαντικό το.....; Γνωρίζεις άλλη περίπτωση όπου.....; Θα μπορούσε να συμβεί αυτό αν.....;
3 Εφαρμογή Χρήση δεδομένων, κανόνων και αρχών	αναλύω κατηγοριοποιώ ταξινομώ συγκρίνω κάνω διάγραμμα διαφοροποιώ αναλύω καθορίζω τους παράγοντες	αντιπαραβάλλω εξετάζω αφαίρω διακρίνω εξετάζω συνάγω προσδιορίζω	Ποια είναι τα μέρη ή τα χαρακτηριστικά του .....; Ταξινομήστε ..... σύμφωνα με..... Σχεδιάσε / κάνε διάγραμμα του..... Πώς το ...συγκρίνεται/αντιπαραβάλλεται με το....; Τι ενδείξεις υπάρχουν για το.....;
	αλλάζω συνδιάζω συνθέτω κατασκευάζω δημιουργώ σχεδιάζω προβλέπω παριστάνω παράγω αναδιατάσσω ανακατασκευάζω βρίσκω έναν ασυνήθιστο τρόπο	αναδιοργανώνω διατυπώνω παράγω εφευρίσκω δημιουργώ σχεδιάζω αναθεωρώ προτείνω υποθέτω οπτικοποιώ γράφω	Τι προβλέπεις / συνάγεις από .....; Τι ιδέες μπορείς να προσθέσεις στο.....; Πώς θα σχεδιάζες / δημιουργούσες ένα νέο.....; Ποιες λύσεις θα πρότεινες για.....; Τι θα συμβεί αν συνδιάσεις .....με.....;
4 Ανάλυση Διαχωρισμός του όλου σε συστατικά μέρη	αποτιμώ επιλέγω συγκρίνω δίνω την άποψή μου κρίνω δικαιολογώ δίνω προτεραιότητα κατατάσσω	αποφασίζω υπερασπίζομαι αξιολογώ συμπεραίνω βαθμολογώ επιλέγω υποστηρίζω εκτιμώ	Συμφωνείς με.....; Εξήγησε. Τι πιστεύεις για.....; Τι είναι σημαντικότερο.....; Δώσε προτεραιότητα..... Σύμφωνα με..... Πώς θα αποφασίσεις για.....; Με ποια κριτήρια θα αξιολογήσεις.....;
	5 Σύνθεση Συνδιασμός ιδεών για το σχηματισμό μιας σύνθεσής τους	6 Αξιολόγηση Ανάπτυξη απόψεων, κρίσεων και αποφάσεων	

Εικόνα 2: Ταξινόμηση δεξιοτήτων κριτικής σκέψης με παραδείγματα

Στον τομέα της μάθησης των φυσικών επιστημών, η κριτική σκέψη ενσωματώνεται στις δεξιότητες της υποβολής ερωτήσεων, της πρόβλεψης, της υπόθεσης, της επίλυσης προβλημάτων μέσω έρευνας, της λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων και της ανάλυσης και αξιολόγησης αποδεικτικών στοιχείων (N.R.C., 1996· Osborne, 2014· Santos, 2017).

### Συμπεράσματα

Κεντρικό ρόλο στη καλλιέργεια της κριτικής σκέψης διαδραματίζουν πολλές δεξιότητες, οι οποίες αφορούν την ερμηνεία, την ανάλυση, την αξιολόγηση, το συμπέρασμα, την επεξήγηση, την αυτορρύθμιση. Παράλληλα, αντίστοιχο ρόλο διαδραματίζουν και οι προδιαθέσεις του ατόμου που σχετίζονται με την αναζήτηση της αλήθειας, την περιέργεια, την ωριμότητα, την αναλυτικότητα, το ανοιχτό πνεύμα, τη συστηματικότητα και την αυτοπεποίθηση. Οι μαθητές και οι μαθήτριες θα πρέπει να έχουν τις παραπάνω δεξιότητες στην κοινωνία, προκειμένου να αποκτήσουν τον απαιτούμενο γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες, να κατανοήσουν τη φύση των φυσικών επιστημών και να

λύσουν τα προβλήματα που συναντώνται στην καθημερινή τους ζωή. Πρέπει όμως να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, η οποία θεωρείται κρίσιμη για την υπεύθυνη χρήση και εφαρμογή των φυσικών επιστημών στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

## Βιβλιογραφία

- Σέρογλου, Φ. (2006). *Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη*, Επίκεντρο.
- Colucciello, M. L. (1997). Critical thinking skills and dispositions of baccalaureate nursing students: A conceptual model for evaluation. *Journal of Professional Nursing*, 13, 236-245
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: clarification and needed research. *Educational Researcher*, 18 (3), 4–10.
- Facione, N.C., Facione, P.A., & Sánchez (Giancarlo), C. A. (1994). Critical thinking disposition as a measure of competent clinical judgment: The development of the California Critical thinking Disposition Inventory. *Journal of Nursing Education*, 33 (8), 345-350.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and Knowledge: An introduction to critical thinking*. Psychology Press, Taylor & Francis, 5<sup>th</sup> edition.
- Hitchcock, D. (2017). Critical Thinking as an Educational Ideal. *On Reasoning and Argument*, 30, 477–497. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-53562-3\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-53562-3_30)
- McPeck, J. E. (1990). Critical thinking and subject specificity: a reply to Ennis. *Educational Researcher*, 19 (4), 10–12
- National Research Council (1996). *National science education standards*. DC: National Academic Press. Ανακτήθηκε από: <http://www.nap.edu/openbook.php?record id=4962>
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking? New directions in science education. *School Science Review*, 95(352), 53–62.
- Paul, R. W. (1989). Critical thinking in North America: a new theory of knowledge, learning and literacy. *Argumentation* 3, 197-235.
- Santos, L.F. (2017). The Role of Critical Thinking in Science Education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 159-173
- Vieira, R.M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I.P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1), 43-54
- Yacoubian, H.A. (2015). A Framework for Guiding Future Citizens to Think Critically About Nature of Science and Socioscientific Issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 15(3), 248-260. <https://doi.org/10.1080/14926156.2015.1051671>

## Διερεύνηση ιδεών μαθητών προσχολικής ηλικίας γύρω από έννοιες Φυσικών Επιστημών αναφορικά με την κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων

**Μαριάννα Σωτηρία Παπανικολάου<sup>1</sup>, Αικατερίνη Πλακίτση<sup>1</sup>, Λεωνίδας Γαβρίλας<sup>2</sup>, Κωνσταντίνος Κώτσης<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, <sup>2</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά τις ιδέες μαθητών προσχολικής ηλικίας γύρω από έννοιες Φυσικών Επιστημών αναφορικά με την κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης ερευνητικής μελέτης, στην οποία συμμετείχαν 18 μαθητές προσχολικής ηλικίας Δημοσίου Νηπιαγωγείου, που εξέταζε την ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης βασισμένη στους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης της UNESCO. Μέσω ημιδομημένων ατομικών συνεντεύξεων που παραχώρησαν οι μαθητές πριν και μετά τη δίμηνη διδακτική παρέμβαση και εν συνεχεία της ανάλυσης των ποιοτικών δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν σε θέση να αιτιολογούν και να δίνουν λύσεις στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα κάνοντας χρήση εννοιών των Φυσικών Επιστημών.

**Λέξεις κλειδιά:** Φυσικές Επιστήμες, περιβαλλοντικά προβλήματα, περιβαλλοντική συνείδηση

## Investigating Preschool Students' Ideas for Science Concepts on Understanding Modern Environmental Problems

**Marianna Sotiria Papanikolaou<sup>1</sup>, Aikaterini Plakitsi<sup>1</sup>, Leonidas Gavrilas<sup>2</sup>, Konstantinos Kotsis<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Pedagogical Department of Preschool Teachers, University of Ioannina, <sup>2</sup>Pedagogical Department of Primary Education, University of Ioannina*

### Abstract

This paper explores the ideas of preschoolers on Natural Science concepts regarding the understanding of contemporary environmental problems. It is part of a wider research study involving 18 preschool students examining the development of environmental awareness, based on the 17 UNESCO Sustainable Development Goals. Through semi-structured individual interviews given by the students before and after the two-month teaching

intervention and then the analysis of the qualitative data it was found that the students after the teaching intervention were able to justify and provide solutions to contemporary environmental problems using concepts of the Natural Sciences.

**Keywords:** Natural Sciences, environmental problems, environmental consciousness

## Εισαγωγή

Διεθνείς έρευνες έχουν επισημάνει ότι η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) πρέπει να ξεκινά από τις μικρές ηλικίες και να συνδέεται με την εξερεύνηση αυθεντικών προβλημάτων, ώστε να κατανοήσουν οι μικροί μαθητές τον κόσμο γύρω τους (Πλακίτση, 2013· Kolokouri & Plakitsi, 2011· Samara & Kotsis, 2020· UNESCO, 2008). Η σύγχρονη Διδακτική των ΦΕ στην προσχολική ηλικία συνδιαλέγεται και με άλλα επιστημονικά πεδία, όπως είναι η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ). Επιπλέον, η ΠΕ και η Διδακτική ΦΕ έχουν πολλά κοινά σημεία, όπως είναι οι ίδιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, η βιωματική μάθηση, η συνεργατική μάθηση, η επίλυση προβλημάτων και η χρήση του φυσικού περιβάλλοντος ως πλαισίου μάθησης (Γεωργόπουλος, 2005· Πλακίτση κ.ά., 2007). Η ΠΕ γίνεται ένα πεδίο για την ανάπτυξη δράσεων και την καλλιέργεια στάσεων και αξιών που σχετίζονται με αυτές των ΦΕ. Η κατανόηση των ΦΕ και η ανάπτυξη επιστημονικής επιχειρηματολογίας σχετικά με διάφορα φυσικά φαινόμενα και περιβαλλοντικά προβλήματα, θα οδηγήσει στη δημιουργία υπεύθυνων μελλοντικών πολιτών κάτι που αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για μια αειφόρο κοινωνία. Σε επίπεδο σχολικής πρακτικής, παρόλο που εφαρμόζονται περιβαλλοντικά προγράμματα, οι έρευνες που εξετάζουν τον συνδυασμό Διδακτικής ΦΕ και ΠΕ είναι σχετικά λίγες (Κολιός & Πλακίτση, 2007). Η διερεύνηση των ιδεών μαθητών προσχολικής ηλικίας για έννοιες Φυσικών Επιστημών, που δημιουργούν νοητικές γέφυρες για την κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων, αποτέλεσε το ερευνητικό αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

## Μεθοδολογία

Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας αποτελούν μέρος μίας ευρύτερης ερευνητικής μελέτης, στην οποία συμμετείχαν 18 μαθητές προσχολικής ηλικίας (4-6 ετών) Δημοσίου Νηπιαγωγείου, που εξέταζε την ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης βασιζόμενη στους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης της UNESCO. Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας επιλέχθηκε η ημιδομημένη συνέντευξη, που περιελάμβανε ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης. Κάθε μαθητής παραχώρησε ατομική συνέντευξη διάρκειας 15-20 λεπτών πριν αλλά και μετά τη δίμηνη διδακτική παρέμβαση. Η διδακτική παρέμβαση περιελάμβανε συνδυασμό διαθεματικών δραστηριοτήτων ΠΕ και ΦΕ σύμφωνες με τους μαθησιακούς στόχους που θέτει το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Νηπιαγωγείου. Επιπλέον, έγινε εκτεταμένη χρήση των ΤΠΕ (ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια, τηλεδιασκέψεις με περιβαλλοντικούς φορείς, εικόνες - βίντεο) αλλά και χρήση πειραμάτων μέσα στην τάξη που προσομοίωναν περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως την μόλυνση νερού και εδάφους, λιώσιμο πάγων κ.ά. Οι συνεντεύξεις

απομαγνητοφωνήθηκαν και η ανάλυση τους έγινε μέσω του λογισμικού επεξεργασίας ποιοτικών δεδομένων Nvivo 11.

### Αποτελέσματα

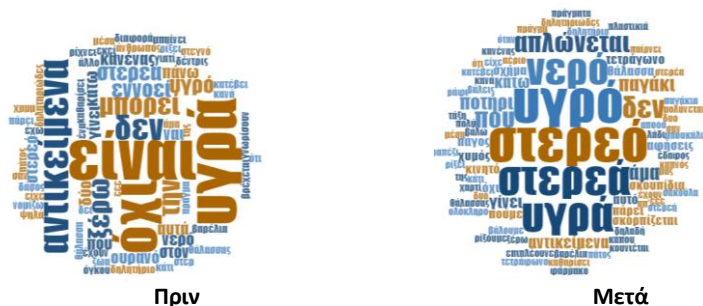
Στα παρακάτω Γραφήματα «Word Frequency Query Word Cloud» παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Στα Γραφήματα παρατηρείται η συχνότητα εμφάνισης των λέξεων, όπως προκύπτει από τα δεδομένα της ανάλυσης των συνεντεύξεων, δηλαδή όσο πιο μεγάλη είναι η έκταση της λέξης, τόσο πιο συχνά εμφανίζεται στις συνεντεύξεις των μαθητών.

Στην Ερώτηση 1 «Ξέρεις ποιοι και πώς μολύνουν τις θάλασσες; Μπορείς να μου πεις;» πριν τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώνουμε ότι η πλειοψηφία των μαθητών δεν γνώριζε την απάντηση, μιας και οι λέξεις «όχι, δεν, ξέρω» παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές γνωρίζουν την απάντηση δηλαδή πώς μολύνεται, ποιοι ευθύνονται, κατανοώντας την έννοια της διαλυτότητας σύμφωνα με τη συχνότητα και τις αλληλεπιδράσεις των λέξεων «σκουπίδια, άνθρωποι, πετάνε, μέσα, βυθό» (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Word Frequency Cloud Ερώτησης 1 πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Στην Ερώτηση 2 «Το έδαφος μολύνεται μόνο από στερεά ή και υγρά αντικείμενα; Ξέρεις τη διαφορά ανάμεσά τους;» πριν τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώνουμε ότι η πλειοψηφία των μαθητών είχε ορισμένες γνώσεις, μιας και αναφέρουν τις λέξεις «είναι, υγρά, όχι». Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές κατανοούν σύμφωνα με τη συχνότητα και τις αλληλεπιδράσεις των λέξεων «στερεό, υγρό, στερεά, υγρά» ότι το έδαφος μολύνεται και από στερεά και από υγρά αντικείμενα καθώς και τις διαφορές τους (Εικόνα 2).



Εικόνα 2 Word Frequency Cloud Ερώτησης 2 πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Στην Ερώτηση 3 «Τα υλικά που ανακυκλώνονται είναι μόνο στερεά ή και υγρά;», πριν τη διδακτική παρέμβαση η πλειοψηφία των μαθητών γνώριζε μέρος της απάντησης, μιας και οι λέξεις «υγρά, στερεά» παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα. Όμως μετά τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές γνώριζαν ότι τα ανακυκλώσιμα υλικά μπορεί να είναι και στερεά και υγρά κάνοντας αναφορά στο ανακυκλώσιμο νερό σύμφωνα με τη συχνότητα και τις αλληλεπιδράσεις των λέξεων «νερό, στερεά, υγρά» (Εικόνα 3).



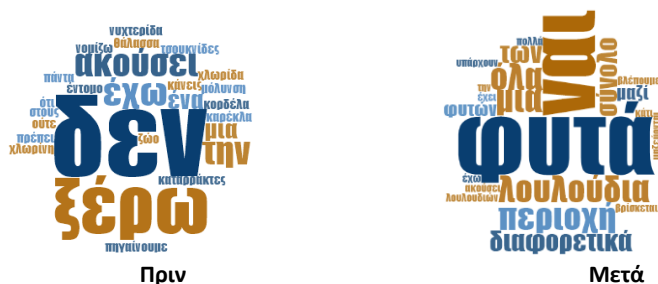
Εικόνα 3 Word Frequency Cloud Ερώτησης 3 πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Στην Ερώτηση 4 «Γνωρίζεις από τι αποτελείται ο αέρας;» πριν τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές δεν γνώριζαν την απάντηση, μιας και οι λέξεις «δεν, ξέρω» παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές κατανοούν από τι αποτελείται ο αέρας αναφέροντας τις λέξεις «οξυγόνο, αναπνέουμε» (Εικόνα 4).



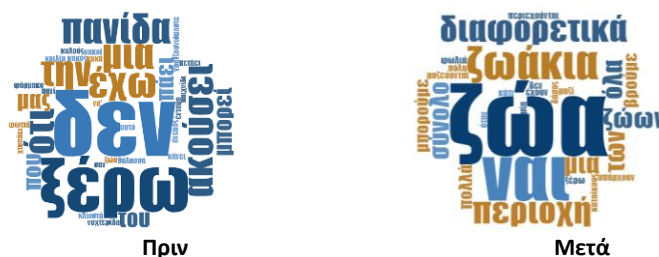
Εικόνα 4 Word Frequency Cloud Ερώτησης 4 πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Στην Ερώτηση 5 «Έχεις ακούσει τη λέξη χλωρίδα; Ξέρεις τι είναι;» πριν τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές δεν γνώριζαν, μιας και οι λέξεις «δεν, ξέρω» παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές κατανοούν τι είναι η χλωρίδα σύμφωνα με τη συχνότητα και τις αλληλεπιδράσεις των λέξεων «φυτά, ναι, λουλούδια» (Εικόνα 5).



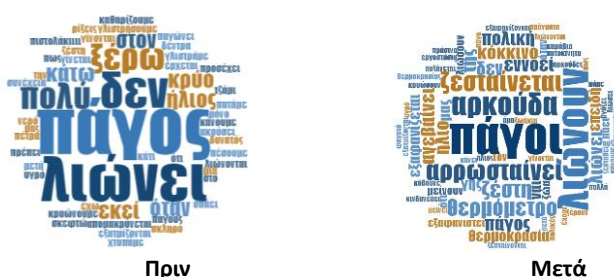
Εικόνα 5 Word Frequency Cloud Ερώτησης 5 πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Στην Ερώτηση 6 «Έχεις ακούσει τη λέξη πανίδα; Ξέρεις τι είναι;» πριν την διδακτική παρέμβαση διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές δεν γνώριζαν, μιας και οι λέξεις «δεν, ξέρω» παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές κατανοούν τι είναι η πανίδα, σύμφωνα με τη συχνότητα και τις αλληλεπιδράσεις των λέξεων «ζώα, ναι» (Εικόνα 6).



Εικόνα 6 Word Frequency Cloud ερώτησης 6 πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Στην Ερώτηση 7 «Έχεις ακούσει για το λιώσιμο των πάγων; Τι συμβαίνει εκεί;» πριν τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώνουμε ότι η πλειοψηφία των μαθητών δεν είχε γνώσεις, μιας και οι λέξεις «πάγος, λιώνει, δεν, ξέρω» παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές κατανοούν ότι λιώνουν οι πάγοι αλλά και τις συνέπειες του φαινομένου, σύμφωνα με τη συχνότητα και τις αλληλεπιδράσεις των λέξεων «πάγοι, λιώνουν, αρκούδα, αρρωσταίνει, ζεσταίνεται» (Εικόνα 7).



Εικόνα 7 Word Frequency Cloud Ερώτησης 7 πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

## Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση δεν είχαν γνώσεις βασικών εννοιών των ΦΕ. Ωστόσο, μετά τη διδακτική παρέμβαση, ήταν σε θέση να αναφέρουν τα βασικά αίτια των περιβαλλοντικών προβλημάτων, αλλά και να προτείνουν λύσεις κάνοντας χρήση εννοιών των ΦΕ. Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε ότι είναι εφικτή η κατανόηση των φυσικών εννοιών και η ανάπτυξη επιστημονικής επιχειρηματολογίας για τα περιβαλλοντικά προβλήματα ακόμη και από μαθητές προσχολικής ηλικίας μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων διδακτικών προγραμμάτων, που συνδυάζουν την ΠΕ με τις ΦΕ, ώστε να γίνει το πρώτο βήμα προς την δημιουργία υπεύθυνων μελλοντικών πολιτών για μια αειφόρο κοινωνία.

## Βιβλιογραφία



- Γεωργόπουλος, Α. (2005). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Ο νέος πολιτισμός που αναδύεται*. Αθήνα: Gutenberg.
- Κολιός, Ν., & Πλακίτση, Κ. (2007). Έρευνα δράσης για τη βελτίωση των διαλόγων των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου στο πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη* (23), σσ. 22-31.
- Πλακίτση, Κ. (2013). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Προσχολική και στην Πρώτη Σχολική Ηλικία. Σύγχρονες Τάσεις και Προοπτικές*. Αθήνα: Πατάκη.
- Πλακίτση, Κ., Κοσμετάτου, Ε., & Καζαζάκη, Χ. (2007). Διασύνδεση της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με την Περιβαλλοντική και Μουσειακή Εκπαίδευση στην πρώτη παιδική ηλικία. *Από την έρευνα στην πράξη. Στο: Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 21, σσ. 19-38.
- Kolokouri, E., & Plakitsi, K. (2011). A Cultural Historical Scene of Natural Sciences For Early Learners. In K. Plakitsi, *Activity Theory in Formal and Informal Science Education* (pp. 195-228). Ioannina: Sense Publisher Rotterd/Bostn/Taipei.
- Samara, V., & Kotsis, K. T. (2020). Designing activities for the environmental dimension of light in preschool education. *International Journal of Educational Innovation*, 2(6), 19-30.
- UNESCO, (2008). *The global literacy challenge*. Paris: Unesco.

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021

09:30 – 11:30

**Προφορικές Ανακοινώσεις**

***ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ - ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ***

ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΔΙΔΑΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠ/ΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΦΥΣΗ ΤΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

## Διερεύνηση της υιοθέτησης οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών κατά την επίλυση προβλημάτων Οργανικής Χημείας

**Μαρία Βλαχολιά<sup>1</sup>, Χρύσα Τζουγκράκη<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα διερευνήθηκε η υιοθέτηση οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών από μαθητές κατά την επίλυση προβλημάτων Οργανικής Χημείας, καθώς και η ικανότητα τους να χρησιμοποιούν αναλυτικές στρατηγικές σε περιπτώσεις όπου απαιτείται να αγνοηθεί η διαισθητική απάντηση. Η εφαρμογή του εργαλείου VACT έδειξε ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν κατά περίπτωση οπτικές και αναλυτικές στρατηγικές και ότι παρουσιάζουν δυσκολία στη χρήση της χημικής γνώσης στις περιπτώσεις κατά τις οποίες απαιτείται να αγνοηθεί η διαισθητική απάντηση που καθοδηγείται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση.

**Λέξεις κλειδιά:** οπτικές στρατηγικές, αναλυτικές στρατηγικές, επίλυση προβλήματος

## Investigating the adoption of visual and analytical strategies when solving Organic Chemistry problems

**Maria Vlacholia<sup>1</sup>, Chryssa Tzougraki<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Secondary Education, <sup>2</sup>National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

In this research, students' adoption of visual and analytical strategies when solving Organic Chemistry problems was investigated, as well as their ability to use analytical strategies in cases where the inhibition of the intuitive response is required. The administration of the VACT instrument has shown that students use visual and analytical strategies on a case-by-case basis and have difficulty in using chemical knowledge when ignoring the intuitive response strongly suggested by visual inspection is required.

**Keywords:** visual strategies, analytical strategies, problem solving

## Εισαγωγή

Κατά την επίλυση ενός προβλήματος ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση του είδους των στρατηγικών που χρησιμοποιούνται, καθώς η μεταβολή από τη χρήση οπτικών στη χρήση αναλυτικών στρατηγικών συνδέεται 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; Stieff et al., 2010; Stieff & Raje, 2010).

Ερευνητικά δεδομένα έχουν δείξει ότι οι αρχάριοι λύτες χρησιμοποιούν οπτικές στρατηγικές παρά το γεγονός ότι έχουν διδαχθεί την εφαρμογή αναλυτικών στρατηγικών, τις οποίες υιοθετούν μόνο μετά από απευθείας διδασκαλία στη χρήση κανόνων και ευρετικών συλλογισμών (Kiernan et al., 2021; Stieff, 2007). Επιπλέον, ο Stieff (2011) έδειξε ότι οι αρχάριοι λύτες προσκολλώνται σε μια συγκεκριμένη στρατηγική, η οποία εξαρτάται από την πολυπλοκότητα των προβλημάτων και από το πλαίσιο της διδασκαλίας.

Προηγούμενη έρευνα (Vlacholia et al., 2017) ανέδειξε ότι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και πρωτοετείς φοιτητές Χημείας παρουσιάζουν υψηλότερη επίδοση κατά την επίλυση προβλημάτων Οργανικής Χημείας που μπορούν να επιλυθούν με την εφαρμογή οπτικών στρατηγικών, από αυτά που απαιτούν την εφαρμογή αναλυτικών στρατηγικών. Επιπλέον, οι μαθητές και οι φοιτητές παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία στην επίλυση των προβλημάτων εκείνων στα οποία η διαισθητική απάντηση, η οποία επιβάλλεται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση, οδηγεί σε λανθασμένη απάντηση.

Σκοπός της παρούσας ποιοτικής έρευνας είναι η επιβεβαίωση και η ενίσχυση των ποσοτικών δεδομένων της παραπάνω έρευνας (Vlacholia et al., 2017) θέτοντας τα εξής ερωτήματα: 1) Οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν οπτικές και αναλυτικές στρατηγικές κατά την επίλυση προβλημάτων που αφορούν στη μοριακή δομή οργανικών ενώσεων; 2) Οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης εφαρμόζουν αναλυτικές στρατηγικές σε περιπτώσεις όπου απαιτείται να αγνοηθεί η διαισθητική απάντηση που επιβάλλεται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση;

## Μεθοδολογία

Για την επίτευξη του σκοπού της έρευνας αυτής χρησιμοποιήθηκε τμήμα του εργαλείου VACT (Visual Analytic Chemistry Task) που διερευνά τη μετάβαση των λυτών από τη χρήση οπτικών στην υιοθέτηση αναλυτικών στρατηγικών και έχει καλά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά (Vlacholia et al., 2017). Το εργαλείο VACT περιέχει 10 ερωτήματα που μπορούν να επιλυθούν με την εφαρμογή οπτικών στρατηγικών (ερωτήματα υποκλίμακας I – Εικόνα 1) και 10 ερωτήματα που απαιτούν για την επίλυσή τους την εφαρμογή αναλυτικών στρατηγικών και γνώσεων Χημείας (ερωτήματα υποκλίμακας II – Εικόνα 1).

Η υψηλότερη επίδοση των λυτών στα ερωτήματα της υποκλίμακας I σε σχέση με αυτήν στα ερωτήματα της υποκλίμακας II θα υποδηλώνει τη χρήση οπτικών στρατηγικών. Αντίθετα, η ικανότητα τα λυτών να επιλύουν τα ερωτήματα και των δύο υποκλιμάκων θα υποδεικνύει ότι οι λύτες έχουν πραγματοποιήσει τη μετάβαση από τη χρήση οπτικών στην υιοθέτηση αναλυτικών στρατηγικών. Προκειμένου να διερευνηθεί η ικανότητα των λυτών να αγνοούν τη διαισθητική απάντηση που επιβάλλεται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση, 5 ερωτήματα της υποκλίμακας II, και συγκεκριμένα αυτά της κατηγορίας (γ), έχουν ισχυρότερη επίδραση στο να κατευθύνουν τον λύτη προς την λανθασμένη απάντηση συγκρινόμενη με την επίδραση των 5 ερωτημάτων της κατηγορίας (δ).

Υποκλίμακα	I	Κατηγορία (α)
		Οι δύο παρακάτω τύποι δείχνουν το ίδιο μόριο. <span style="float: right;">Σωστό <input type="checkbox"/> Λάθος <input type="checkbox"/></span>
	II	Κατηγορία (β)
		Οι δύο παρακάτω τύποι δείχνουν το ίδιο μόριο. <span style="float: right;">Σωστό <input type="checkbox"/> Λάθος <input type="checkbox"/></span>
II	Κατηγορία (γ)	
	Οι δύο παρακάτω τύποι δείχνουν το ίδιο μόριο. <span style="float: right;">Σωστό <input type="checkbox"/> Λάθος <input type="checkbox"/></span>	
II	Κατηγορία (δ)	
	Οι δύο παρακάτω τύποι δείχνουν το ίδιο μόριο. <span style="float: right;">Σωστό <input type="checkbox"/> Λάθος <input type="checkbox"/></span>	

Εικόνα 1 Παραδείγματα ερωτημάτων του VACT

Για τη λήψη των ποιοτικών δεδομένων της έρευνας προηγήθηκε ενημέρωση των συμμετεχόντων μαθητών και των γονέων – κηδεμόνων τους σχετικά με τον σκοπό της έρευνας και τη χρήση των δεδομένων που θα προέκυπταν από αυτή. Συνολικά, στη έρευνα συμμετείχαν οκτώ μαθητές (M1-M8) ΓΕΛ αστικής περιοχής, της θετικής κατεύθυνσης σπουδών, έξι από τους οποίους (ένα κορίτσι, M1, και πέντε αγόρια, M2-M6) είχαν μόλις αποφοιτήσει από το ΓΕΛ, ενώ δύο είχαν μόλις προαχθεί στη Γ΄ τάξη ΓΕΛ. Η επιλογή των μαθητών έγινε με τυχαίο τρόπο και λαμβάνοντας υπόψη τα ποσοτικά δεδομένα (Vlacholia et al., 2017) σύμφωνα με τα οποία μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και πρωτοετείς φοιτητές Χημείας δεν διαφοροποιήθηκαν ως προς την υιοθέτηση οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών και την εφαρμογή των αναλυτικών στρατηγικών, σε περιπτώσεις όπου απαιτείται να αγνοηθεί η διαισθητική απάντηση που επιβάλλεται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση. Οι μαθητές συμπλήρωσαν τμήμα του εργαλείου VACT (12

ερωτήματα, 3 ερωτήματα από κάθε κατηγορία) παρουσία της ερευνήτριας, η οποία κατέγραφε την όλη διαδικασία με μαγνητόφωνο. Αρχικά, τους ζητήθηκε να κρίνουν αν οι δύο μοριακές αναπαραστάσεις σε κάθε ερώτημα είναι όμοιες ή όχι, χρησιμοποιώντας όποια μέθοδο από αυτές που είχαν διδαχθεί θεωρούσαν την πλέον κατάλληλη. Στη συνέχεια καλούνταν να αιτιολογήσουν την επιλογή τους και υποβάλλονταν σε ερωτήσεις, όπου χρειαζόταν, προκειμένου ο τρόπος σκέψης τους να γίνει σαφώς κατανοητός από την ερευνήτρια. Στο τέλος της δοκιμασίας, με ερωτήσεις, ελεγχόταν αν οι μαθητές κατείχαν τις απαιτούμενες γνώσεις για την επίλυση των ερωτημάτων της υποκλίμακας II και σε θετική περίπτωση καλούνταν εκ νέου να λύσουν τα ερωτήματα εκείνα στα οποία είχαν απαντήσει λανθασμένα.

## Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των απομαγνητοφωνημένων κειμένων και των γραπτών απαντήσεων προέκυψε ότι οι μαθητές χρησιμοποίησαν οπτικές και αναλυτικές στρατηγικές για την επίλυση των ερωτημάτων της υποκλίμακας I. Κάθε μαθητής φαίνεται να υιοθετεί διαφορετικές στρατηγικές ανεξάρτητα από την κατηγορία που ανήκει κάθε ερώτημα. Ενδεικτικά, ο μαθητής M2, για να επιλύσει το ερώτημα (α), περιστρέφει το ένα από τα δύο μόρια και αναφέρει «...σωστό είναι, αναποδογυρίζω το ένα μόριο και βγαίνει το άλλο μόριο...», ενώ ο μαθητής M1 για την επίλυση των τριών ερωτημάτων της κατηγορίας (α) αριθμεί κατά IUPAC τους δύο συντακτικούς τύπους σε κάθε περίπτωση και διαπιστώνει ότι αυτοί ταυτίζονται. Κατά την επίλυση του ερωτήματος (β) ο μαθητής M3 στηριζόμενος στην οπτική παρατήρηση των δύο συντακτικών τύπων αναφέρει «...Λάθος κατευθείαν... ο δεξιά αιθέρας έχει από τη μία πλευρά έναν άνθρακα και τέσσερις από τα αριστερά, ενώ από την άλλη έχει τρία από τα δεξιά, οπότε λάθος», ενώ ο μαθητής M1 εφαρμόζει αναλυτική στρατηγική αναφέροντας «...Αυτό είναι λάθος. Εδώ το οξυγόνο είναι στη δεύτερη θέση και εδώ στην τρίτη θέση...».

Στο ερώτημα (γ), έξι από τους οκτώ μαθητές, ενώ κατέχουν τη γνώση ανάπτυξης της συνεπτυγμένης ομάδας  $-CH_2O-$ , δεν την εφαρμόζουν προκειμένου να επιλύσουν το συγκεκριμένο ερώτημα. Εξάριση παρουσιάζει ο μαθητής M4 ο οποίος αναπτύσσει την παραπάνω ομάδα νοερά και επιλύει ορθά το ερώτημα με οπτική παρατήρηση αναφέροντας «...το  $-CH_3$  συνδέεται με τον άνθρακα ο οποίος συνδέεται με δύο υδρογόνα..., αλλά αυτό δεν είναι ίδιο γιατί συνδέεται με το οξυγόνο που συνδέεται με τον άνθρακα...». Οι υπόλοιποι πέντε μαθητές μετά τον έλεγχο της αντίστοιχης γνώσης κλήθηκαν να απαντήσουν εκ νέου στην ίδια ερώτηση. Αφού ανέπτυξαν την ομάδα  $-CH_2O-$  έδωσαν ορθές απαντήσεις με οπτική παρατήρηση ή με αρίθμηση των αλυσίδων κατά IUPAC. Οι δύο μαθητές που δεν κατείχαν τη γνώση ανάπτυξης της ομάδας κατέληξαν σε λανθασμένη απάντηση είτε με αντικατοπτρισμό του ενός τύπου στον άλλον είτε αριθμώντας τους άνθρακες των δύο τύπων. Για παράδειγμα, ο μαθητής M6 υποστηρίζει: «...και στις δύο περιπτώσεις είναι το 2-μέθυλο... στη μία ένωση διαβάζουμε από τα δεξιά και στην άλλη από τα αριστερά...».

Αναφορικά με τα ερωτήματα της κατηγορίας (δ) προέκυψε ότι στις περιπτώσεις που οι μαθητές κατέχουν τις απαιτούμενες γνώσεις για την επίλυση των ερωτημάτων (την γνώση ανάπτυξης των συνεπτυγμένων ομάδων π.χ.  $-CH_2O-$

και τη γνώση αναδίπλωσης της ανθρακικής αλυσίδας) τις εφαρμόζουν από την αρχή και επιλύουν ορθά τα ερωτήματα χρησιμοποιώντας οπτικές και αναλυτικές στρατηγικές. Κατά την επίλυση του ερωτήματος (δ) ο μαθητής M4, αφού πρώτα αναπτύξει νοερά την ομάδα  $-CH_2O-$ , παρατηρεί οπτικά και αναφέρει: «...αυτός είναι ένας αιθέρας ... κοιτάμε αν αυτή η ομάδα είναι και εδώ... το οξυγόνο συνδέεται με αυτό και με τον άνθρακα που συνδέεται με δύο υδρογόνα, όπως και εδώ, αυτή η ομάδα είναι ίδια ...η ισοπρότυλο ... άρα είναι σωστό». Ο μαθητής M1 αναπτύσσει την ομάδα  $-CH_2O-$ , αριθμεί κατά IUPAC και αναφέρει «Οι δύο τύποι είναι ίδιοι». Κάποιοι από τους μαθητές που δεν κατείχαν τη γνώση ανάπτυξης των συνεπτυγμένων ομάδων στα ερωτήματα της κατηγορίας (δ) κατέληξαν σε λανθασμένες απαντήσεις. Υπήρξαν, όμως, και μαθητές που ενώ δεν κατείχαν τη γνώση αυτή κατάφεραν και επέλυσαν ορθά τα ερωτήματα. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές αυτοί, ακόμα και αν δεν είχαν τη γνώση, επηρεάστηκαν από τη δεύτερη αναπαράσταση του ερωτήματος (δ). Κάτι τέτοιο είναι σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία (Bodner & Domin, 2000) που αναφέρει ότι αν στους μαθητές δοθούν δύο αναπαραστάσεις ενός μορίου μπορούν και αναγνωρίζουν ότι αυτές περιγράφουν το ίδιο μόριο. Όταν, όμως, τους δίνεται η μία από τις δύο αναπαραστάσεις δεν μπορούν να μεταφερθούν στην άλλη αναπαράσταση. Βέβαια, υπάρχουν και περιπτώσεις όπου οι μαθητές δεν επηρεάζονται από τη δεύτερη αναπαράσταση του ερωτήματος και απαντούν λανθασμένα.

## Συμπεράσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών κατά την επίλυση των ερωτημάτων της υποκλίμακας I υποδεικνύουν ότι οι μαθητές δεν δείχνουν προτίμηση μόνο στις οπτικές στρατηγικές, καθώς ακολουθούν και αναλυτικές στρατηγικές. Αυτό δεν είναι σύμφωνο με τη βιβλιογραφία που αναφέρει ότι οι αρχάριοι λύτες χρησιμοποιούν οπτικές στρατηγικές παρά το γεγονός ότι έχουν διδαχθεί την εφαρμογή αναλυτικών στρατηγικών για την επίλυση των συγκεκριμένων προβλημάτων (Stieff, 2007).

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στα ερωτήματα των κατηγοριών (γ) και (δ) προέκυψε ότι πολλές φορές οι μαθητές ενώ κατέχουν τις απαραίτητες γνώσεις για την επίλυση των ερωτημάτων εν τούτοις απαντούν λανθασμένα. Αυτό παρατηρήθηκε, κυρίως, κατά την επίλυση των ερωτημάτων της κατηγορίας (γ), καθώς τα ερωτήματα αυτής της κατηγορίας περιέχουν συντακτικούς τύπους των οποίων η οπτική παρατήρηση κατευθύνει διαισθητικά τον μαθητή προς τη λανθασμένη απάντηση ισχυρότερα από αυτήν των συντακτικών τύπων των ερωτημάτων της κατηγορίας (δ). Άλλωστε, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η οπτική παρατήρηση των συντακτικών τύπων στα ερωτήματα της κατηγορίας (δ) κάποιες φορές μπορεί να καθοδηγήσει τον μαθητή να ανακαλέσει την αντίστοιχη γνώση, ώστε να απαντήσει σωστά στα ερωτήματα που καλείται να επιλύσει.

Συνεπώς, προκύπτει ότι για την επίλυση των ερωτημάτων δεν απαιτείται από τους λύτες να κατέχουν μόνο την αντίστοιχη χημική γνώση, αλλά απαιτείται και η ικανότητά τους να αγνοούν τη διαισθητική απάντηση που καθοδηγείται ισχυρά από την οπτική παρατήρηση. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της ποσοτικής έρευνας (Vlacholia et al., 2017) και δικαιολογεί το εύρημα (Βλαχολιά, 2017· Βλαχολιά κ.ά., 2020) ότι οι γνώσεις στη Χημεία δεν προβλέπουν σε

στατιστικώς σημαντικό επίπεδο την επίδοση των μαθητών στα ερωτήματα της κατηγορίας (γ). Θα ήταν, λοιπόν, χρήσιμο οι εκπαιδευτικοί να περιλαμβάνουν στη διδασκαλία τους και στο εκπαιδευτικό τους υλικό έκδηλα παραδείγματα όπου οι απαντήσεις που θα επιβάλλονται από την οπτική παρατήρηση θα είναι λανθασμένες και όπου μόνο η εφαρμογή αναλυτικών στρατηγικών θα μπορεί να οδηγήσει στην ορθή λύση. Επίσης, οι δοκιμασίες αξιολόγησης και η κατ' οίκον εξάσκηση θα μπορούσαν να περιέχουν ερωτήματα ή ασκήσεις που μετά από επανάληψη και ανατροφοδότηση θα κινητοποιούσαν τους διδασκόμενους να προβληματιστούν γύρω από τη χρήση της στρατηγικής που είχαν επιλέξει. Ως συμπέρασμα, οι διδασκόμενοι θα πρέπει να κατανοήσουν ότι η απευθείας εφαρμογή μιας οπτικής στρατηγικής είναι δυνατόν να τους οδηγήσει σε λανθασμένη απάντηση. Συνεπώς, θα πρέπει να ελέγχουν τις απαντήσεις τους εφαρμόζοντας μια αναλυτική στρατηγική για να επιβεβαιώσουν την ορθότητα της απάντησής τους.

## Βιβλιογραφία

- Βλαχολιά, Μ.-Π. Δ. (2017). *Διερεύνηση των οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων οργανικής χημείας από λύτες διαφορετικής εμπειρίας και της σχέσης τους με την οπτικοχωρική ικανότητα των μαθητών* [Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ), Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας]. Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. <http://hdl.handle.net/10442/hedi/42184>
- Βλαχολιά, Μ.-Π. Δ., Βοσνιάδου, Σ., Σάλτα, Κ., Ρούσσος, Π., Καζή, Σ., Σιγάλας, Μ. & Τζουγκράκη, Χ. (2020). Διερεύνηση των χαρακτηριστικών των μαθητών που προβλέπουν τη χρήση οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης, & Π. Καριώτογλου, (Επιμ.), *Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αι.*, σελ. 561-567. Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4
- Bodner, G. M., & Domin, D. S. (2000). Mental models: The role of representations in problem solving in chemistry. *University Chemistry Education*, 4(1), 24-30.
- 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. <https://doi.org/10.1080/20445911.2012.725044>
- Kiernan, N.A., Manches A. & Seery M.K. (2021). The role of visuospatial thinking in students' predictions of molecular geometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 22, 626-639. <https://doi.org/10.1039/D0RP00354A>
- Stieff, M. (2007). Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning and Instruction*, 17(2), 219-234. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.01.012>
- Stieff, M. (2011). When is a molecule three dimensional? A task-specific role for imagistic reasoning in advanced chemistry. *Science Education*, 95(2), 310-336. <https://doi.org/10.1002/sce.20427>
- Stieff, M., Hegarty, M., & Dixon, B. (2010). Alternative Strategies for Spatial Reasoning with Diagrams. In: Goel, A.K., Jamnik, M., Narayanan, N.H. (eds) *Diagrammatic Representation and Inference. Diagrams 2010. Lecture Notes in Computer Science*, vol 6170. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-14600-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-14600-8_13)



- Stieff, M. & Raje, S. (2010). Expert algorithmic and imagistic problem solving strategies in advanced chemistry. *Spatial Cognition & Computation*, 10(1), 53-81.  
<https://doi.org/10.1080/13875860903453332>
- Stieff, M., Ryu, M. & Dixon, B. (2010). Students' use of multiple strategies for spatial problem solving. Learning in the Disciplines: *ICLS 2010 Conference Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference of the Learning Sciences*, vol 1, 765-772.  
<https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/1854360.1854458>
- 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.  
<http://dx.doi.org/10.1039/C7RP00036G>

Διδάσκοντας Φυσική στο Δημοτικό Σχολείο παίζοντας στην αυλή: γνώσεις και στάσεις υποψηφίων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών για τη βιωματική μάθηση και διδασκαλία

**Ναταλία Διονυσίου, Θεόδωρος Πιερράτος**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ.*

### **Περίληψη**

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μίας έρευνας που είχε ως σκοπό να αποτυπώσει τις απόψεις υποψηφίων (φοιτητών και φοιτητριών) και εν ενεργεία εκπαιδευτικών (Προσχολικής και Δημοτικής Εκπαίδευσης) σχετικά με τη βιωματική μάθηση και διδασκαλία της Φυσικής και τις δυνατότητες εφαρμογής της στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Η έρευνα, στην οποία συμμετείχαν 227 συνολικά άτομα, εστιάζει στις δραστηριότητες εκτός σχολικής τάξης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, η πλειονότητα των συμμετεχόντων θεωρεί ότι οι συγκεκριμένες δραστηριότητες μπορούν να εφαρμοστούν στο ελληνικό σχολείο για να διδαχθούν οι Φυσικές Επιστήμες και δηλώνουν πρόθυμοι να τις εφαρμόσουν. Οι απόψεις των συμμετεχόντων φαίνεται ότι εξαρτώνται, και διαφοροποιούνται ελαφρώς, ανάλογα με την ιδιότητά τους καθώς και από τις εμπειρίες τους ως μαθητές.

**Λέξεις κλειδιά:** βιωματική μάθηση, εκπαιδευτική έρευνα

Teaching Physics at primary school with outdoor activities: knowledge and attitudes of pre-service and in-service teachers for experiential learning and teaching

**Natalia Dionysiou, Theodoros Pierratos**

*School of Primary Education, AUTH*

### **Abstract**

In this paper are presented the results of a research aiming to record the attitudes of pre-service and in-service primary teachers regarding some aspects of the experiential learning and teaching of physics and their implementation in the obligatory education. The research focuses on the outdoor activities. In the research participated 227 individuals. According to the results, most of the participants consider that outdoor activities can be applied in the Greek school in order to teach physics and declare their willing to participate. The opinions expressed seem that they depend on the participants' profession and their personal experiences as students.

**Keywords:** experiential learning, educational research

## Εισαγωγή

Η παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας της Φυσικής χαρακτηρίζεται από τη μικρή εμπλοκή των παιδιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι, τα παιδιά συχνά θεωρούν βαρετό και χωρίς ενδιαφέρον το συγκεκριμένο μάθημα (Βουρλιάς, 2016). Ένας τρόπος να ανατραπεί η στάση τους αυτή είναι η αξιοποίηση ενεργών μεθόδων διδασκαλίας, οι οποίες εμπλέκουν ενεργά τους/τις εκπαιδευόμενους/-ες σε νοητικές και πειραματικές δραστηριότητες (DfES, 2006). Έτσι, ευνοούνται: α. η ενεργοποίηση των φερόμενων ως «αδύναμων» μαθητών/τριών, β. η ανάπτυξη μεγάλου εύρους δεξιοτήτων, γ. η σύνδεση της επιστήμης με την καθημερινή ζωή των παιδιών, και δ. η ανάδειξη των χαρακτηριστικών της γνώσης των φυσικών επιστημών (Πιερράτος, 2013).

Η βιωματική μάθηση είναι μία διδακτική στρατηγική η οποία ανήκει στις μαθητοκεντρικές στρατηγικές μάθησης και διδασκαλίας και ενσωματώνει διάφορα χαρακτηριστικά, μεταξύ των οποίων είναι οι εκτός τάξης δραστηριότητες (Ματσαγγούρας 2011· Σκουμπουρδή & Καλαβάσης, 2007· Kolb et al., 2000· Smith & Knapp, 2010·).

Με δεδομένα, αφενός τη χαμηλή αποτελεσματικότητα της παραδοσιακής διδασκαλίας και αφετέρου τα διδακτικά οφέλη της ενεργού μάθησης και μαθητοκεντρικής διδασκαλίας που προσφέρει η βιωματική διδασκαλία και μάθηση (Ramey-Gassert, 1997), θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν οι παράγοντες εκείνοι που θα μπορούσαν να διευκολύνουν την ευρεία εφαρμογή αυτής της στρατηγικής στην Προσχολική και Δημοτική Εκπαίδευση. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας τέθηκαν ως στόχοι: α. να καταγραφούν βασικές γνώσεις και στάσεις, που αφορούν τη βιωματική μάθηση υποψηφίων εκπαιδευτικών (φοιτητών και φοιτητριών Παιδαγωγικών Τμημάτων) και εν ενεργεία εκπαιδευτικών (Δημοτικής και Προσχολικής Εκπαίδευσης), β. να ερευνηθεί αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις γνώσεις και στις στάσεις αυτές μεταξύ των διάφορων ομάδων και γ. να ερευνηθεί αν η πρότερη εμπειρία τους ως μαθητές/τριες επηρεάζει τις στάσεις τους αυτές.

## Μεθοδολογία

Για να αποτυπωθούν οι απόψεις των υποψηφίων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών δημιουργήθηκε ένα κλειστό ερωτηματολόγιο, σε μορφή Google form, με μία δημογραφική ερώτηση, η οποία αφορούσε στην καταγραφή της ιδιότητας κάθε συμμετέχοντος και κάθε συμμετέχουσας στην έρευνα, και τις εξής τέσσερις ερευνητικές ερωτήσεις:

1<sup>η</sup> ερώτηση: Πόσο βέβαιοι είστε ότι γνωρίζετε τι εννοείται με τον όρο “βιωματική μάθηση”;

2<sup>η</sup> ερώτηση: Η βιωματική μάθηση είναι ένας τρόπος εκπαίδευσης που αφορά, μεταξύ άλλων, σχολικές μαθησιακές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εκτός σχολικής τάξης. Εάν είχατε τη δυνατότητα, θα επιλέγατε ως εκπαιδευτικός να διδάξετε κάποιες έννοιες της Φυσικής εκτός τάξης, π.χ. στη

σχολική αυλή ή σε ένα γυμναστήριο, εμπλέκοντας τα παιδιά σε παιχνίδια και αθλητικές δραστηριότητες;

3<sup>η</sup> ερώτηση: Πόσο εύκολο θεωρείτε ότι είναι να εφαρμόσει ένας/μία εκπαιδευτικός δραστηριότητες βιωματικής μάθησης στη Δημοτική και στην Προσχολική Εκπαίδευση στην Ελλάδα;

4<sup>η</sup> ερώτηση: Ως μαθήτριες/μαθητές είχατε εκτεθεί σε κάποιου είδους δραστηριότητα βιωματικής μάθησης, όπως αυτές που αναφέρονται στη 2η ερώτηση;

Η πρώτη ερώτηση είχε ως στόχο να αποτυπώσει την εξοικείωση των ερωτώμενων με το τι είναι η βιωματική μάθηση με την απάντηση να δίνεται σε 5βαθμη κλίμακα Likert. Η δεύτερη ερώτηση είχε ως στόχο να αποτυπώσει την πρόθεση του ερωτώμενου να εφαρμόσει διδακτικές στρατηγικές τέτοιου τύπου για να διδάξει έννοιες της Φυσικής εκτός σχολικής τάξης, εμπλέκοντας τα παιδιά σε παιχνίδια και αθλητικές δραστηριότητες. Η απάντησή της δόθηκε σε 4βαθμη κλίμακα Likert. Η τρίτη ερώτηση είχε ως στόχο να αποτυπώσει την άποψη κάθε ερωτώμενου σχετικά με τη δυνατότητα εφαρμογής δραστηριοτήτων βιωματικής μάθησης στο πλαίσιο που οριοθετείται στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα. Τέλος, η τέταρτη ερώτηση είχε ως στόχο να καταγραφεί αν ο/η ερωτώμενος/νη είχε στο παρελθόν ως μαθητής/τρια εκτεθεί σε παρόμοιου τύπου διδακτικές στρατηγικές. Ο ρόλος της ερώτησης ήταν να δοθεί η δυνατότητα διερεύνησης πιθανής σύνδεσης ανάμεσα στις προσωπικές εμπειρίες και στον τρόπο που απαντά ο/η ερωτώμενος/νη στις προηγούμενες ερωτήσεις.

Στην έρευνα συμμετείχαν 116 φοιτητές και φοιτήτριες (102 του Π.Τ.Δ.Ε. και 14 του Τ.Ε.Π.Α.Ε. του Α.Π.Θ.) και 111 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί (89 Προσχολικής και 22 Δημοτικής Εκπαίδευσης). Η δειγματοληψία ήταν βολική.

## Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 δίνονται οι απαντήσεις στις τέσσερις ερωτήσεις για τους φοιτητές και φοιτήτριες, τους/τις εκπαιδευτικούς αλλά και για το σύνολο των ερωτώμενων.

	1η ερώτηση			3η ερώτηση		
	Φοιτητές	Εκπαιδευτικοί	Συνολικά	Φοιτητές	Εκπαιδευτικοί	Συνολικά
Απόλυτα σίγουρος/η (1)	14	54	68	3	10	13
(2)	43	37	80	22	33	55
(3)	26	6	32	60	47	107
(4)	27	8	35	30	19	49
Καθόλου σίγουρος/η (5)	6	6	12	1	2	3
ΣΥΝΟΛΟ	116	111	227	116	111	227
	2η ερώτηση			4η ερώτηση		
	Φοιτητές	Εκπαιδευτικοί	Συνολικά	Φοιτητές	Εκπαιδευτικοί	Συνολικά
Σίγουρα ναι (1)	98	95	193	40	37	77
Μάλλον ναι (2)	17	15	32	25	16	41
Μάλλον όχι (3)	1	1	2	28	33	61
Σίγουρα όχι (4)	0	0	0	23	25	48
ΣΥΝΟΛΟ	116	111	227	116	111	227

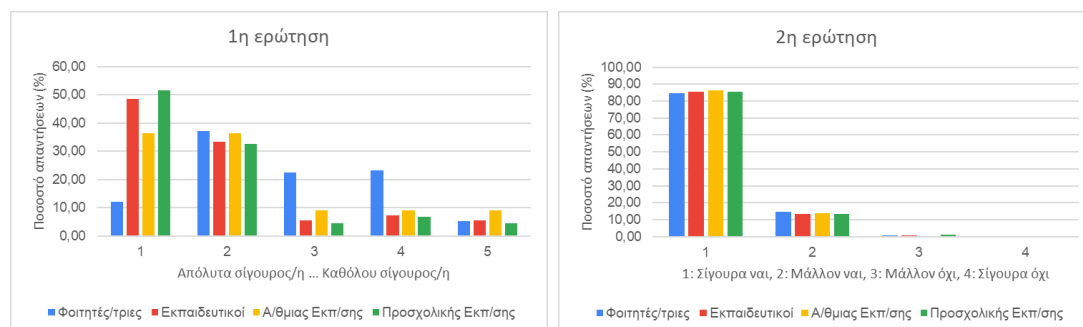
Πίνακας 25 Οι απαντήσεις στις τέσσερις ερωτήσεις όλων των συμμετεχόντων στην έρευνα

Αντίστοιχα, στον Πίνακα 2 δίνονται οι απαντήσεις στις τέσσερις ερωτήσεις των εκπαιδευτικών Δημοτικής (Δ.Ε.) και Προσχολικής (Π.Ε.) Εκπαίδευσης.

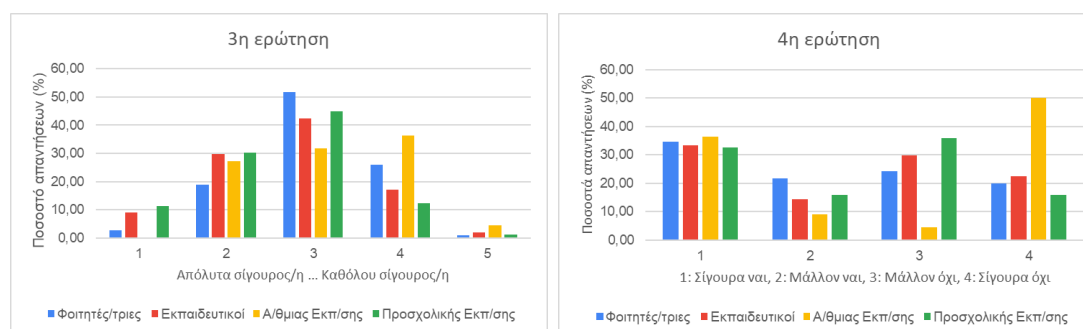
	1η ερώτηση		3η ερώτηση	
	Δ.Ε.	Π.Ε.	Δ.Ε.	Π.Ε.
Απόλυτα σίγουρος/η (1)	8	46	0	10
(2)	8	29	6	27
(3)	2	4	7	40
(4)	2	6	8	11
Καθόλου σίγουρος/η (5)	2	4	1	1
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>22</b>	<b>89</b>	<b>22</b>	<b>89</b>
	2η ερώτηση		4η ερώτηση	
	Δ.Ε.	Π.Ε.	Δ.Ε.	Π.Ε.
Σίγουρα ναι (1)	19	76	8	29
Μάλλον ναι (2)	3	12	2	14
Μάλλον όχι (3)	0	1	1	32
Σίγουρα όχι (4)	0	0	11	14
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>22</b>	<b>89</b>	<b>22</b>	<b>89</b>

Πίνακας 2 Οι απαντήσεις στις τέσσερις ερωτήσεις μόνο των εν ενεργεία εκπαιδευτικών

Στις Εικόνες 1α, 1β, 2α και 2β δίνονται οι αντίστοιχες κατανομές των ποσοστών των απαντήσεων στις τέσσερις ερωτήσεις που τέθηκαν.



Εικόνα 24-2 Η κατανομή των απαντήσεων α. στην 1<sup>η</sup> ερώτηση (αριστερά) και β. στη 2<sup>η</sup> ερώτηση (δεξιά)



Εικόνα 3-4 Η κατανομή των απαντήσεων α. στην 3<sup>η</sup> ερώτηση (αριστερά) και β. στην 4<sup>η</sup> ερώτηση (δεξιά)

Προκείμενου να διερευνηθεί αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις γνώσεις και στις στάσεις αυτές μεταξύ των διάφορων ομάδων και να διερευνηθεί αν η πρότερη

εμπειρία των συμμετεχόντων στην έρευνα ως μαθητές/τριες επηρεάζει τις στάσεις τους αυτές, ακολούθησε στατιστική ανάλυση των παραπάνω αποτελεσμάτων.

### Συζήτηση

Στον Πίνακα 1 και στην Εικόνα 1α βλέπουμε ότι οι κατανομές των απαντήσεων στην 1<sup>η</sup> ερώτηση των φοιτητών/φοιτητριών και του συνόλου των εν ενεργεία εκπαιδευτικών μοιάζουν διαφορετικές. Για να ελέγξουμε αν η διαφορά μεταξύ των δύο πληθυσμών είναι στατιστικά σημαντική εφαρμόσαμε το Mann-Whitney U τεστ, αφού οι δύο πληθυσμοί είναι ανεξάρτητοι και τα δεδομένα μας είναι τύπου ordinal (τακτικά δεδομένα). Όπως προκύπτει από την έξοδο του τεστ, στο SPSS 25 που χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική επεξεργασία, οι εκπαιδευτικοί εμφανίζονται στατιστικά πιο σίγουροι ( $p=.000$ , 2-tailed) για τον ορισμό της βιωματικής μάθησης (Εικόνα 5α). Η εκπαιδευτική εμπειρία τους, σε σχέση με τους υποψήφιους εκπαιδευτικούς, πιθανόν είναι η αιτία για τη διαφοροποίηση αυτή.

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
1η ερώτηση Φοιτητής/Φοιτήτρια	116	138,80	16100,50
1η ερώτηση Εκπαιδευτικός	111	88,09	9777,50
Total	227		

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
1η ερώτηση Εκπαιδευτικός Προσχολικής Εκπ/σης	89	53,97	4803,00
1η ερώτηση Εκπαιδευτικός Δημοτικής Εκπ/σης	22	64,23	1413,00
Total	111		

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
1η ερώτηση	3561,500	9777,500	-6,054	,000

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
1η ερώτηση	798,000	4803,000	-1,455	,146

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

**Εικόνα 5 Τα αποτελέσματα του Mann-Whitney U τεστ για α. την 1<sup>η</sup> ερώτηση για τους πληθυσμούς των υποψήφιων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών, και β. για τις δύο ομάδες των εν ενεργεία εκπαιδευτικών**

Στον Πίνακα 2 και στην Εικόνα 1α δίνονται οι απαντήσεις των δύο διαφορετικών ομάδων εκπαιδευτικών στην 1<sup>η</sup> ερώτηση. Για να ελέγξουμε αν η μικρή διαφορά που καταγράφεται μεταξύ των δύο πληθυσμών είναι στατιστικά σημαντική εφαρμόσαμε, για τους ίδιους λόγους με την προηγούμενη ανάλυση, το Mann-Whitney U τεστ. Όπως προκύπτει από την έξοδο του τεστ (Εικόνα 5β), η διαφορά είναι στατιστικά μη σημαντική ( $p=.146$ , 2-tailed): οι δύο πληθυσμοί απαντούν ουσιαστικά με παρόμοιο τρόπο.

Στους Πίνακες 1 και 2 και στην Εικόνα 1β βλέπουμε ότι οι κατανομές των απαντήσεων στην 2<sup>η</sup> ερώτηση των φοιτητών/φοιτητριών, του συνόλου των εν ενεργεία εκπαιδευτικών αλλά και των δύο υποομάδων σε αυτούς, μοιάζουν παρόμοιες. Για να επιβεβαιώσουμε ότι η διαφορά μεταξύ των δύο κάθε πληθυσμών είναι στατιστικά μη σημαντική εφαρμόσαμε το Mann-Whitney U τεστ. Όπως προκύπτει από την έξοδο του τεστ (Εικόνες 6α και 6β αντίστοιχα), δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ φοιτητών/φοιτητριών και εκπαιδευτικών ( $p=.819$ , 2-tailed) αλλά ούτε μεταξύ εκπαιδευτικών δημοτικής και προσχολικής εκπαίδευσης ( $p=.894$ , 2-tailed). Τόσο οι υποψήφιοι όσο και οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί δηλώνουν θετικοί να εφαρμόσουν στρατηγικές βιωματικής μάθησης.

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
2η ερώτηση Φοιτητής/Φοιτήτρια	116	114,60	13294,00
Εκπαιδευτικός	111	113,37	12584,00
Total	227		

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
2η ερώτηση Εκπαιδευτικός Προσχολικής Εκπ/σης	89	56,12	4995,00
Εκπαιδευτικός Δημοτικής Εκπ/σης	22	55,50	1221,00
Total	111		

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
2η ερώτηση	6368,000	12584,000	-,229	,819

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
2η ερώτηση	968,000	1221,000	-,134	,894

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

**Εικόνα 6 Τα αποτελέσματα του Mann-Whitney U τεστ για α. τη 2<sup>η</sup> ερώτηση για τους πληθυσμούς των υποψήφιων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών (αριστερά) και β. για τις δύο ομάδες των εν ενεργεία εκπαιδευτικών**

Στον Πίνακα 1 και στην Εικόνα 2α βλέπουμε ότι οι κατανομές των απαντήσεων στην 3<sup>η</sup> ερώτηση των φοιτητών/φοιτητριών και του συνόλου των εν ενεργεία εκπαιδευτικών μοιάζουν διαφορετικές. Για να ελέγξουμε αν η διαφορά μεταξύ των δύο πληθυσμών είναι στατιστικά σημαντική εφαρμόσαμε το Mann-Whitney U τεστ. Όπως προκύπτει από την έξοδο του τεστ (Εικόνα 7α), υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p=.007$ , 2-tailed) μεταξύ των δύο πληθυσμών: οι εκπαιδευτικοί εμφανίζονται στατιστικά πιο αισιόδοξοι από ό,τι οι υποψήφιοι συνάδελφοί τους σε ό,τι αφορά τη δυνατότητα εφαρμογής της βιωματικής μεθόδου στα ελληνικά σχολεία.

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
3η ερώτηση Φοιτητής/Φοιτήτρια	116	124,73	14469,00
Εκπαιδευτικός	111	102,78	11409,00
Total	227		

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
3η ερώτηση Εκπαιδευτικός Προσχολικής Εκπ/σης	89	52,52	4674,50
Εκπαιδευτικός Δημοτικής Εκπ/σης	22	70,07	1541,50
Total	111		

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
3η ερώτηση	5193,000	11409,000	-2,697	,007

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
3η ερώτηση	669,500	4674,500	-2,424	,015

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

**Εικόνα 7 Τα αποτελέσματα του Mann-Whitney U τεστ για α. την 3<sup>η</sup> ερώτηση για τους πληθυσμούς των υποψήφιων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών (αριστερά) και β. για τις δύο ομάδες των εν ενεργεία εκπαιδευτικών**

Στον Πίνακα 2 και στην Εικόνα 2α δίνονται οι απαντήσεις των δύο διαφορετικών ομάδων εκπαιδευτικών στην 3<sup>η</sup> ερώτηση. Από την κατανομή φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί της προσχολικής εκπαίδευσης είναι πιο αισιόδοξοι σε ό,τι αφορά τη δυνατότητα εφαρμογής της βιωματικής μεθόδου στα σχολεία. Για να ελέγξουμε αν η διαφορά που καταγράφεται μεταξύ των δύο πληθυσμών είναι στατιστικά σημαντική, εφαρμόσαμε το Mann-Whitney U τεστ. Όπως προκύπτει από την έξοδο του τεστ (Εικόνα 7β), η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ( $p=.015$ , 2-tailed): οι δύο πληθυσμοί όντως απαντούν με διαφορετικό τρόπο.

Στους Πίνακες 1 και 2 και στην Εικόνα 2β βλέπουμε ότι οι κατανομές των απαντήσεων στην 4<sup>η</sup> ερώτηση των φοιτητών/φοιτητριών, του συνόλου των εν ενεργεία εκπαιδευτικών αλλά και των δύο υποομάδων σε αυτούς, μοιάζουν παρόμοιες. Για να επιβεβαιώσουμε ότι η διαφορά μεταξύ των δύο κάθε φορά πληθυσμών είναι στατιστικά μη σημαντική, εφαρμόσαμε το Mann-Whitney U τεστ. Όπως προκύπτει από την έξοδο του τεστ (Εικόνες 8α και 8β αντίστοιχα), δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ φοιτητών/φοιτητριών και

εκπαιδευτικών ( $p=.448$ , 2-tailed) αλλά ούτε μεταξύ εκπαιδευτικών δημοτικής και προσχολικής εκπαίδευσης ( $p=.190$ , 2-tailed).

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
4η ερώτηση Φοιτητής/Φοιτήτρια	116	110,88	12862,50
Εκπαιδευτικός	111	117,26	13015,50
Total	227		

Ιδιότητα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
4η ερώτηση Εκπαιδευτικός Προσχολικής Εκπ/σης	89	54,09	4814,00
Εκπαιδευτικός Δημοτικής Εκπ/σης	22	63,73	1402,00
Total	111		

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
4η ερώτηση	6076,500	12862,500	-,759	,448

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
4η ερώτηση	809,000	4814,000	-1,309	,190

a. Grouping Variable: Ιδιότητα

**Εικόνα 8 Τα αποτελέσματα του Mann-Whitney U τεστ για α. την 4<sup>η</sup> ερώτηση για τους πληθυσμούς των υποψήφιων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών (αριστερά) και β. για τις δύο ομάδες των εν ενεργεία εκπαιδευτικών (δεξιά)**

Αναζητώντας τυχόν συσχέτιση μεταξύ των απαντήσεων στην 4η ερώτηση και όλες τις υπόλοιπες, υπολογίσαμε το  $\rho$  του Spearman (Spearman’s Rho), αφού επιβεβαιώσαμε ότι συντρέχουν οι παραδοχές του εν λόγω τεστ για τα δεδομένα μας. Όπως προκύπτει από την έξοδο του τεστ (Εικόνα 9), δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $r_s=-0.68$ ,  $p=0.305$ ) ανάμεσα στις απαντήσεις των ερωτήσεων 1 και 4. Η δήλωση γνώσης του ορισμού της βιωματικής μάθησης δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την πρότερη έκθεση σε αυτήν.

			4η ερώτηση	1η ερώτηση
Spearman's rho	4η ερώτηση	Correlation Coefficient	1,000	-,068
		Sig. (2-tailed)	.	,305
		N	227	227
	1η ερώτηση	Correlation Coefficient	-,068	1,000
		Sig. (2-tailed)	,305	.
		N	227	227

**Εικόνα 9 Ο υπολογισμός του  $\rho$  του Spearman κατά την αναζήτηση συσχέτισης μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 4<sup>ης</sup> ερώτησης**

Σε ό,τι αφορά τη συσχέτιση μεταξύ της 2ης και της 4ης ερώτησης, υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση, όπως προκύπτει από τον Πίνακα 1: αυτοί που έχουν εκτεθεί ως παιδιά εμφανίζονται ελαφρώς πιο σίγουροι ότι επιθυμούν να διδάξουν και με αυτόν τον τρόπο. Ωστόσο, η διαφορά αυτή δεν εμφανίζεται να είναι στατιστικά σημαντική ( $r_s=0.116$ ,  $p=0.081$ ), αν και οριακά (Εικόνα 10).

			4η ερώτηση	2η ερώτηση
Spearman's rho	4η ερώτηση	Correlation Coefficient	1,000	,116
		Sig. (2-tailed)	.	,081
		N	227	227
	2η ερώτηση	Correlation Coefficient	,116	1,000
		Sig. (2-tailed)	,081	.
		N	227	227

**Εικόνα 10 Ο υπολογισμός του  $\rho$  του Spearman κατά την αναζήτηση συσχέτισης μεταξύ της 2<sup>ης</sup> και της 4<sup>ης</sup> ερώτησης**



Επίσης, δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $r_s=0.034$ ,  $p=0.608$ ) στην έκθεση σε βιωματικές δράσεις και στην αποτίμηση της ευκολίας ή δυσκολίας στην εφαρμογή τους στη σχολική πραγματικότητα (Εικόνα 11).

			4η ερώτηση	3η ερώτηση
Spearman's rho	4η ερώτηση	Correlation Coefficient	1,000	,034
		Sig. (2-tailed)	.	,608
		N	227	227
	3η ερώτηση	Correlation Coefficient	,034	1,000
		Sig. (2-tailed)	,608	.
		N	227	227

Εικόνα 11 Ο υπολογισμός του  $\rho$  του Spearman κατά την αναζήτηση συσχέτισης μεταξύ της 3<sup>ης</sup> και της 4<sup>ης</sup> ερώτησης

## Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνάς μας, υπάρχουν διαφοροποιήσεις σε κάποιες απόψεις τόσο μεταξύ των δύο ομάδων εν ενεργεία εκπαιδευτικών όσο και με αυτές των φοιτητών, σε ό,τι αφορά τα θέματα που επιδιώξαμε να διερευνήσουμε. Η αναζήτηση των λόγων για αυτές τις διαφοροποιήσεις σε κάποια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να βοηθήσει στην ευρύτερη εφαρμογή της βιωματικής μάθησης στα σχολεία.

Όπως δείχθηκε, το σύνολο των ερωτηθέντων δηλώνει ιδιαίτερα πρόθυμο να εφαρμόσει στην πράξη στρατηγικές βιωματικής μάθησης και διδασκαλίας.

Οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί εμφανίζονται ελαφρώς πιο αισιόδοξοι από ό,τι οι υποψήφιοι συνάδελφοί τους σχετικά με τη δυνατότητα εφαρμογής της βιωματικής μεθόδου στα ελληνικά σχολεία. Με δεδομένο ότι γνωρίζουν από μέσα πώς λειτουργεί το εκπαιδευτικό σύστημα στην Ελλάδα η αισιοδοξία αυτή μοιάζει να μοιράζει κάποιες υποσχέσεις για τη δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου στα ελληνικά σχολεία. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί προσχολικής εκπαίδευσης είναι εμφανώς πιο αισιόδοξοι σε σχέση με τους συναδέλφους τους της δημοτικής εκπαίδευσης, γεγονός που ενδέχεται να σχετίζεται με το ότι τα προγράμματα σπουδών τους ήδη είναι περισσότερο προσανατολισμένα στη βιωματική μάθηση.

Τα άτομα τα οποία είχαν έρθει σε επαφή με τη βιωματική μάθηση ως μαθητές, ενδεχομένως να είναι πιο πρόθυμα να τη συμπεριλάβουν στη διδασκαλία τους ως εκπαιδευτικοί. Ωστόσο, το συμπέρασμα αυτό αποτελεί περισσότερο ερμηνεία παρά ερευνητικό αποτέλεσμα και σίγουρα χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Εν κατακλείδι, αν και το δείγμα της έρευνας είναι μάλλον μικρό για να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα, και το πλήθος των εκπαιδευτικών της δημοτικής εκπαίδευσης είναι αισθητά μικρότερο από αυτό της προσχολικής εκπαίδευσης, θέτοντας περιορισμούς στην εγκυρότητα των γενικεύσεων των συμπερασμάτων που τους αφορούν, εντούτοις τα αποτελέσματά μας υποδεικνύουν κάποιες τάσεις, οι οποίες αξίζει ίσως να διερευνηθούν περαιτέρω. Σε κάθε περίπτωση, τα συμπεράσματα που προκύπτουν μπορούν να αξιοποιηθούν καταρχάς για τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων μέσω των οποίων μπορούν να διδαχθούν έννοιες και διαδικασίες της Φυσικής, αλλά και για να προγραμματιστούν στρατηγικές εισαγωγής αυτών των δραστηριοτήτων μέσω προσαρμογών των αντίστοιχων αναλυτικών προγραμμάτων.

Προκειμένου να διερευνηθούν σε μεγαλύτερο βάθος οι απόψεις των φοιτητών/εκπαιδευτικών κυρίως σε επίπεδο αιτιολογήσεων των επιλογών τους σχεδιάζεται σχετική έρευνα με ανοικτό ερωτηματολόγιο και ημιδομημένες συνεντεύξεις.

## Βιβλιογραφία

- Βουρλιάς, Κ. Π. (2016). Η διδασκαλία της φυσικής μέσα από αθλητικές δραστηριότητες στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Δημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ.
- Ματσαγγούρας, Η. (2011). Φάκελος Επιμορφωτικού Υλικού για τις Βιωματικές Δράσεις. Από τη Βιωματική Μάθηση στο Συνεργατικό Μοντέλο Βιωματικών Δράσεων. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Πιερράτος, Θ. (2013). Μελέτη διδακτικών δράσεων για τη διδακτική της Φυσικής μέσω καταγραφής και αποτίμησης. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.
- Σκουμπουρδή, Χ., & Καλαβάσης, Φ. (2007). Σχεδιασμός ένταξης του παιχνιδιού στη μαθηματική εκπαίδευση για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Στο Φ. Καλαβάσης και Α. Κοντάκος (επιμ.), Θέματα Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, 137-156.
- Department for Education and Skills (2006). Learning Outside the Classroom Manifesto. DfES publications: Ref. 04232-2006DOM-EN
- Kolb, D., Boyatzis, R., & Mainemelis, Ch. (2000). Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions, in R. J. Sternberg and L. F. Zhang (Eds.), Perspectives on Cognitive, Learning, and Thinking Styles. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ramey-Gassert, L. (1997). Learning Science beyond the Classroom. The Elementary School Journal, 97(4), 433–450.
- Smith, Th., & Knapp, C. (2010). Sourcebook of Experiential Education: Key Thinkers and Their Contributions. Publisher: ProQuest LLC.

## Απόψεις εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη συμβολή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών

**Μαρία Μάντζιου**

*Πρότυπο ΓΕΛ Ζωσιμαίας Σχολής Ιωαννίνων*

### Περίληψη

Σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη συμβολή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Εξάγονται συμπεράσματα για τις πεποιθήσεις τους για τη μάθηση των φυσικών επιστημών, για τη σημασία της εισαγωγής της ιστορίας και της φιλοσοφίας των επιστημών στη διδασκαλία, στην προώθηση της επιστημονικής παιδείας, στη δημιουργία κινήτρων και έμπνευσης, στην εκμάθηση του περιεχομένου και της φύσης της επιστήμης. Εξάγονται στοιχεία για το τρέχον θεσμικό πλαίσιο, τα προγράμματα σπουδών, τα εγχειρίδια, το υλικό και τον εξοπλισμό. Αναδεικνύεται η αναγκαιότητα βελτίωσης και επέκτασης της διδασκαλίας με την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης.

**Λέξεις κλειδιά:** ιστορία και φιλοσοφία της επιστήμης, διδασκαλία φυσικών επιστημών

## Views of Secondary Education Teachers on the Contribution of the History and Philosophy of Science to the Teaching of the Natural Sciences

**Maria Mantziou**

*Model school GEL Zosimaias School of Ioannina*

### Abstract

The purpose of the study is to explore the views of secondary school teachers on the contribution of the history and philosophy of science to the Teaching of Natural Sciences. Conclusions are drawn about their beliefs on learning science, about the importance of introducing the history and philosophy of science to teaching, promoting science education, motivating and inspiring, learning the content and nature of science. Data are mined on the current institutional framework, curricula, textbooks, materials and equipment. The need to improve and expand teaching with the history and philosophy of science is highlighted.

**Keywords:** History and philosophy of science, Teaching natural sciences

## Εισαγωγή

Η ιστορία των επιστημών απεικονίζει τον τρόπο που η επιστημονική πρόοδος επηρεάζει τον κόσμο, είναι η μελέτη της εξέλιξης της επιστήμης, η μελέτη των επιτευγμάτων της επιστήμης, η προσθήκη των γνώσεων, τα εμπόδια στη συσσώρευση της γνώσης, η απεικόνιση μέσω παραδειγμάτων (Kuhn, 2008), η μελέτη της επιστημονικής έρευνας, η εκτίμηση των διαφορετικών πολιτιστικών προοπτικών της επιστήμης (Wang & Marsh, 1998), είναι η ιστορία εκείνων που διερεύνησαν και προσπάθησαν να κατανοήσουν τη φύση (Γαβρόγλου, 2004). Στη φιλοσοφία της επιστήμης διατυπώνονται απόψεις για σημαντικές επιστημονικές θεωρίες, διερευνώνται οι μέθοδοι, οι συνθήκες, τα χαρακτηριστικά, οι επιστημονικές ερμηνείες, τα κριτήρια της επιστημονικής γνώσης και έρευνας, της επιστημονικής αλήθειας (Losee, 1993) και ζητήματα της φιλοσοφίας αντικατοπτρίζουν τη σημασία επιλογών των θεωριών (Rosenberg, 2018).

Τα πλεονεκτήματα προσέγγισης της διδασκαλίας με ιστορία και φιλοσοφία έχουν τονιστεί, έχει αναγνωριστεί στην επιστημονική εκπαίδευση η σημασία της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης (Lederman, 1992· Matthews, 1994), και προτείνεται η εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Σκορδούλης, 2003· Abd-El-Khalick & Lederman, 2000· Chang, 2011· DeBoer, 2000· Höttecke et al., 2012· Leite, 2002· Matthews, 1994· McComas, 2008· Monk & Osborne, 1997· Niaz, 2009· Rudge et al., 2009· Rutherford, 2001· Solomon et al., 1992), γιατί συμβάλει στη διαμόρφωση ενημερωμένων πολιτών με την ικανότητα να αποφασίζουν, να παρατηρούν και να χειρίζονται το περιβάλλον τους, είναι πηγή προτάσεων για το πώς το περιεχόμενο και οι έννοιες ενός μαθήματος πρέπει να οργανωθούν (Barahona et al., 2014), συμβάλει στη μάθηση για το τι είναι φυσικές επιστήμες, πώς εξελίχθηκαν, είναι διδασκαλία ενίσχυσης της μάθησης, αναδεικνύει το ανθρώπινο πρόσωπο της επιστήμης (Σκορδούλης, 2015).

Οι μαθητές όμως μαθαίνουν την επιστήμη χρησιμοποιώντας παράγωγες πηγές πληροφοριών, αντιμετωπίζουν επιστημονικά φαινόμενα μεμονωμένα, τείνουν να θεωρούν την επιστήμη ως συσσώρευση απομονωμένων περιπτώσεων (Lederman & Lederman, 2004), αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο μάθημα που έχει σχέση με το περιεχόμενο, με τον τρόπο παρουσίασης στα σχολικά βιβλία, ως προς τις διδακτικές πρακτικές (Κόκκοτας, 2008). Τα εγχειρίδια της επιστήμης υποβαθμίζουν την επιρροή του ανθρώπου στην έρευνα, απεικονίζουν την επιστήμη ως απλή μακρά λίστα συμπερασμάτων (Clough & Olson, 2004), στα εγχειρίδια η ιστορία πολύ συχνά φαίνεται εξιδανικευμένη ιδεολογία και μεταφέρει την άποψη ότι η επιστήμη είναι μια σταθερή και συσσωρευτική εξέλιξη προς την κορυφή των σύγχρονων επιτευγμάτων (Brush, 1974). Η βασική επομένως πρόκληση είναι να καταστεί η επιστήμη ουσιαστική και η χρήση μαθημάτων με ιστορία και φιλοσοφία της επιστήμης στη διδασκαλία της επιστήμης υποστηρίζει την επιστημονική παιδεία, συμβάλει στην αποκατάσταση της επιστήμης στο ανθρώπινο και πολιτιστικό της περιβάλλον, συμβάλει στην παρακίνηση της έρευνας, στην εκμάθηση του πολιτισμικού πλαισίου της επιστήμης, αλλά τα μαθήματα αυτά δεν είναι σε μεγάλο βαθμό διαθέσιμα (Allchin, 2014).

Με δεδομένο ότι ιδέες των μαθητών έρχονται σε αντίθεση με τις αποδεκτές επιστημονικές ιδέες (Driver, 1989), ότι για τη μάθηση και την κατανόηση εννοιών ο μαθητής συνδέει και συγκρίνει τη νέα πληροφορία με την προηγούμενη γνώση, τροποποιεί τις πληροφορίες αυτές προσαρμόζοντάς τες σε αυτά που ήδη πιστεύει με αποτέλεσμα την ανθεκτικότητα των αντιλήψεων στην αλλαγή (Clough, 2006), η διδασκαλία χρειάζεται να ενσωματώνει την εγκυρότητα της επιστημονικής γνώσης, τον σκοπό και τους στόχους καθώς επίσης και τις αντιλήψεις των μαθητών. Δηλαδή περιεχόμενο του μαθήματος, μεθοδολογία και εναλλακτικές απόψεις (Seroglou & Koumaras, 2001), με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, με την εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας των επιστημών να προωθεί την εννοιολογική κατανόηση, την εννοιολογική αλλαγή, την τροποποίηση, ανταλλαγή προηγούμενων ιδεών (Duit & Treagust 2003· Kruse & Wilcox, 2011).

Στόχος της παρούσας επιστημονικής έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ΠΕ04) για τους λόγους για τους οποίους είναι σημαντική η εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας των επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Επιπλέον, ο σκοπός της έρευνας μπορεί να διαιρεθεί στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα: 1. Γιατί η εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας των επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών προωθεί την επιστημονική παιδεία; 2. Ποια είναι τα εμπόδια και ποιες βελτιωτικές ενέργειες χρειάζεται να γίνουν για την εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών;

## Μεθοδολογία

Η έρευνα ήταν ποσοτική και για τη συγκέντρωση των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με 16 κλειστού τύπου και 4 ανοιχτού τύπου ερωτήσεις. Στάλθηκε ηλεκτρονική φόρμα του ερωτηματολογίου σε εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του κλάδου των φυσικών επιστημών της Περιφερειακής Εκπαίδευσης Ηπείρου. Επιδιώχθηκε η άμεση σύνδεση του δείγματος και των δεδομένων με τον σκοπό της έρευνας και τα ερευνητικά ερωτήματα. Η εγκυρότητα του ερωτηματολογίου αξιολογήθηκε από τη χρήση πιλοτικής έρευνας και η αξιοπιστία του εργαλείου διερευνήθηκε με χρήση του συντελεστή αξιοπιστίας α του Cronbach σε κάθε μια από τις διαστάσεις του εργαλείου.

## Αποτελέσματα

Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 70 εκπαιδευτικοί εκ των οποίων 41 ήταν άντρες και 29 γυναίκες, το 47.1% ήταν Φυσικοί, το 35.7% Χημικοί, το 14.3% Βιολόγοι και το 2.9% Γεωλόγοι. Αρχικά οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν για τους παράγοντες μάθησης των φυσικών επιστημών και πώς αξιολογούν τους παράγοντες αυτούς και κατέταξαν 8 παράγοντες μάθησης (οργάνωση της διδασκαλίας, στάση του εκπαιδευόμενου για την επιστήμη, στάση του εκπαιδευτικού για την επιστήμη, επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών, δομή του αναλυτικού προγράμματος, ύπαρξη ή μη εργαστηρίου, εγχειρίδια, χρήση εποπτικών μέσων) από τον λιγότερο σημαντικό (1) έως τον σημαντικότερο (8). Από την ανάλυση των δεδομένων

προέκυψε πως ο σημαντικότερος παράγοντας μάθησης σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς ήταν η οργάνωση της διδασκαλίας (MT=6.79, TA=1.66). Επιπρόσθετα, σημαντικούς παράγοντες αναγνώρισαν την στάση των εκπαιδευτικών για την επιστήμη (MT=5.64, TA=1.9) και την επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών (MT=5.26, TA=1.83). Από τους υπόλοιπους παράγοντες οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν ως μετρίου βαθμού σημαντικούς την ύπαρξη ή μη εργαστηρίου (MT=4.17, TA=2.13), τη δομή του αναλυτικού προγράμματος (MT=4.07, TA=1.80) και τη στάση του εκπαιδευόμενου για την επιστήμη (MT=3.77, TA=2.09). Λιγότερο σημαντικοί παράγοντες είναι η χρήση εποπτικών μέσων (MT=3.36, TA=2.33) και τα εγχειρίδια (MT=2.94, TA=1.86).

Η επόμενη ενότητα ερωτήσεων είχε σκοπό να καταγράψει την άποψη των εκπαιδευτικών για το τι παρέχουν οι φυσικές επιστήμες στους μαθητές, η βοήθεια που παρέχει στους μαθητές η γνώση των φυσικών επιστημών. Σε αυτήν την ερώτηση οι εκπαιδευτικοί κατέταξαν 7 πιθανούς τομείς στους οποίους συμβάλει η γνώση των Φυσικών Επιστημών από τον λιγότερο σημαντικό (1) έως τον σημαντικότερο (7). Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν πως σε μεγαλύτερο βαθμό οι φυσικές επιστήμες συμβάλλουν στην κατανόηση των επιστημονικών δεδομένων, των θεωριών και των νόμων (MT=5.57, TA=2.11) και στη λήψη αποφάσεων σε ζητήματα καθημερινής ζωής (MT=4.57, TA=1.8). Οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν ότι οι Φυσικές επιστήμες συμβάλλουν σε μέτριο βαθμό σε περιβαλλοντικά ζητήματα (MT=4.01, TA=1.65), στο να γίνουν τα παιδιά υπεύθυνοι πολίτες (MT=3.87, TA=1.85), στη διάκριση της επιστήμης από την ψευδοεπιστήμη (MT=3.41, TA=2.05), στον επαγγελματικό προσανατολισμό (MT=3.36, TA=1.61) και στην αξιοποίηση της τεχνολογίας (MT=3.21, TA=1.89).

Όλες οι επόμενες ερωτήσεις που διατυπώθηκαν ήταν σε τετραβάθμια κλίμακα Likert από 1=Διαφωνώ απόλυτα έως 4=Συμφωνώ απόλυτα. Από την ανάλυση των απαντήσεων των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πώς πιστεύουν ότι αντιμετωπίζουν οι μαθητές τις Φυσικές Επιστήμες, προέκυψε πως συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με το ότι οι μαθητές επιλέγουν εκείνον τον τομέα γνώσης που σχετίζεται με το εξεταστικό πανελλαδικό σύστημα (MT=3.67, TA=0.05) και με το ότι δυσκολεύονται στην κατανόηση εννοιών (MT=3.31, TA=0.58). Επιπρόσθετα, οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν με το ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες που σχετίζονται με τη φύση της επιστήμης (MT=3.07, TA=0.73) και με το ότι διδάσκονται θεμελιώδεις ιδέες, χωρίς επαρκές ερμηνευτικό υπόβαθρο (MT=3.10, TA=0.75). Παρόμοια, οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν με το ότι το περιεχόμενο σπουδών τους δεν είναι ενημερωμένο με τις εξελίξεις της επιστήμης (MT=3.00, TA=0.87) και με το ότι οι μαθητές δεν προσεγγίζουν κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές της επιστήμης (MT=3.00, TA=0.82). Τέλος, προέκυψε πως οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν με το ότι οι μαθητές έχουν εγχειρίδια με συμπυκνωμένη γνώση (MT=2.93, TA=0.86) και δεν είναι ικανοποιημένοι με την ποιότητα του περιεχομένου των μαθημάτων των φυσικών επιστημών (MT=2.80, TA=0.75).

Από την ανάλυση των απαντήσεων των εκπαιδευτικών για τους τρόπους παρουσίασης της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στα βιβλία των φυσικών επιστημών, προέκυψε πως συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με το ότι η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης στα βιβλία των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παρουσιάζεται ως ένθετο στο τέλος του κεφαλαίου ή πλάγιο ένθετο (MT=3.50, TA=0.53) και ως αποσυνδεδεμένα γεγονότα (MT=3.39,

TA=0.67). Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν πως συμφωνούν με το ότι η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης στα βιβλία των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παρουσιάζεται ως στιγμές επιστήμης (MT=3.07, TA=0.06) και οι επιστήμονες μακράν της σημερινής εποχής (MT=2.90, TA=0.80).

Η επόμενη ενότητα ερωτήσεων είχε σκοπό να καταγράψει την άποψη των εκπαιδευτικών αναφορικά με την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, την εφαρμογή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, την υπάρχουσα κατάσταση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης στον Πίνακα 1. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν αρκετά με το ότι σπανίως αντιμετωπίζεται κατά τρόπο ουσιαστικό η ιστορική εξέλιξη της επιστήμης (MT=3.59, TA=0.60). Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν με το ότι η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης περιορίζεται στην εισαγωγή ενός επιστημονικού μοντέλου (MT=3.16, TA=0.71) ή περιορίζεται στην εισαγωγή ενός νέου θέματος (MT=2.94, TA=0.72). Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί τείνουν να συμφωνήσουν με το ότι η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης εφαρμόζεται ως πρόσθετη δραστηριότητα (MT=2.77, TA=0.90). Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί διαφώνησαν με το ότι η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης εφαρμόζεται ως διδασκαλία του επιστημονικού περιεχομένου (MT=2.03, TA=0.80).

Η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	Μέση Τιμή (MT)	Τυπική Απόκλιση (TA)
Εφαρμόζεται ως πρόσθετη δραστηριότητα	2.77	.90
Εφαρμόζεται ως διδασκαλία του επιστημονικού περιεχομένου	2.03	.80
Περιορίζεται στην εισαγωγή ενός νέου θέματος	2.94	.72
Περιορίζεται στην εισαγωγή ενός επιστημονικού μοντέλου (π.χ. άτομο)	3.16	.71
Σπανίως αντιμετωπίζεται κατά τρόπο ουσιαστικό η ιστορική εξέλιξη της επιστήμης	3.59	.60

*Πίνακας 1 Αποτελέσματα για την εφαρμογή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (1=Διαφωνώ έντονα, 4=Συμφωνώ απόλυτα)*

Από την ανάλυση των απαντήσεων των εκπαιδευτικών, για τη διδακτική προσέγγιση των φυσικών επιστημών με την ιστορία και φιλοσοφία των επιστημών, προέκυψε πως συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με το ότι η εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών συμβάλλει στην κατανόηση της επιστήμης και της εξέλιξης των επιστημονικών ιδεών (MT=3.54, TA=0.61) και στη μάθηση για το τι είναι φυσικές επιστήμες (MT=3.37, TA=0.66). Επιπρόσθετα, οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν με το ότι η εισαγωγή της ιστορίας και

της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών παρουσιάζει τη δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ επιστημονικών θεωριών, ερευνών και πειραματικών δεδομένων (MT=3.37, TA=0.68), ενισχύει τις ικανότητες των μαθητών για κριτική σκέψη (MT=3.31, TA=0.86) και αναδεικνύει το ανθρώπινο πρόσωπο της επιστήμης (MT=3.26, TA=0.67).

Από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών παρατηρήθηκε επίσης ότι αναγνωρίζουν ότι η εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι ισχυρό περιβάλλον μάθησης (ιστορικό, πολιτισμικό) και στρατηγική διδασκαλίας (MT=3.23, TA=0.73), είναι διδασκαλία που συμβάλλει στην εννοιολογική αλλαγή (MT=3.23, TA=0.73), συμβάλλει στην κατανόηση της κοινωνικής σημασίας της επιστήμης (MT=3.16, TA=0.75) και τονώνει τη δημόσια κατανόηση της επιστήμης (MT=3.07, TA=0.79). Τέλος, οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν με το ότι η εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι διδασκαλία σύγχρονων εννοιών μέσα από ιστορικές έρευνες (MT=3.03, TA=0.78). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα ευρήματα από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών για το πώς επιδρά στον μαθητή η διδασκαλία των φυσικών επιστημών με βάση την ιστορία και φιλοσοφία της επιστήμης.

Μια διδακτική προσέγγιση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με ιστορία και φιλοσοφία της επιστήμης βοηθάει τον μαθητή	Μέση Τιμή (MT)	Τυπική Απόκλιση (TA)
Στην κατανόηση των μεθόδων της επιστήμης, στο ότι δεν υπάρχει μία επιστημονική μέθοδος	3.26	.74
Στην κατανόηση ότι η επιστημονική γνώση αν και έγκυρη είναι αβέβαιη	3.01	.73
Στο ότι η επιστημονική γνώση εξελίσσεται σε ένα κοινωνικό, ιστορικό και πολιτισμικό περιβάλλον	3.51	.65
Ότι η επιστήμη είναι υποκειμενική, δημιουργική	3.17	.78
Ότι η επιστήμη βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα, στην έρευνα	3.11	.77
Ότι οι νόμοι και οι θεωρίες είναι διαφορετικά στοιχεία της επιστημονικής γνώσης, εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς	2.36	.82
Ότι η επιστήμη και η τεχνολογία δεν ταυτίζονται	3.10	.54
Ότι οι επιστήμονες επεξεργάζονται νοητικά σχήματα για τις υποθέσεις που οδηγούν σε προβλέψεις	3.06	.80
Στην επίλυση προβλημάτων	3.44	.69
Στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης	3.10	.59
Στην αναγνώριση των κινδύνων και των ορίων που έχουν σχέση με την επιστήμη και την τεχνολογία	2.93	.67
Στην προετοιμασία του ως δημοκρατικού και ενεργού πολίτη	3.20	.69
Στη διαμόρφωση θετικής εικόνας για την επιστήμη	3.07	.69

Πίνακας 2 Αποτελέσματα για το πώς επιδρά στον μαθητή η διδασκαλία των φυσικών επιστημών με βάση την ιστορία και φιλοσοφία της επιστήμης (1=Διαφωνώ έντονα, 4=Συμφωνώ απόλυτα)



Καταγράφηκε επίσης η άποψη των εκπαιδευτικών αναφορικά με τα εμπόδια/δυσκολίες που συναντούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με χρήση της ιστορίας και φιλοσοφίας της επιστήμης και στο σε ποιους τομείς πρέπει να είναι τα σχολεία προετοιμασμένα σε υλικοτεχνική υποδομή για να εισάγουν την ιστορία και τη φιλοσοφία των επιστημών στη διδασκαλία. Η ανάλυση έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με το ότι σημαντικά εμπόδια στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με χρήση της ιστορίας και φιλοσοφίας της επιστήμης είναι ότι τα προγράμματα σπουδών δεν περιλαμβάνουν την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης (MT=3.54, TA=0.61) και η έλλειψη επαρκούς περιεχομένου ιστορίας και φιλοσοφίας στα εγχειρίδια (βιβλίο μαθητή, βιβλίο εκπαιδευτικού, εργαστηριακός οδηγός) (MT=3.2, TA=0.63). Παρόμοια οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν ως σημαντικά εμπόδια την έλλειψη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών (MT=3.00, TA=0.82) και το ότι είναι πολύπλοκη διαδικασία και χρειάζεται άλλο πλαίσιο (MT=2.93, TA=0.77). Τέλος, οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν σε κάποιο βαθμό δυσκολίες που αφορούν την αντιμετώπιση των παρανοήσεων των μαθητών για την ίδια την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης (MT=2.89, TA=0.69) και το ότι οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία είναι παραδοσιακές (MT=2.86, TA=0.97).

## Συμπεράσματα

Η μελέτη ανέδειξε ότι η ιστορία και φιλοσοφία της επιστήμης μπορεί να εισαχθεί για διδακτικούς σκοπούς, παιδαγωγική διδακτική αξιοποίηση, ως καινοτόμος προσέγγιση που να έχει σχέση με διδακτική στρατηγική, με τους διδακτικούς στόχους, για γνωστική πρόοδο. Τα δεδομένα κατατείνουν, συμπερασματικά, ότι μπορεί να συμβάλει στον εξανθρωπισμό της επιστήμης, στην αύξηση της ικανότητας κριτικής σκέψης, στην καλύτερη κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου, στην εκμάθηση των εννοιών, στη βελτίωση της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών, στην καλύτερη κατανόηση της δομής της επιστήμης, στην ανάδειξη του ανθρώπινου προσώπου της επιστήμης, στο ότι είναι ισχυρό ιστορικό και πολιτισμικό περιβάλλον μάθησης, στρατηγική διδασκαλίας που συμβάλλει στην εννοιολογική αλλαγή, στην κατανόηση της κοινωνικής σημασίας της επιστήμης. Οι εκπαιδευτικοί αναδεικνύουν ότι η εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών συμβάλλει στην κατανόηση της επιστήμης και της εξέλιξης των επιστημονικών ιδεών και στη μάθηση για το τι είναι φυσικές επιστήμες. Συμφωνούν οι εκπαιδευτικοί ότι παρουσιάζει τη δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ επιστημονικών θεωριών, ερευνών και πειραματικών δεδομένων, ότι ενισχύει τις ικανότητες των μαθητών για κριτική σκέψη και αναδεικνύει το ανθρώπινο πρόσωπο της επιστήμης.

Παράλληλα, όμως, τα ερευνητικά δεδομένα επιβεβαίωσαν ότι χρειάζονται βελτιωτικές ενέργειες να γίνουν για την εισαγωγή της ιστορίας και της φιλοσοφίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, να διαμορφωθούν πιο αποτελεσματικές εκπαιδευτικές πρακτικές. Η αξιοποίηση αυτών των εξελίξεων απαιτεί την ενσωμάτωση πληροφοριών σε πολλούς τομείς, σύνδεσή τους με τη γνώση επιτυχημένων προσεγγίσεων που αναδύονται στην εκπαίδευση, στρατηγικές που υποστηρίζουν τα κίνητρα, την ικανότητα μάθησης. Και ενώ είναι θετικός ο

αντίκτυπος της εισαγωγής της ιστορίας και της φιλοσοφία της επιστήμης, το πρόγραμμα σπουδών και εν γένει ο τρόπος με τον οποίο επιτελείται η διδασκαλία δυσχεραίνουν το να πραγματοποιηθεί με συστηματικό τρόπο.

## Βιβλιογραφία

- Γαβρόγλου, Κ. (2004). *Το παρελθόν των επιστήμων ως ιστορία*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.
- Κόκκοτας, Π. (2008). *Διδακτική των φυσικών επιστημών: Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Kuhn, T., (2008). *Η Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων*. Εισαγωγή, επιμέλεια: Κάλφας, Β. Αθήνα: Σύγχρονα θέματα.
- Losee, J. (1993). Φιλοσοφία της Επιστήμης. Μετάφραση - επιμέλεια Χρηστίδης Θ.Μ. Θεσσαλονίκη: Βάνιας.
- Σκορδούλης, Κ. (2015). *Επιστημονική γνώση*, Εκδόσεις Τόπος.
- Σκορδούλης, Κ. (2003). *Η συμβολή της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας της Φυσικής στη Διδασκαλία της Φυσικής, Φυσικός Κόσμος*, 11 (170), Ένωση Ελλήνων Φυσικών.
- Allchin, D. (2014). From science studies to scientific literacy: A view from the classroom. *Science & Education*, 23(9), 1911-1932.
- Brush, S. G. (1974). Should the *History of Science Be Rated X? The way scientists behave (according to historians) might not be a good model for students*. *Science*, 183(4130), 1164-1172.
- Chang, H. (2011). How historical experiments can improve scientific knowledge and science education: The cases of boiling water and electrochemistry. *Science & Education*, 20(3-4), 317-341.
- 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.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Barahona, A., Chamizo, J. A., Garritz, A., & Slisko, J. (2014). The History and Philosophy of Science and their Relationship to the Teaching of Sciences in Mexico. In *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 2247-2269). Springer, Dordrecht.
- Chang, H. (2011). How historical experiments can improve scientific knowledge and science education: The cases of boiling water and electrochemistry. *Science & Education*, 20(3-4), 317-341.
- Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463-494.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2004). The nature of science: Always part of the science story. *The Science Teacher*, 71(9), 28.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International journal of science education*, 11(5), 481-490.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International journal of science education*, 25(6), 671-688.

- Höttecke, D., Henke, A., & Riess, F. (2012). Implementing history and philosophy in science teaching: Strategies, methods, results and experiences from the European HIPST project. *Science & Education*, 21(9), 1233-1261.
- Kruse, J. W., & Wilcox, J. (2011). Using historical science stories to illuminate nature of science ideas and reduce stereotypical views in a sixth grade classroom. In *Association for Science Teacher Educators International Conference, Minneapolis, MN*.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Revising instruction to teach nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 36-39.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Leite, L. (2002). History of science in science education: Development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science & Education*, 11(4), 333-359.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science education*, 81(4), 405-424.
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18(1), 43-65.
- Rudge, D. W., & Howe, E. M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & education*, 18(5), 561-580.
- Rosenberg, A. (2018). *Philosophy of social science*. Routledge.
- Rutherford, F. J. (2001). Fostering the history of science in American science education. In *Science Education and Culture* (pp. 41-52). Springer, Dordrecht.
- Seroglou, F., & Koumaras, P. (2001). The contribution of the history of physics in physics education: A review. In *Science education and culture* (pp. 327-346). Springer, Dordrecht.
- Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society. Developing Science and Technology Series*. Taylor and Francis, 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007.
- Wang, H. A., & Marsh, D. D. (1998). Science Teachers' Perceptions and Practices in Teaching the History of Science.

## Πώς η κοινωνικο-επιστημονική πλαισίωση επηρεάζει την πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών μαθητών Λυκείου

**Μαρία Μαυρίδη, Κατερίνα Σάλτα, Θωμάς Μαυρομούστακος**

*Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών μαθητών Λυκείου σε γραπτές απαντήσεις και πώς επηρεάζεται η πολυπλοκότητα, όταν οι ερωτήσεις πλαισιώνονται από το κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα της κλιματικής αλλαγής. Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή δύο πλαισίων ανάλυσης που βασίζονται στη φιλοσοφική οπτική του μηχανιστικού συλλογισμού (αναζήτηση δομικών στοιχείων αυτού και σχέσεων μεταξύ τους). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το κοινωνικο-επιστημονικό πλαίσιο περιορίζει τους χημικούς συλλογισμούς των μαθητών και κατευθύνει τη σκέψη τους σε μη επιστημονικές παραμέτρους.

**Λέξεις κλειδιά:** χημικοί συλλογισμοί, μηχανιστικοί συλλογισμοί, κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα, κλιματική αλλαγή, φαινόμενο θερμοκηπίου

## How a socio-scientific framework affects the complexity of high school students' chemical reasoning

**Maria Mavridi, Katerina Salta, Thomas Mavromoustakos**

*Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

In the present study, we examined the complexity of high school students' chemical reasoning in written answers and how the complexity is affected when the questions are framed by the socio-scientific issue of climate change. Students' answers were analyzed by applying two frameworks of analysis, which are based on the philosophical perspective of mechanistic reasoning (identification of certain system components and relationships between them). The analysis revealed that the socio-scientific context limits students' chemical reasoning and directs their thinking to non-scientific parameters.

**Keywords:** chemical reasoning, mechanistic reasoning, socio-scientific issues, climate change, greenhouse effect

## Εισαγωγή

Οι χημικοί συλλογισμοί είναι οι συλλογισμοί που βασίζονται σε χημικές γνώσεις και πληροφορίες (Talanquer, 2018a) και σημαντική κατηγορία αυτών αποτελούν οι μηχανιστικοί χημικοί συλλογισμοί. Σύμφωνα με τους φιλοσόφους Machamer et al. (2000), οι μηχανιστικοί συλλογισμοί αποτελούνται από οντότητες και δραστηριότητες, οι οποίες οργανώνονται έτσι ώστε να παράγουν ομαλές μεταβολές από τις αρχικές μέχρι τις τελικές συνθήκες. Η πολυπλοκότητα ενός συλλογισμού εξαρτάται σύμφωνα με τους Russ et al. (2008) από την ύπαρξη συγκεκριμένων δομικών στοιχείων (οντότητες, ιδιότητες, δραστηριότητες και χωρο-χρονική οργάνωση) και σύμφωνα με τους Moreira et al. (2019) από τις σχέσεις μεταξύ των δομικών αυτών στοιχείων. Έτσι, ανάλογα με την πολυπλοκότητά τους, οι συλλογισμοί κατατάσσονται κατά αυξανόμενη πολυπλοκότητα ως περιγραφικοί, συσχετιστικοί, απλοί αιτιακοί και αναδυόμενοι μηχανιστικοί. Εκτός από τον αναδυόμενο μηχανιστικό και ο απλός αιτιακός συλλογισμός θεωρείται από κάποιους ερευνητές ως μια πρώιμη μορφή μηχανιστικού συλλογισμού (Darden, 2002) και γι' αυτό στην παρούσα εργασία θεωρείται ένας υψηλού επιπέδου συλλογισμός.

Οι μηχανιστικοί χημικοί συλλογισμοί, δηλαδή οι μηχανιστικοί συλλογισμοί με ενσωματωμένη χημική πληροφορία, έχουν συγκεντρώσει το ενδιαφέρον της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ερευνητές και εκπαιδευτικούς για την περιγραφή, εξήγηση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς πολλών χημικών συστημάτων (Talanquer, 2018b).

Έχει βρεθεί ότι το πλαίσιο επηρεάζει τους συλλογισμούς των μαθητών (Karon, 2017). Γενικά, υποστηρίζεται η αξιοποίηση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (socio-scientific issues ή SSI) ως πλαίσιο εμπλοκής των μαθητών σε διαδικασίες μάθησης (Sadler et al., 2016). Τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα αναδεικνύουν πολύπλοκα κοινωνικά διλήμματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, που περιλαμβάνουν διαφορετικές οπτικές και που δεν επιδέχονται μόνο μια απάντηση. Ωστόσο, έχει βρεθεί ότι οι μαθητές κατά την ενασχόλησή τους με τέτοια ζητήματα δίνουν αρκετή βαρύτητα σε παραμέτρους που δεν είναι επιστημονικές, όπως οικονομικές, ηθικές, περιβαλλοντικές κ.ά. (Ratcliffe & Grace, 2003), ενώ ταυτόχρονα βασίζονται επιλεκτικά σε συναισθηματικά, ενστικτώδη και ορθολογιστικά κριτήρια, ανεξάρτητα από τις γνώσεις τους σχετικά με το θέμα (Sevian & Talanquer, 2014).

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση του πώς η κοινωνικο-επιστημονική πλαίσιση επηρεάζει την πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών μαθητών Λυκείου, απαντώντας τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

(1) Ποια είναι η πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών των μαθητών σε μη πλαίσιοιωμένες ερωτήσεις σχετικά με συγκεκριμένα επιστημονικά φαινόμενα;

(2) Πώς επηρεάζεται η πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών σε ερώτηση πλαίσιοιωμένη από το κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα της κλιματικής αλλαγής;

## Μεθοδολογία

Η έρευνα, που πραγματοποιήθηκε το 2019, ακολούθησε ποιοτικό ερευνητικό σχεδιασμό και συμμετείχαν σε αυτή 25 μαθητές Β΄ Λυκείου ενός προτύπου σχολείου. Το εργαλείο της έρευνας περιελάμβανε ερωτήσεις που απαιτούσαν εξηγήσεις σχετικά με συγκεκριμένα επιστημονικά φαινόμενα (φωτοσύνθεση/κυτταρική αναπνοή, καύση και φαινόμενο του θερμοκηπίου) (μη πλαίσιοιωμένες ερωτήσεις) και μια συνολική ερώτηση πλαίσιοιωμένη από το κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα της κλιματικής αλλαγής, η οποία αποσκοπούσε στην παραγωγή ενός κειμένου και την ενσωμάτωση σε αυτό εξηγήσεων σχετικά με τα παραπάνω επιστημονικά φαινόμενα (πλαίσιοιωμένη ερώτηση). Κάποια παραδείγματα ερωτήσεων φαίνονται στην Εικόνα 1.

### Παράδειγμα μη πλαίσιοιωμένης ερώτησης

- Με δεδομένο ότι το ξύλο αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη ( $C_6H_{10}O_5$ ), εξήγησε πώς η καύση του ξύλου επηρεάζει την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ) στην ατμόσφαιρα.

### Πλαίσιοιωμένη ερώτηση

- Με τη βοήθεια όσων σκέφτηκες για να απαντήσεις στις προηγούμενες ερωτήσεις αλλά και με βάση ό,τι ήδη γνωρίζεις, γράψε ένα μικρό κείμενο στο οποίο θα εξηγείς αν και γιατί η ξυλεία είναι ένα καλό εναλλακτικό καύσιμο του πετρελαίου.

Εικόνα 25 Παράδειγμα μη πλαίσιοιωμένης και πλαίσιοιωμένης ερώτησης

Η ανάλυση δεδομένων (δηλαδή των γραπτών κειμένων εξηγήσεων σε όλες τις ερωτήσεις, πλαίσιοιωμένες ή μη) πραγματοποιήθηκε σε δυο στάδια με βάση πλαίσια ανάλυσης που στηρίζονται στη φιλοσοφική οπτική του μηχανιστικού συλλογισμού που αναφέρθηκε παραπάνω (Moreira et al. 2019; Russ et al. 2008).

Αρχικά, οι απαντήσεις μαθητών και χημικών σε όλες τις ερωτήσεις «διασπάστηκαν» σε μικρά κομμάτια πληροφορίας, τους κωδικούς, οι οποίοι αντιστοιχούν σε κάποιο δομικό στοιχείο του μηχανισμού, σύμφωνα με το πλαίσιο του Russ και των συνεργατών του (2008). Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν σχήματα σύνδεσης μεταξύ των δομικών αυτών στοιχείων, ώστε να γίνουν σαφείς οι σχέσεις μεταξύ τους και να αξιολογηθεί το επίπεδο του συλλογισμού σύμφωνα με το πλαίσιο ανάλυσης του Moreira και των συνεργατών του (2019). Στο κείμενο οι χημικοί συλλογισμοί εξετάστηκαν ανά φαινόμενο.

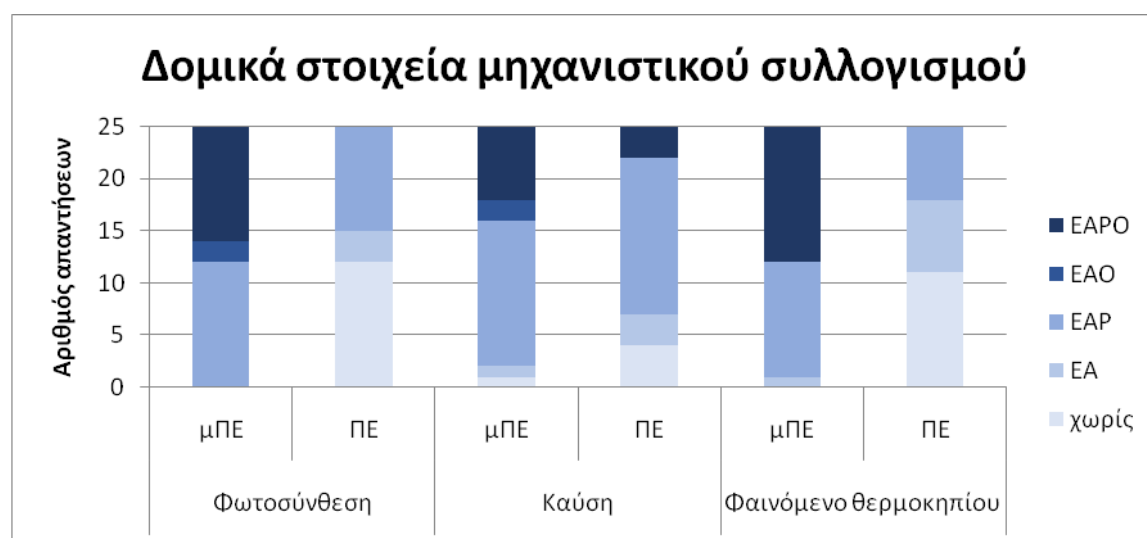
Σε κάθε περίπτωση, δεν λήφθηκε υπόψη η επιστημονική ορθότητα των συλλογισμών και εξετάστηκαν μόνο όσοι συλλογισμοί βασίζονται σε χημική γνώση κι όχι σε οικονομικές, πολιτισμικές, ηθικές κοινωνικές κ.ά. παραμέτρους. Σε όλες τις

φάσεις ανάλυσης γινόταν έλεγχος αξιοπιστίας μέσω της συμφωνίας των δυο ατόμων που έκαναν την κωδικοποίηση.

### Αποτελέσματα

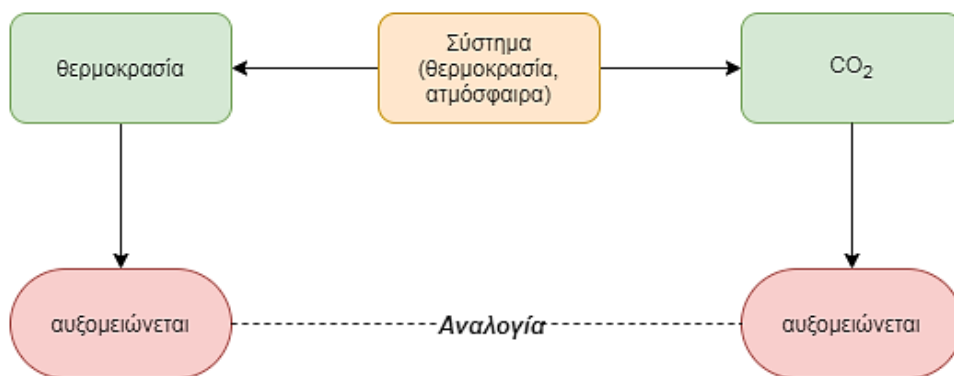
Με βάση το πρώτο πλαίσιο ανάλυσης (Russ et al., 2008) καταγράφηκαν τα δομικά στοιχεία μηχανιστικού συλλογισμού και συγκεκριμένα οι οντότητες, οι δραστηριότητες, οι ιδιότητες και η χωρο-χρονική οργάνωση, με την ταυτοποίηση όλων των δομικών στοιχείων να αποτελεί ισχυρότερη ένδειξη μηχανιστικού συλλογισμού.

Σε όλες τις μη πλαισιωμένες ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν συγκεκριμένα φαινόμενα, οι μαθητές αναφέρουν οντότητες και δραστηριότητες, ενώ παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στις ιδιότητες και τα στοιχεία χωρο-χρονικής οργάνωσης. Στο κείμενο (πλαισιωμένη ερώτηση) όλοι οι μαθητές δεν αναφέρουν όλα τα φαινόμενα και, ακόμα και για όσα αναφέρουν, διαπιστώθηκε πως είναι μειωμένη η ύπαρξη στοιχείων οργάνωσης σε σχέση με την αντίστοιχη ερώτηση (Διάγραμμα 1).



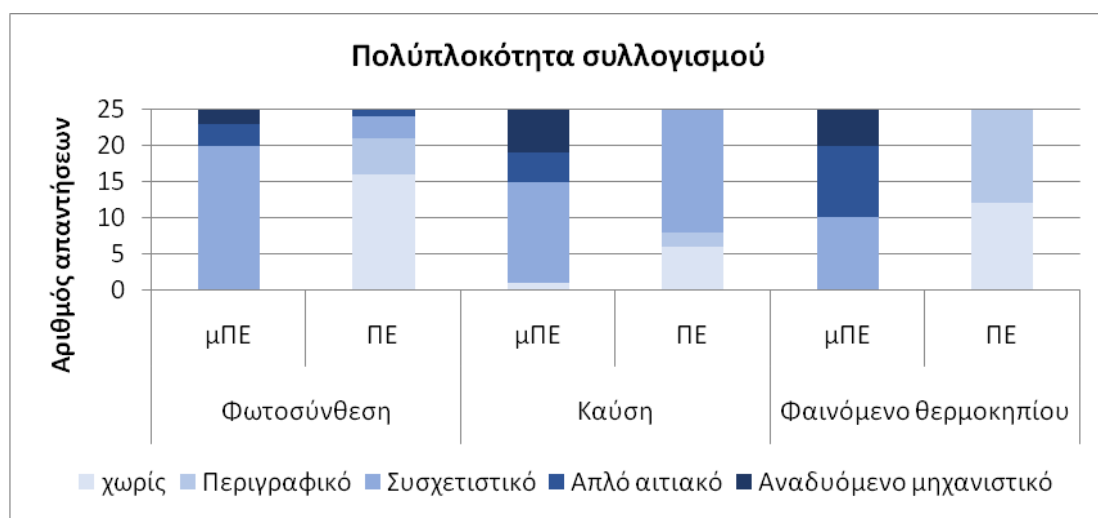
Διάγραμμα 1 Δομικά στοιχεία μηχανιστικού συλλογισμού στις ερωτήσεις (E: οντότητες – entities, A: δραστηριότητες – activities, P: ιδιότητες – properties, O: οργάνωση – organization) [μΠΕ: μη πλαισιωμένη Ερώτηση, ΠΕ: Πλαισιωμένη Ερώτηση]

Με βάση το δεύτερο πλαίσιο ανάλυσης (Moreira et al., 2019) αναζητήθηκαν σχέσεις μεταξύ συγκεκριμένων δομικών στοιχείων του συλλογισμού που χαρτογραφήθηκαν σε διαγράμματα συλλογισμού (Εικόνα 2). Στη συνέχεια, αξιολογήθηκε η πολυπλοκότητα του συλλογισμού (περιγραφικός, συσχετιστικός, απλός αιτιακός και αναδυόμενος μηχανιστικός), με υψηλότερου επιπέδου τον απλό αιτιακό και τον αναδυόμενο μηχανιστικό (Darden, 2002).



Εικόνα 26 Παράδειγμα διαγράμματος συλλογισμού συσχετιστικού επιπέδου για το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Στις μη πλαισιωμένες ερωτήσεις βρέθηκε ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν κυρίως συσχετιστικούς και απλούς αιτιακούς συλλογισμούς. Αναδυόμενοι μηχανιστικοί συλλογισμοί ανιχνεύθηκαν λιγότερες φορές, ενώ περιγραφικός συλλογισμός μόνο σε μια εξήγηση. Αντιθέτως, στο κείμενο (πλαισιωμένη ερώτηση) αρκετοί μαθητές απλώς αναφέρουν ένα φαινόμενο χωρίς να κάνουν κάποιον συλλογισμό και, επίσης, χρησιμοποιούν συλλογισμούς χαμηλότερου επιπέδου: μόνο ένας μαθητής χρησιμοποιεί απλό αιτιακό συλλογισμό και κανείς αναδυόμενο μηχανιστικό, ενώ ανιχνεύθηκαν αρκετοί περιγραφικοί συλλογισμοί (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2 Πολυπλοκότητα συλλογισμού

### Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε το πώς η κοινωνικο-επιστημονική πλαισίωση επηρεάζει την πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών μαθητών Λυκείου σχετικά με το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής. Παρά τις μικρές διαφορές ανάλογα με το πλαίσιο ανάλυσης των δεδομένων και τους περιορισμούς της παρούσας μελέτης (υψηλό επίπεδο και μικρός αριθμός συμμετεχόντων μαθητών), ο χημικός συλλογισμός των μαθητών περιορίστηκε, όταν η ερώτηση πλαισιώθηκε από ένα κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα. Φαίνεται δηλαδή ότι το κοινωνικο-επιστημονικό πλαίσιο κατεύθυνε τη σκέψη των μαθητών σε άλλα είδη συλλογισμών, που δεν



είναι επιστημονικά (Ratcliffe & Grace, 2003). Αυτό δε σημαίνει πως οι μαθητές δεν είχαν την απαιτούμενη γνώση, καθώς για τα ίδια φαινόμενα είχαν χρησιμοποιήσει στις μη πλαισιωμένες ερωτήσεις νωρίτερα υψηλότερου επιπέδου συλλογισμούς (απλούς αιτιακούς και αναδυόμενους μηχανιστικούς). Πιθανώς δεν θεώρησαν απαραίτητο να τους συμπεριλάβουν στο κείμενό τους (McNeill & Krajcik, 2008).

Τα συμπεράσματα αυτά έχουν ιδιαίτερη σημασία για την εκπαιδευτική πρακτική, καθώς αναδεικνύεται η σημασία της επιλογής της κατάλληλης ερώτησης και του πλαισίου που θα παρακινήσουν τους μαθητές να συλλογιστούν μηχανιστικά (Becker et al., 2016).

## Βιβλιογραφία

- Becker, N., Noyes, K., & Cooper, M. (2016). Characterizing students' mechanistic reasoning about London dispersion forces. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1713-1724.
- Darden, L. (2002). Strategies for discovering mechanisms: Schema instantiation, modular subassembly, forward/backward chaining. *Philosophy of Science*, 69(S3), S354-S365.
- Kapon, S. (2017). Unpacking sensemaking. *Science Education*, 101(1), 165-198.
- Machamer, P., Darden, L., & Craver, C. F. (2000). Thinking about mechanisms. *Philosophy of science*, 67(1), 1-25.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. In *Science as inquiry in the secondary setting*. (pp. 121-134). NSTA Press.
- Moreira, P., Marzabal, A., & Talanquer, V. (2019). Using a mechanistic framework to characterise chemistry students' reasoning in written explanations. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 120-131.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. McGraw-Hill Education.
- Russ, R. S., Scherr, R. E., Hammer, D., & Mikeska, J. (2008). Recognizing mechanistic reasoning in student scientific inquiry: A framework for discourse analysis developed from philosophy of science. *Science Education*, 92(3), 499-525.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.
- Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: A learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(1), 10-23.
- Talanquer, V. (2010). Exploring dominant types of explanations built by general chemistry students. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2393-2412.
- Talanquer, V. (2018a). Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1874-1890.
- Talanquer, V. (2018b). Exploring mechanistic reasoning in chemistry. In *Science Education Research and Practice in Asia-Pacific and Beyond* (pp. 39-52). Springer, Singapore.

## Νανο-εγγραμματισμός στην πρώιμη παιδική ηλικία με διεπιστημονικές ψηφιακές εφαρμογές ως απόρροια της πανδημίας: Πιλοτική εφαρμογή σε παιδιά

**Πανδώρα Δορούκα, Σταμάτιος Παπαδάκης, Μιχαήλ Καλογιαννάκης**

*Σχολή Επιστημών Αγωγής-Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης,  
Πανεπιστήμιο Κρήτης*

### Περίληψη

Η μελέτη αποσκοπεί στην πιλοτική αξιολόγηση της επίδρασης δύο διαφορετικών τύπων ψηφιακών τεχνολογιών (υπολογιστές και ταμπλέτες) στην κατανόηση εννοιών Νανοτεχνολογίας από μικρά παιδιά. 35 παιδιά Β΄ τάξης Δημοτικού χωρίστηκαν σε δύο ομάδες παρέμβασης και μια ομάδα ελέγχου. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε 5 διδακτικές ώρες. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά τη σχολική χρονιά 2020-2021 χρησιμοποιώντας μια διαδικασία έρευνας τριών βημάτων. Οι γνώσεις των παιδιών για το μέγεθος και την κλίμακα αξιολογήθηκαν με το τεστ αξιολόγησης στοιχειώδους γνώσης Νανοτεχνολογίας (TENANO). Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι δύο πειραματικές ομάδες ξεπέρασαν σημαντικά την ομάδα ελέγχου στο post-test, με την ομάδα των ταμπλετών να προηγείται.

**Λέξεις κλειδιά:** νανο-εγγραμματισμός, διεπιστημονικές ψηφιακές εφαρμογές, πρώιμη παιδική ηλικία, πανδημία

## Nano-literacy in early childhood with interdisciplinary digital applications as an outgrowth of the pandemic: Pilot application in children

**Pandora Dorouka, Stamatios Papadakis, Michael Kalogiannakis**

*School of Education - Department of Preschool Education, University of Crete*

### Abstract

The study aims to measure the impact of two different digital technologies (computers and tablets) at an introductory level on young children's understanding of Nanotechnology concepts. Thirty-five second-grade children were divided into two experimental groups and a control group. The intervention took place during the span of 5 teaching hours. Data were collected during the school year 2020-2021 using a three-step research process. Children's knowledge about size and scale was assessed with the Nanotechnology Elementary Knowledge Assessment Test (TENANO). The findings revealed that the two experimental groups significantly outperformed the post-test control group, with the tablet group being the dominant.

**Keywords:** nano-literacy, interdisciplinary digital applications, early childhood, pandemic

## Εισαγωγή

Υπάρχουν ψηφιακές εφαρμογές που ενθαρρύνουν αποτελεσματικά τη συμμετοχή των μικρών παιδιών σε διεπιστημονικές δραστηριότητες (Aladé et al., 2016· Dogouka et al., 2020a· Rogowsky 2018). Όπως προκύπτει από την πρόσφατη βιβλιογραφία, σε σημαντική έλλειψη βρίσκονται οι ψηφιακές εφαρμογές που ενθαρρύνουν εκπαιδευτικά την αποτελεσματική αλληλεπίδραση των παιδιών πρώιμης παιδικής ηλικίας με τη Νανοτεχνολογία, μια τεχνολογία αιχμής (Mandrikas et al., 2020), μολονότι τα παιδιά ήδη αποτελούν τους σθεναρούς σύμμαχους στον πρωτοφανή αγώνα κατά του νέου κορονοϊού (60-140 nm) (Dogouka et al., 2022). Η παρούσα πιλοτική πειραματική μελέτη στοχεύει να απαντήσει εάν η διδασκαλία που αφορά στην εκμάθηση της έννοιας του μεγέθους και της κλίμακας από τα μικρά παιδιά και βασίζεται στις ταμπλέτες είναι αποτελεσματικότερη από τη διδασκαλία που βασίζεται σε υπολογιστές, καθώς και από τη διδασκαλία που δεν αξιοποιεί τεχνολογίες.

## Μεθοδολογία

Τους συμμετέχοντες της πιλοτικής πειραματικής έρευνας αποτέλεσαν 35 παιδιά Β΄ τάξης που φοιτούσαν σε δημόσιο δημοτικό σχολείο κατά το σχολικό έτος 2020-2021. Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 ομάδες (πειραματική ομάδα με Η/Υ (Π.Ο.1): 12, πειραματική ομάδα με ταμπλέτες (Π.Ο.2): 12, ομάδα ελέγχου (Ο.Ε.): 11). Η ερευνήτρια σε συνεργασία με 2 εκπαιδευτικούς Β΄ τάξης του σχολείου προέβη στην πιλοτική εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που διήρκησε 5 διδακτικές ώρες στη διάρκεια μίας εβδομάδας για κάθε ομάδα. Τα παιδιά στην Π.Ο.1 και στη Π.Ο.2 διδάχθηκαν ποιοτικά το μέγεθος και την κλίμακα με κεντρικό στοιχείο της νανοκλίμακας τον ιό, σύμφωνα με τις αρχές της κονστρουκτιβιστικής μάθησης σε συνδυασμό με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού Scratch 3, το οποίο ανάλογα με την πειραματική ομάδα «έτρεχε» είτε σε υπολογιστές είτε σε ταμπλέτες. Σε καθεμία από τις δύο πειραματικές ομάδες, η ερευνήτρια φρόντισε να διατεθεί επαρκής αριθμός φορητών υπολογιστών και ταμπλετών. Ο πρωταρχικός στόχος ήταν τα παιδιά να εκτελούν τις δραστηριότητες ταυτόχρονα σε μικτές ομάδες φύλου και εθνικότητας με όχι περισσότερα από τρία μέλη ανά ομάδα. Κάθε συσκευή προφορτώθηκε με τις απαραίτητες εφαρμογές.

Η ερευνήτρια και οι εκπαιδευτικοί σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης προσέφεραν υποστήριξη για τυχόν απορίες. Τα παιδιά της ομάδας με τις ταμπλέτες και της ομάδας με τους υπολογιστές αλληλοεπέδρασαν με τις ίδιες ως προς το περιεχόμενο εφαρμογές, που όμως προϋπέθεταν διαφορετικό τρόπο στον χειρισμό τους, λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη περιφερειακών συσκευών των ταμπλετών, όπως το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, αλλά και τον φυσικό τρόπο αλληλεπίδρασής τους με αυτές ακόμα και από τα μικρά παιδιά. Τα παιδιά στην ομάδα ελέγχου δεν είχαν πρόσθετη βοήθεια λογισμικού. Έλαβαν μέρος σε μια νανο-διδασκαλία, δηλαδή σε μία διδασκαλία που αφορά σε θεμελιώδεις έννοιες της Ν-ΕΤ, που σχεδιάστηκε με τρόπο που την καθιστά ακριβώς παρόμοια ως προς το περιεχόμενο

με αυτήν των ψηφιακών εφαρμογών μέσω διαφόρων υλικών, όπως γραφική ύλη, στεφάνια ρυθμικής γυμναστικής και σχοινί.

Για την αξιολόγηση των επιδόσεων όλων των παιδιών πριν και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, χορηγήθηκε στα παιδιά το Τεστ NANO γραμματισμού/αξιολόγησης κατανόησης εννοιών N-ET (TENANO) με τη μορφή ατομικών ημι-δομημένων συνεντεύξεων (βλ. Εικόνα 1). Ο σχεδιασμός του TENANO βασίστηκε σε προτάσεις της σχετικής βιβλιογραφίας (Delgado et al. 2015· Magana et al. 2012· Peikos et. al., 2020). Στο τεστ τα παιδιά κλήθηκαν να συγκρίνουν, να σειροθετήσουν και να ομαδοποιήσουν οντότητες της νανο/μικρο/μακρο-κλίμακας και να εξηγήσουν τις απαντήσεις τους.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ TENANO	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ
1 Ποιο είναι το πιο μικρό πράγμα που μπορείς να σκεφτείς;	Τα γράμματα του Θωδωρή	1η: Ασαφείς απαντήσεις/Απαντήσεις άγνοιας/Γενικότητες	0
	Μυρμήγκι, ψίχουλο, κόκκος από άμμο, ψείρα	2η: Οντότητα της μακρο-κλίμακας	1
	Μικρόβια, κύτταρο	3η: Οντότητα της μικρο-κλίμακας	2
	Ιός, κορονοϊός	<b>4η: Οντότητα της νανο-κλίμακας</b>	<b>3</b>
2 Βάλε σε μια σειρά αυτά που δείχνουν οι εικόνες από το πιο μεγάλο στο πιο μικρό.	άνθρωπος<μπάλα<κόκκινο κύτταρο<άσπρο κύτταρο<ιός<μυρμήγκι	1η: Οντότητες της μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας λάθος σειροθετημένες	0
	άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<άσπρο κύτταρο<ιός<κόκκινο κύτταρο	2η: Οντότητες της μακρο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες	1
	άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<κόκκινο κύτταρο<άσπρο κύτταρο<ιός	3η: Οντότητες μακρο/μικρο-κλίμακας ή μακρο/νανο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες	2
	άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<άσπρο κύτταρο<κόκκινο κύτταρο<ιός	<b>4η: Οντότητες της μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες</b>	<b>3</b>
3 Βάλε σε ομάδες τις εικόνες με τα πράγματα που μοιάζουν στο πόσο μικρά ή πόσο μεγάλα είναι. -Αν κάποιο είναι κομματάκι από κάποιο άλλο βάλε αυτά τα 2 σε 2 διαφορετικές ομάδες.	{άνθρωπος, μπάλα}, {μυρμήγκι, άσπρο κύτταρο}, {κόκκινο κύτταρο, ιός}	1η Λάθη σε οντότητες μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας	0
	{άνθρωπος, μπάλα} {μυρμήγκι} {άσπρο κύτταρο, κόκκινο κύτταρο, ιός}	2η: Οντότητες της μιας κλίμακας σωστά ομαδοποιημένες και λάθος ομάδες σε οντότητες των άλλων δύο κλίμακων	1
	{άνθρωπος, μπάλα, μυρμήγκι} {κόκκινο κύτταρο, άσπρο κύτταρο, ιός}	3η: Οντότητες μακρο/μικρο-κλίμακας ή μακρο/νανο-κλίμακας σωστά ομαδοποιημένες	2
	{άνθρωπος, μπάλα, μυρμήγκι} {άσπρο κύτταρο, κόκκινο κύτταρο}, {ιός}	<b>4η: Οντότητες μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας σωστά ομαδοποιημένες</b>	<b>3</b>
4 Δύο αδέρφια είχαν ίωση με βήχα και πυρετό και δεν πήγαν σχολείο μια εβδομάδα. Όταν γύρισαν στο σχολείο οι συμμαθητές τους ρώτησαν γιατί δεν ήρθαν σχολείο. Τι θα απαντούσες στη θέση τους;	-Δεν φόρεσα ζακέτα. -Δεν έπλυνα τα χέρια.	1η: Ασαφείς απαντήσεις/Απαντήσεις άγνοιας/Γενικότητες	0
	-Αρρώστησα. -Είχα βήχα και πυρετό. -Επαθα ίωση.	2η: Εξήγηση βασισμένη σε οντότητες της μακρο-κλίμακας	1
	-Είχαμε πυρετό και δεν μπορούσαμε να έρθουμε για να μην σας κολλήσουμε και ένας ιός μπήκε μέσα μας.	3η: Εξήγηση βασισμένη στην αλληλεπίδραση των οντοτήτων μακρο/μικρο-κλίμακας ή μακρο/νανο-κλίμακας	2
	-Αρρώστησα και δεν μπορούσα να έρθω στο σχολείο, μπήκε ο ιός μέσα μου και έκανε το ταξίδι του και κρυβόταν μέσα στα κόκκινα κύτταρα και έκανε και άλλους φίλους σαν και αυτόν, αλλά τον είδαν τα άσπρα τα κύτταρα και τον πολέμησαν και έγινα καλά.	<b>4η: Εξήγηση βασισμένη στην αλληλεπίδραση των οντοτήτων μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας</b>	<b>3</b>

Εικόνα 1 Η κωδικοποίηση του TENANO

Οι απαντήσεις των παιδιών ομαδοποιήθηκαν σε κατηγορίες. Κατόπιν ταξινομήθηκαν ιεραρχικά σε επίπεδα κατανόησης της έννοιας της κλίμακας από ασαφείς απαντήσεις σε πιο σχετικές με το αναμενόμενο μαθησιακά αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα, αναφορικά με την απάντηση στην ερώτηση 4, η κωδικοποίηση ήταν επαγωγική, καθώς δεν ανακτήθηκαν κατηγορίες από τη βιβλιογραφία. Σχετικά με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 1, 2 και 3, η κωδικοποίηση ήταν τόσο παραγωγική όσο και επαγωγική, καθώς ανακτήθηκαν κατηγορίες από τη βιβλιογραφία που εμπλουτίστηκαν.

TENANO	Ομάδα Διδασκαλίας	Αριθμός παιδιών	M.O. κατατάξεων	Σημαντικότητα
Ερώτηση 1 (πιο μικρό πράγμα)	Π.Ο. 1	12	12.5	U= 72.0, Z=.00, p= -
	Π.Ο. 2	12	12.5	
	Π.Ο. 1 Ο.Ε.	12 11	14.0 9.82	U= 42.0, Z=-2.23, p= .02
	Π.Ο. 2 Ο.Ε.	12 11	14.0 9.82	
Ερώτηση 2 (σειροθέτηση)	Π.Ο. 1	12	11.0	U= 54.0, Z=-1.8, p= -
	Π.Ο. 2	12	14.0	
	Π.Ο. 1 Ο.Ε.	12 11	13.67 10.18	U= 46.0, Z=-1.41, p= -
	Π.Ο. 2 Ο.Ε.	12 11	15.0 8.73	
Ερώτηση 3 (ομαδοποίηση)	Π.Ο. 1	12	6.5	U= .00, Z=-4.7, p= .00
	Π.Ο. 2	12	18.5	
	Π.Ο. 1 Ο.Ε.	12 11	14.21 9.59	U= 39.5, Z=-2.12, p= .03
	Π.Ο. 2 Ο.Ε.	12 11	17.5 6.0	
Ερώτηση 4 (εξήγηση ίωσης)	Π.Ο. 1	12	7.0	U= 6.0, Z=-4.41, p= .00
	Π.Ο. 2	12	18.0	
	Π.Ο. 1 Ο.Ε.	12 11	16.5 7.0	U= 12.0, Z=-3.8, p= .00
	Π.Ο. 2 Ο.Ε.	12 11	17.4 6.0	
Συνολική Επίδοση	Π.Ο. 1	12	6.50	U= .00, Z=-4.50, p= .00
	Π.Ο. 2	12	18.5	
	Π.Ο. 1 Ο.Ε.	12 11	16.29 7.32	U= 14.5, Z=-3.32, p= .00
	Π.Ο. 2 Ο.Ε.	12 11	17.5 6.0	

Πίνακας 1 Αποτελέσματα απαντήσεων των παιδιών στις ερωτήσεις του TENANO μετά την παρέμβαση (οι παύλες σημαίνουν μη ενδιαφέρουσες συγκρίσεις)

## Αποτελέσματα

Ο έλεγχος Kruskal-Wallis έδειξε ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση τα αποτελέσματα στο TENANO για τις τρεις ομάδες παιδιών (Π.Ο.1, n=12, Π.Ο.2, n=12, Ο.Ε., n=11) διαφέρουν σημαντικά ( $\chi^2 = 29,02$ ,  $df = 2$ ,  $p < .05$ , δίπλευρος έλεγχος). Η Π.Ο.2 σημείωσε την υψηλότερη διάμεση βαθμολογία ( $Md=29,50$ ) στο TENANO μετά την παρέμβαση. Περαιτέρω μη παραμετρικοί έλεγχοι U των Mann-Whitney (βλ. Πίνακα 1) αποκάλυψαν στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση στην επίδοση των παιδιών στο TENANO της Π.Ο.1 ( $Md= 6.50$ ,  $n=12$ ) και Π.Ο.2 ( $Md=18.50$ ,  $n=12$ ,  $U=.00$ ,  $z=-4.504$ ),  $p < .05$ .

## Συμπεράσματα

Η διδακτική παρέμβαση που βασίζεται σε ταμπλέτες και ηλεκτρονικούς υπολογιστές φαίνεται ότι βελτιώνει τις επιδόσεις των παιδιών στο TENANO συγκριτικά με αυτήν που δεν αξιοποιεί τις τεχνολογίες, με την ομάδα των ταμπλετών να προηγείται, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα που παρουσιάζει ο Πίνακας 1. Όπως αξιολογήθηκε λοιπόν μέσα από το TENANO η στοιχειώδης γνώση των παιδιών σε βασικά στοιχεία εννοιών N-ET μετά την αλληλεπίδρασή τους με τις κατάλληλα σχεδιασμένες διεπιστημονικές ψηφιακές εφαρμογές παιγνιώδους μορφής (Aladé et al., 2016· Kalogiannakis et al., 2021· Papadakis et al., 2016), παιδιά πρώιμης παιδικής ηλικίας μπορούν να κατανοήσουν ποιοτικά το μέγεθος και την κλίμακα (Delgado et al., 2015· Dorouka et al., 2021), την πρώτη μεγάλη ιδέα της N-ET (Stevens et al., 2009), του κατ' εξοχήν διεπιστημονικού πεδίου γνώσης (Dorouka et al., 2020b).

## Χρηματοδότηση



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της «3ης Προκήρυξης ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για Υποψήφιους/ες Διδάκτορες» (Αριθμός Υποτροφίας: 5503).

## Βιβλιογραφία

- Aladé, F., Lauricella, A.R., Beaudoin-Ryan, L., & Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: touchscreen technology and preschoolers' STEM learning. *Computers in Human Behavior*, 62, 433–441. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.080>
- 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(1), 51–69. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2014-0023>
- Dorouka, P., Papadakis, St., & Kalogiannakis, M. (2022). The contribution of the health crisis to young children's nano-literacy through STEAM education. *Hellenic Journal of STEM Education*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.51724/hjstemed.v2i1.18>
- Dorouka, P., Papadakis, St., & Kalogiannakis, M. (2021). Nanotechnology and Mobile Learning: Perspectives and Opportunities in Young Children's Education. *Int. J.*

- Technology Enhanced Learning*, 13(3), 237-252.  
<https://doi.org/10.1504/IJTEL.2021.115975>
- Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020a). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255–274.  
<https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106179>
- Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020b). The influence of digital technology on young children's "nano-literacy." In K. Plakitsi, E. Kolokouri & A.-C. Kornelaki (Eds.), *ISCAR (International Society of Cultural-historical Activity Research) Regional Conference 'Crisis in contexts', e-proceedings*, 308-320, University of Ioannina, 19-24 March 2019.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1), 22.  
<https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- 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(14), 2181-2203. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.715316>
- Mandrikas, A., Michailidi, E. & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 377-395.  
<https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: an attempt to improve mathematics competence in early childhood education. *Preschool and Primary Education*, 4(2), 241–253.  
<https://doi.org/10.12681/ppej.8779>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2020). Nanoscale science and technology education: primary school students' preconceptions of the lotus effect and the concept of size. *Research in Science & Technological Education*, 1-18.  
<https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149>
- Rogowsky, B.A., Terwilliger, C.C., Young, C.A., & Kribbs, E.E. (2018). Playful learning with technology: the effect of computer-assisted instruction on literacy and numeracy skills of preschoolers. *International Journal of Play*, 7(1), 60–80.  
<https://doi.org/10.1080/21594937.2017.1348324>
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press.

Οι αντιλήψεις μαθητών προσχολικής ηλικίας για τις  
Φαινόμενες Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης

**Νεφέλη Μαραζοπούλου, Ιωάννης Σταράκης, Παρασκευή Ανεβλαβή,  
Άννα Αργυράκη, Μαρία Ασπιώτη, Ειρήνη Ασπρομάτη, Δήμητρα  
Βουλγαρίνα, Αλεξάνδρα Γιαννοπούλου, Μελίνα Γιαννοπούλου,  
Ουζούν Όγλου Γκιουλσούμ, Μαρία Δημητράκου, Ευαγγελία Δούκα,  
Ξένη Ερωτίδη, Θεοδώρα Κοκολιού, Αγγελική Κοτταρά, Νεφέλη  
Μανιατά, Χριστίνα Μαχραμά, Βασιλική Μποτονάκη, Όλγα  
Μπουρλούτσα, Σταματίνα Παπαδημητρίου, Σοφία Σκληρού,  
Χριστιάνα Τσούση, Μαρία Φιλίπτσουκ, Γεωργία Χατζάκη, Δήμητρα  
Χριστοπούλου**

*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Επιστημών της Αγωγής*

### **Περίληψη**

Στην παρούσα έρευνα διερευνώνται οι αντιλήψεις μαθητών προσχολικής ηλικίας για τις Φαινόμενες Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης. Δείγμα της αποτέλεσαν τριάντα έξι (36) μαθητές από 9 νηπιαγωγεία του λεκανοπεδίου Αττικής. Για τη συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις, από τις οποίες προέκυψε πως οι μαθητές του δείγματος αναγνωρίζουν στην πλειοψηφία τους τις προαναφερθείσες κινήσεις στον ουράνιο θόλο, ωστόσο δεν τις αντιλαμβάνονται ως φαινόμενες αλλά ως πραγματικές.

**Λέξεις κλειδιά:** μαθητές προσχολικής ηλικίας, εναλλακτικές αντιλήψεις, Φαινόμενη Κίνηση Ήλιου, Φαινόμενη Κίνηση Σελήνης

Preschool students' ideas about the Sun's and the  
Moon's Apparent Motions

**Nefeli Marazopoulou, Ioannis Starakis, Paraskevi Anevlavi, Anna  
Argyraki, Maria Aspioti, Irini Asprommati, Dimitra Voulgarina,  
Aleksandra Giannopoulou, Melina Giannopoulou, Uzun Oglou Gulsum,  
Maria Dimitrakou, Evaggelia Douka, Xeni Erotidi, Theodora Kokoliou,  
Aggeliki Kottara, Nefeli Maniata, Xristina Maxrama, Vasiliki Botonaki,  
Olga Burlutska, Stamatina Papadimitriou, Sofia Sklirou, XristianaTsousi,  
Maria Filiptsuk, Georgia Xatzaki, Dimitra Xristopoulou**

*National and Kapodistrian University of Athens, School of Education*



## Abstract

In the present research, the perceptions of preschool students about the Apparent Motions of the Sun and the Moon are investigated. The sample of the research consisted of thirty six (36) preschool students. Semi-structured interviews were used for data collection. From the analysis of the data, it appears that the majority of the sample recognizes these movements in the celestial dome; however they do not perceive them as apparent but as real.

**Keywords:** preschool students, alternative ideas, Sun's Apparent Motion, Moon's Apparent Motion

## Εισαγωγή

Τα τελευταία 40 χρόνια πολλοί ερευνητές εξέτασαν τις αντιλήψεις μαθητών και ενηλίκων για διάφορα φαινόμενα Αστρονομίας (Bailey, 2004). Κάποιες έρευνες αφορούσαν και στις Φαινόμενες Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης εστιάζοντας στην πλειοψηφία τους στην φαινομενολογική τους βάση (Bekiroglou, 2007· Mant & Summers, 1993· Plummer, 2009· Sharp, 1996). Από τις έρευνες αυτές προκύπτει ότι τόσο οι μαθητές όσο και οι ενήλικες αναγνωρίζουν στην πλειοψηφία τους τις εν λόγω κινήσεις. Στις έρευνες των Starakis & Halkia (2010) και Σταράκης και Χαλκιά (2020) διερευνήθηκε και η ερμηνευτική βάση των φαινομένων αυτών σε μαθητές Ε' και ΣΤ' Δημοτικού και προέκυψε ότι στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι μαθητές αυτοί τα αποδίδουν σε κινήσεις του Ήλιου, της Γης και της Σελήνης λαμβάνοντας υπόψη το σφαιρικό σχήμα της Γης. Παράλληλα, για να δώσουν τις απαντήσεις τους οι εν λόγω μαθητές μπορούν να εναλλάσσουν συστήματα αναφοράς (άλλοτε λειτουργούσαν ως ακίνητοι παρατηρητές της Γης και άλλοτε ως παρατηρητές του Ηλιακού μας συστήματος).

Η μοναδική από τις παραπάνω έρευνες που περιελάμβανε στο δείγμα της και μαθητές προσχολικής ή πρώτης σχολικής ηλικίας ήταν η έρευνα της Plummer (2009) (μαθητές Α' δημοτικού).

Στην παρούσα έρευνα διερευνώνται οι αντιλήψεις μαθητών προσχολικής ηλικίας για τις φαινόμενες κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης και η εστίασή της αφορά τόσο στις φαινομενολογικές βάσεις όσο και στους ερμηνευτικούς μηχανισμούς των εν λόγω φαινομένων.

## Μεθοδολογία

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα εξής: «Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών νηπιαγωγείου για τη Φαινόμενη Κίνηση του Ήλιου;» και «Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών νηπιαγωγείου για τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης;».

Στην έρευνα συμμετείχαν 36 μαθητές από 9 δημόσια νηπιαγωγεία του λεκανοπεδίου Αττικής και το δείγμα αυτό χαρακτηρίζεται ως βολικό. Ως ερευνητικό εργαλείο επιλέχθηκαν οι ημιδομημένες συνεντεύξεις, οι οποίες αποτελούνται από τους ακόλουθους άξονες ερωτημάτων (για ακίνητο παρατηρητή πάνω στη Γη):

α) *Λαμβάνει χώρα κίνηση του Ήλιου ή της Σελήνης στον ουράνιο θόλο;*

β) Για ποιον λόγο λαμβάνει ή δε λαμβάνει χώρα κίνηση του Ήλιου ή της Σελήνης στον ουράνιο θόλο;

γ) Για ποιον λόγο χάνεται ο Ήλιος και η Σελήνη κάποια στιγμή από τον ουράνιο θόλο;

Οι μαθητές μπορούσαν να εκφραστούν προφορικά ή/και απεικονιστικά με τη χρήση πλαστελινών. Όλες οι συνεντεύξεις ηχογραφήθηκαν. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Erickson, 2012) συνεκτιμώντας τόσο τις προφορικές απαντήσεις των μαθητών από τις απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις όσο και τις απεικονίσεις με τις πλαστελίνες που δημιούργησαν.

## Αποτελέσματα

Στον πρώτο άξονα ερωτημάτων που διερευνά τις αντιλήψεις των μαθητών για το αν λαμβάνει χώρα κίνηση του Ήλιου και της Σελήνης στον ουράνιο θόλο, η συντριπτική πλειοψηφία του δείγματος (Πίνακας 1) απάντησε θετικά (89% για τον Ήλιο και 91,75% για τη Σελήνη). Ωστόσο σχεδόν οι μισοί από αυτούς (39% για τον Ήλιο και 44,5% για τη Σελήνη) θεώρησαν ότι οι κινήσεις αυτές δεν είναι συνεχείς αλλά λαμβάνουν χώρα μόνο κατά την εμφάνιση και την «αποχώρηση» του εκάστοτε ουράνιου σώματος από τον ουράνιο θόλο:





*Ερευνητής: Όση ώρα είσαι στο νηπιαγωγείο ο Ήλιος αλλάζει θέση στον ουρανό;*

*Μαθητής7: Όχι, εκεί πάνω είναι. Το βράδυ φεύγει και νυχτώνει.*

Παράλληλα, η πλειοψηφία όσων θεωρούν ότι ο Ήλιος και η Σελήνη κινούνται στον ουράνιο θόλο, έχουν εσφαλμένη θεώρηση της τροχιάς που θεωρούν ότι τα δύο αυτά ουράνια σώματα διαγράφουν (Πίνακας 2), επιλέγοντας ως επί το πλείστον κατακόρυφες ή οριζόντιες τροχιές.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	Ήλιος N (%)	Σελήνη N(%)
Ναι, συνεχώς	18/36 (50%)	17/36 (47,25%)
Ναι, μόνο όταν εμφανίζεται ή χάνεται	14/36 (39%)	16/36 (44,5%)
Όχι	2/36 (5,5%)	2/36 (5,5%)
Μη συνεπείς-Ταυτολογικές απαντήσεις	1/36 (2,75%)	1/36 (2,75%)
Δεν ξέρω-Δεν απαντώ	1/36 (2,75%)	-

Πίνακας 1 Λαμβάνει χώρα κίνηση του Ήλιου και της Σελήνης στον ουράνιο θόλο;

Τροχιά	Ήλιος		Σελήνη	
	N (%)	Απεικόνιση με πλαστελίνη	N (%)	Απεικόνιση με πλαστελίνη
Οριζόντια	16 (44,5%)		18 (50%)	
Κατακόρυφη	7 (19,25%)		8 (22%)	

Πίνακας 2 Τροχιά που διαγράφει η Σελήνη και ο Ήλιος στον ουράνιο θόλο (Εναλλακτικές ιδέες)

Στον δεύτερο άξονα ερωτημάτων που αφορά στην αιτιολόγηση των κινήσεων του Ήλιου και της Σελήνης στον ουράνιο θόλο, αρκετοί μαθητές (36,25% για τον Ήλιο και 39% για τη Σελήνη) τις απέδωσαν σε κινήσεις των δύο αυτών ουράνιων σωμάτων, ενώ κανένα παιδί δεν αναφέρθηκε σε κίνηση της Γης (Πίνακας 3).

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΉΛΙΟΣ N(%)	ΣΕΛΗΝΗ N(%)
Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης	13/36 (36,25%)	14/36 (39%)
Ανιμιστικές- Ανθρωποκεντρικές απόψεις	9/36 (25%)	11/36 (30,5%)
Μικτές απαντήσεις	4/36 (11%)	2/36 (5,5%)
Μη συνεπείς-Ταυτολογικές απαντήσεις	3/36 (8,5%)	3/36 (8,5%)
Αταξινόμητες	2/36 (5,5%)	2/36 (5,5%)
Δεν ξέρω/ Δεν απαντώ	5/36 (13,75%)	4/36 (11%)

Πίνακας 3 Αιτιολόγηση της κίνησης ή μη κίνησης Ήλιου της Σελήνης στον ουράνιο θόλο

Προκύπτει, λοιπόν, ότι οι μαθητές προσχολικής ηλικίας δεν αντιλαμβάνονται τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης στον ουράνιο θόλο ως φαινόμενες αλλά ως πραγματικές (εφόσον η Γη θεωρείται ακίνητη). Παράλληλα διατυπώνονται αρκετές ανιμιστικές και ανθρωποκεντρικές απαντήσεις (25% για τον Ήλιο και 30,5% για τη Σελήνη), εύρημα αναμενόμενο για παιδιά αυτής της ηλικίας (Πίνακας 4):

Ανιμιστική	Ανθρωποκεντρική
<p>Ερευνητής: Γιατί κουνιέται το φεγγάρι;                      M1: Βγάζει ποδαράκια και μετά φεύγει.</p>	<p>M2: Όταν κοιμάμαι μένει εδώ το φεγγάρι. Δεν κουνιέται.                      Ερευνητής: Γιατί είναι εκεί όταν κοιμάσαι;                      M2: Για να ξέρω πως είναι νύχτα.</p>

Πίνακας 4 Ενδεικτικές Ανιμιστικές/Ανθρωποκεντρικές απαντήσεις αιτιολόγησης της κίνησης Ήλιου/Σελήνης στον ουράνιο θόλο

Στον τρίτο και τελευταίο άξονα ερωτήσεων που αφορά στο το γιατί χάνεται ο Ήλιος και η Σελήνη από τον ουράνιο θόλο (Πίνακας 5) οι απαντήσεις των μαθητών αφορούσαν σε α) κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης β) ανθρωποκεντρικές και ανιμιστικές θεωρήσεις γ) εξωτερικά εμπόδια δ) συνδυασμούς των παραπάνω κατηγοριών. Στην πλειοψηφία τους υπονοούσαν αντιλήψεις επίπεδης θεώρησης

της Γης (Πίνακας 6) επιβεβαιώνοντας τα σχετικά πορίσματα της βιβλιογραφίας για παιδιά αυτής της ηλικίας (Vosniadou & Brewer, 1992).

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	Ήλιος (N%)	Σελήνη(N%)
Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης	7/36 (19,25%)	8/36 (22%)
Ανθρωποκεντρικές - Ανιμιστικές απόψεις	5/36 (13,75%)	9/36 (25%)
Εμπόδιο	7/36 (19,25%)	6/36 (17%)
Σβήνει	1/36 (2,75%)	-
Μικτές απαντήσεις	6/36 (17%)	3/36 (8,75%)
Μη συνεπείς/Ταυτολογία	3/36 (8,5%)	3/36 (8,75%)
Δεν ξέρω/Δεν απαντώ	7/36 (19,5%)	7/36 (19,5%)

Πίνακας 5 «Γιατί χάνεται ο Ήλιος και η Σελήνη από τον ουράνιο θόλο;» - Κατηγορίες απαντήσεων

Κινήσεις Ήλιου/Σελήνης:	<i>M3: Το φεγγάρι θα φύγει από κάτω το πρωί και θα έρθει η μέρα και ο Ήλιος θα βγει από εκεί. Το βράδυ θα κατέβει ο Ήλιος και θα ανέβει το φεγγάρι από κάτω.</i>
Ανθρωποκεντρικές εξηγήσεις	<i>Ερευν: Ο ήλιος υπάρχει το βράδυ στον ουρανό; M4: Όχι, έφυγε. Ερευν: Γιατί έφυγε; Π5: Για να έρθει το φεγγάρι και να το δούμε τη νύχτα.</i>
Ανιμιστικές εξηγήσεις	<i>Ερευν: Γιατί νομίζεις ότι χάνεται το φεγγάρι και δεν είναι συνέχεια εδώ πέρα; Τι νομίζεις ότι γίνεται; M5: Γιατί φοβάται. Μην μας δει φοβάται.</i>
Εξωτερικά εμπόδια	<i>Ερευν: Γιατί χάθηκε ο Ήλιος; M5: Τον έχουν κρύψει τα σύννεφα. Ερευν: Εδώ όμως δεν έχουμε σύννεφα. Είναι καθαρός ο ουρανός. M6: Τότε έχει κρυφτεί πίσω από τα δέντρα.</i>

Πίνακας 6 «Γιατί χάνεται ο Ήλιος και η Σελήνη από τον ουράνιο θόλο;» - Ενδεικτικές απαντήσεις

## Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο της να αναδείξει τις αντιλήψεις μαθητών προσχολικής ηλικίας για τις Φαινόμενες Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης, τόσο σε φαινομενολογικό όσο και σε ερμηνευτικό επίπεδο.

Αναφορικά με τη φαινομενολογική βάση των υπό εξέταση φαινομένων προκύπτει ότι οι μαθητές νηπιαγωγείου αναγνωρίζουν στη συντριπτική τους πλειοψηφία τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης στον ουράνιο θόλο. Ωστόσο, πολλοί από αυτούς δεν θεωρούν τις κινήσεις αυτές συνεχείς δηλώνοντας ότι λαμβάνουν χώρα μόνο κατά την εμφάνιση ή «αποχώρηση» του Ήλιου και της Σελήνης από τον ουράνιο θόλο. Παράλληλα τους αποδίδουν τροχιές διαφορετικές από ό,τι στην πραγματικότητα, κυρίως οριζόντιες ή κατακόρυφες.

Ως προς την ερμηνευτική βάση των Φαινόμενων κινήσεων του Ήλιου και της Σελήνης, οι μαθητές φαίνεται να μην αντιμετωπίζουν τις κινήσεις αυτές ως φαινόμενες αλλά ως πραγματικές. Οι απόψεις τους αυτές καθορίζονται/περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τις πρώιμες αντιλήψεις τους για το σχήμα της Γης (επίπεδη Γη), την αίσθηση που έχουν πως δεν υπάρχει άλλο τμήμα του ουράνιου θόλου πέρα από εκείνο που είναι αντιληπτό σε αυτούς και από τη συνεπακόλουθη αδυναμία τους σε αυτήν την ηλικία να προβούν σε ερμηνείες που απαιτούν τη μετάβαση από το επίπεδο αναφοράς ακίνητου παρατηρητή στη Γη, σε εκείνο του ακίνητου παρατηρητή του ηλιακού μας συστήματος.

Επομένως, βάσει των συμπερασμάτων της έρευνας, προτείνεται οι σχετικές διδακτικές παρεμβάσεις για παιδιά προσχολικής ηλικίας να εστιάζουν κυρίως στη φαινομενολογική βάση των Φαινόμενων Κινήσεων του Ήλιου και της Σελήνης, με κύριους άξονές τους τη διάρκεια όσο και την τροχιά της εκάστοτε κίνησης. Στο πλαίσιο αυτό θα είχε νόημα ο σχεδιασμός και η εφαρμογή συστηματικών προγραμμάτων παρατήρησης της Φαινόμενης Κίνησης του Ήλιου και της Σελήνης στον ουράνιο θόλο.

## Βιβλιογραφία

- Σταράκης, Ι. & Χαλκιά, Κ. (2020). Διδακτική προσέγγιση της φαινόμενης κίνησης του Ήλιου στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου: Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση, (σελ. 266-281), Ιωάννινα 6-8 Νοεμβρίου 2020, ISBN: 978-960-233-269-6.
- Bailey, J. M. (2004). A Review of Astronomy Education Research. *Astronomy Education Review*, 2(2), 20–45.
- Bekiroglou, F. O. (2007). Effects of Model-based Teaching on Pre-service Physics Teachers' Conceptions of the Moon, Moon Phases and Other Lunar Phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555–593.
- Erickson, F. (2012). Qualitative Research Methods for Science Education. In *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, edited by B. Fraser, K. Tobin and C. McRobbie. Dodrecht: Springer, 1451-1469.
- Mant, J., & Summers, M. (1993). Some primary school teachers understanding of the earth's place in the universe. *Research Papers in Education*, 8(1), 101-129.
- Plummer, J. (2009). A Cross-age Study of Children's Knowledge of Apparent Celestial Motion. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1571–1605.
- Sharp, J. G. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of Year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685–712.
- Starakis, J., & Halkia, K. (2010). Primary school students' ideas concerning the apparent motion of the moon. *Astronomy Education Review*, 9(1). DOI: 10.3847/AER2010007.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535-585.

## Ο κόσμος του μαγνητισμού

**Γεώργιος Νατσιόπουλος, Μαυροειδής Αγγελακέρης**

*Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Σήμερα το φαινόμενο του μαγνητισμού εμφανίζεται σε διάφορες μορφές και εκφάνσεις τόσο σε ιστοσελίδες όσο και βάσεις δεδομένων. Στην εργασία αυτή επιχειρείται η συστηματική καταγραφή του φαινομένου του μαγνητισμού χωρισμένου σε τρεις κατηγορίες αναφορικά με τις διαστάσεις: μακρόκοσμος, μικροκλίμακα και νανοκλίμακα, όπου κάθε κατηγορία αποτελείται από τρεις αλληλένδετες υποκατηγορίες: Υλικά, Ιδιότητες, Εφαρμογές. Σκοπός της εργασίας είναι η δημιουργία μιας πρωτότυπης βάσης δεδομένων, η οποία θα περιλαμβάνει: α. συλλογή, κατηγοριοποίηση και αξιολόγηση πληροφοριών που σχετίζονται με τον μαγνητισμό και έχουν δημοσιευτεί σε έγκυρα διεθνή περιοδικά και βιβλία β. ιστορικά στοιχεία και βασικές έννοιες που θα βοηθούν στη βαθύτερη κατανόηση του μαγνητισμού και γ. πειραματικές μετρήσεις αλληλεπίδρασης μαγνητικού πεδίου με υλικά διαφορετικής κλίμακας και on-line υπολογισμούς μαγνητικών χαρακτηριστικών.

**Λέξεις κλειδιά:** μαγνητισμός, μαγνητικές ιδιότητες, μαγνητικά υλικά, μαγνητικές εφαρμογές

## The world of magnetism

**George Natsiopoulos, Mavroidis Agelakeris**

*Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

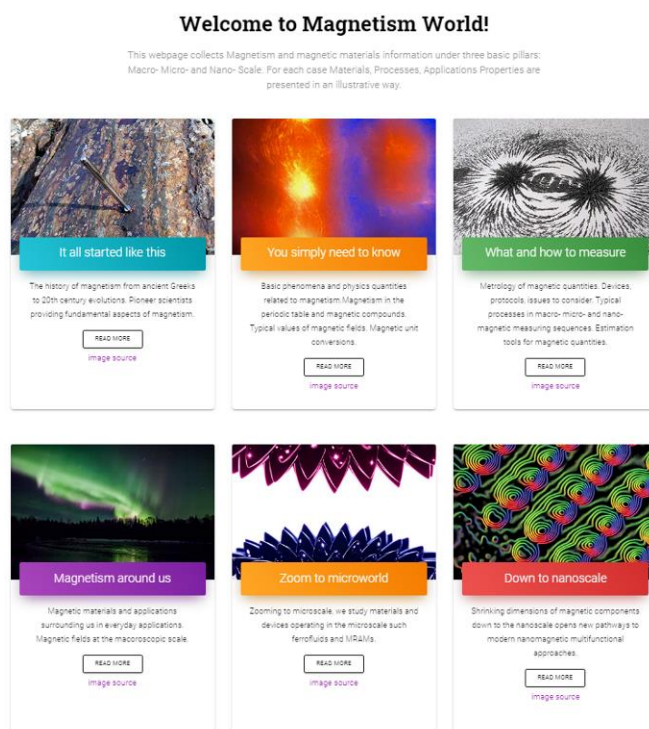
Today the phenomenon of magnetism appears in various forms and appearances on both websites and databases. This doctoral dissertation studies the systematic recording of the phenomenon of magnetism divided into three categories in terms of dimensions: macrosclae, microscale and nanoscale, where each category consists of three interrelated subcategories: Materials, Properties, Applications. The purpose of the dissertation is to create an original database which will include: a. collection, categorization and evaluation of magnetism-related information published in prestigious international journals and books b. historical data and basic concepts that will help in a deeper understanding of magnetism and c. Experimental measurements of magnetic field interaction with materials of different scales. Emphasis will be given to the field of nanotechnology.

**Keywords:** magnetism, magnetic properties, magnetic materials, magnetic applications

## Εισαγωγή

Το ερώτημα που καλείται να απαντήσει η συγκεκριμένη μελέτη έχει να κάνει με τη συστηματική καταγραφή του φαινομένου του μαγνητισμού χωρισμένου σε τρεις κατηγορίες αναφορικά με τις διαστάσεις: μακρόκοσμος, μικροκλίμακα και νανοκλίμακα, όπου κάθε κατηγορία αποτελείται από τρεις αλληλένδετες υποκατηγορίες: Υλικά, Ιδιότητες, Εφαρμογές.

Σήμερα, το φαινόμενο του μαγνητισμού εμφανίζεται σε διάφορες μορφές τόσο σε ιστοσελίδες όσο και βάσεις δεδομένων. Μέσα από αυτές τις πηγές πληροφόρησης συνήθως δεν υπάρχει αξιολόγηση των άρθρων, κάτι που θα διευκολύνει τον οποιονδήποτε μελετητή ή ερευνητή (Hirano & Hirokawa, 2017· Kalogiannakis et al., 2018) στην αναζήτηση στοιχείων. Όσον αφορά το κομμάτι της νανοτεχνολογίας εκείνο το οποίο παρατηρείται είναι ότι δεν δίνεται έμφαση σε σημεία, όπως είναι η σύνθεση-παρασκευή υλικών (Τσέτσερη κ.ά. 2019).



**Σχήμα 1 Η κεντρική ιστοσελίδα <http://magworld.physics.auth.gr> περιλαμβάνει 6 βασικές περιοχές πληροφοριών: *It all started like this, You simply need to know, What and how to measure, Magnetism around us, Zoom to microworld, Down to nanoscale***

## Μεθοδολογία

Μακρόκοσμος: Με γνώμονα τις εφαρμογές μαγνητισμού που μας περιβάλλουν θα επιχειρηθεί α) Μια ιστορική αναδρομή-Βασικές έννοιες στην ανακάλυψη του μαγνήτη β) Υλικά: Αναφορά υλικών που σχετίζονται με τους μαγνήτες που μας περιβάλλουν γ) Ταξινόμηση των μαγνητικών υλικών με βάση τις ιδιότητές τους, και δ) Εφαρμογές: Έμφαση στον τρόπο με τον οποίο σχετίζονται οι ιδιότητες των υλικών με επιμέρους εφαρμογές των μαγνητικών υλικών.

**Μικροκλίμακα:** Η εστίαση εδώ θα γίνει στις ιδιότητες των υλικών και στη μετρολογία αυτών.

**Νανοκλίμακα:** Στη συνέχεια μεταφερόμαστε στη νανοκλίμακα, όπου πάλι θα γίνει αναφορά στις ιδιότητες, τα υλικά και τις εφαρμογές του σύγχρονου μαγνητισμού. Θα επιχειρηθεί παρασκευή μαγνητικών υλικών με μία, δύο και τρεις νανοδιαστάσεις με διάφορες τεχνικές

Η συγκεκριμένη μελέτη θα επιχειρήσει:

1. Την ανάδειξη της συσχέτισης μεταξύ των ιδιοτήτων των υλικών σε κάθε κατηγορία καθώς και των εφαρμογών αυτών.
2. Τη διεξαγωγή πρωτότυπων συνθετικών διεργασιών στη νανοκλίμακα.

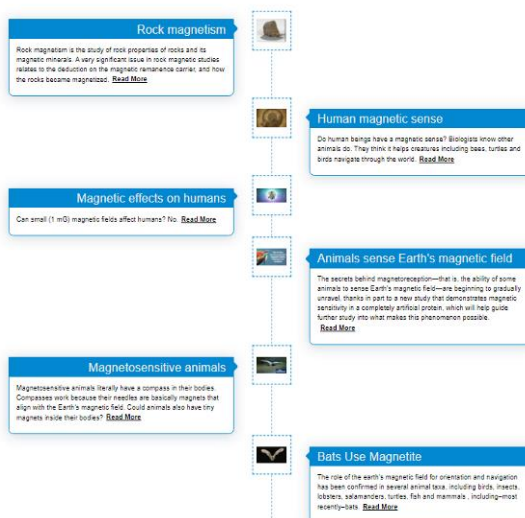
Σημείο αναφοράς αποτελεί α) η συστηματική καταγραφή της εξέλιξης των μαγνητικών υλικών και των ιδιοτήτων, χαρακτηριστικών τους με ταυτόχρονη εμβάθυνση στον τομέα της Νανοτεχνολογίας και β) η αξιοποίηση των πειραματικών δεδομένων για τεχνολογικές εφαρμογές. Επιπρόσθετα, θα επιχειρηθεί και μία κατηγοριοποίηση και αξιολόγηση των άρθρων που αναφέρονται στα υλικά, τις ιδιότητες και τις εφαρμογές του μαγνητισμού στην ευρύτερη κλίμακα.

You simply need to know - Elements

Show 100 entries

ID	Symbol	Image	Name	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Atomic Number	Atomic Weight	Melting Point (K)	Boiling Point (K)	Specific Heat Capacity (J/kg K)	Electro Negativity	Curie temperature (K)	Bohr Magneton (J/T)	Magnetization Saturation (MA m <sup>-1</sup> )
1	Fe		Iron	7.874	26	55.8	1811	3124	449	1.82	1042	2.22	1.75
2	Co		Cobalt	8.9	27	58.9	1768.15	3200	421	1.88	1400	1.72	1.45
3	Ni		Nickel	8.91	28	58.6	1726.15	3186	445	1.91	631	0.62	0.5

(α)



(β)

**Σχήμα 2** Στην κατηγορία *You simply need to know* μπορείτε να βρείτε πληροφορίες για τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα (*Elements*) αναφορικά με τα μαγνητικά τους χαρακτηριστικά (Σχήμα 2α) ενώ η επιλογή *Fact & Figures* περιλαμβάνει 3 περιοχές πληροφορίας ανάλογα με την κλίμακα μεγέθους: *Universe, Earth, Life* (Σχήμα 2β)



## Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα αναμένεται να είναι:

- I. Αντιμέτωπιση του φαινομένου του μαγνητισμού ως κάτι ενιαίο.
- II. Ενδεδειγμένη κατανόηση εννοιών του μαγνητισμού (Borges & Gilbert, 1998)
- III. Συγκέντρωση έγκυρης πληροφορίας και ταξινόμησή της, ώστε να είναι εύκολη η αναζήτηση για υλικά, ιδιότητες και εφαρμογές (Bozzo et al., 2019).
- IV. Σύνδεση των φαινομένων του μαγνητισμού και των ιδιοτήτων των μαγνητικών υλικών με τον πραγματικό κόσμο.
- V. Το τελικό προϊόν θα είναι μια βάση δεδομένων που θα περιλαμβάνει τις τρεις κατηγορίες μεγέθους: μακρόκοσμος, μικροκλίμακα, νανοκλίμακα και σε κάθε κατηγορία θα δίνονται λεπτομερείς πληροφορίες για υλικά, ιδιότητες, εφαρμογές.

Θα επιχειρηθεί η αξιολόγηση της ιστοσελίδας μέσα από προσκλήσεις-δοκιμαστικές επισκέψεις σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες (μαθητές, φοιτητές, καθηγητές φυσικής, ερευνητές).

Μέσω της μετατροπής της ιστοσελίδας στα ελληνικά θα επιχειρηθεί η εξερεύνηση αυτής με προσιτό τρόπο από τους επισκέπτες (Gunawan et al., 2021· Li & Singh, 2016· Prytz 2020).



Σχήμα 3 Σε κάθε κλίμακα μαγνητικών υλικών: *Magnetism around us, Zoom to microworld, Down to nanoscale* έχει δημιουργηθεί τράπεζα ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και κουίζ από 10 τυχαίων ερωτήσεων με διαβάθμιση δυσκολίας

## Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει ένα διαδραστικό εργαλείο για τη μελέτη και εξερεύνηση του μαγνητισμού σε όλες τις εκφάνσεις και μορφές καθώς και σε όλες τις διαστάσεις από τη μακροκλίμακα έως τη νανοκλίμακα. Το πλαίσιο σχεδιασμού του ιστότοπου είναι τέτοιο, ώστε να παρέχεται η πληροφορία και η γνώση με ποικίλους τρόπους και ταυτόχρονα εστιάζει στην αλληλεπίδραση με τον χρήστη μέσω κάποιων δραστηριοτήτων. Η απόκτηση γνώσεων με αυτό τον τρόπο μπορεί να θεωρηθεί ως ιδιαίτερα αποτελεσματική, παρακινητική και σύγχρονη, γιατί ακολουθεί τις επιταγές του 21ου αιώνα και προσπαθεί να προσαρμοστεί στις συνθήκες της σύγχρονης τεχνολογίας.

## Βιβλιογραφία

- Καλκάνης, Γ., & Τόμπρας, Γ. (2019). Ελλείμματα της Εκπαίδευσης στη Φυσική «από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο» – Μια Έρευνα και Προτάσεις. 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ «Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αι.».
- Τσέτσερη, Μ., Σάλτα, Κ., & Σταύρου, Δ. (2019). Αντιλήψεις μαθητών Γυμνασίου για τα σιδηρομαγνητικά υλικά. 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ «Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αι.».
- Borges, A.T., & Gilbert, J.K. (1998). Models of magnetism. *International Journal of Science Education*, 20, 361-378.
- Bozzo, G., Daffara, C., Michellini, M., Monti, F., & Vercellati, S. (2019). Metaphors and analogies proposed by perspective primary teachers to support the exploration of magnetic phenomena. *Journal of Physics: Conf. Series* 1286.
- Finkelstein, N. (2005). Learning Physics in Context: A study of student learning about electricity and magnetism. *International Journal of Science Education*, 27, 1187–1209.
- Gunawan, G., Jufri, A., Nisrina, N., Al-Idrus, A., Ramdani, A., & Harjono, A. (2021). Guided inquiry blended learning tools (GI-BL) for school magnetic matter in junior high school to improve students' scientific literacy. *Journal of Physics: Conference Series* 1747.
- Hirano T., & Hirokawa, J. (2017). Education Materials of Electricity and Magnetism using MATLAB. *IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)*.
- Kalogiannakis, M., Nirgianaki, G.M., & Papadakis, S. (2018). Teaching Magnetism to Preschool Children: The Effectiveness of Picture Story Reading. *Early Childhood Educ J*, 46, 535–546.
- Li, J., & Singh, C. (2016). Developing and validating a conceptual survey to assess introductory physics students' understanding of magnetism. *European Journal of Physics*, 38(2), 025702
- Prytz, K. (2020). Introducing magnetism—an alternative. *Physics Education*, 55(6), 065004.

Νοητικά μοντέλα υποψήφιων δασκάλων σχετικά με το φαινόμενο της παλίρροιας μέσα από την εφαρμογή μιας διδακτικής ακολουθίας που ακολουθεί τις αρχές του διδακτικού πειράματος

**Παναγιώτης Ταμπάκης, Στέφανος Ασημόπουλος**

*Π.Τ.Δ.Ε, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

### **Περίληψη**

Η διδασκαλία του φαινομένου της παλίρροιας δεν έχει τύχει ιδιαίτερης ερευνητικής προσοχής, παρόλο που μπορεί να αποτελέσει βάση όχι μόνο για τη διδασκαλία πλήθους υποκείμενων εννοιών και φαινομένων Αστρονομίας και Φυσικής αλλά και εμπλοκής των μαθητών/τριών σε διαδικασίες μοντελοποίησης και συζήτησης για τη Φύση της Επιστήμης, όπως και αξιοποίησης νοητικών πειραμάτων και πολλαπλού διδακτικού υλικού. Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα διδακτορικής διατριβής, που αφορά στον σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας διδακτικής ακολουθίας για την παλίρροια σε φοιτητές/τριες Παιδαγωγικών Τμημάτων κάνοντας χρήση του διδακτικού πειράματος ως εργαλείου συλλογής δεδομένων. Προβλήματα που εμφανίζονται στην κατανόηση του φαινομένου και η αποτελεσματικότητα των στρατηγικών που ακολουθήθηκαν για την αντιμετώπισή τους έχουν επιλεγεί να συζητηθούν στη συνέχεια.

**Λέξεις κλειδιά:** Διδακτική Φ.Ε., διδασκαλία παλίρροιας, διδακτικό πείραμα, νοητικά μοντέλα

Future teachers' mental models of the tidal phenomenon through the implementation of a teaching-learning sequence that follows the principles of the teaching experiment

**Panagiotis Tabakis, Stefanos Asimopoulos**

*Department of Primary Education, School of Humanities and Social Sciences, University of Thessaly*

### **Abstract**

Teaching ocean tides have not received much research attention. However, it can be a basis for the teaching of several underlying concepts and phenomena of Astronomy and Physics. Also, apart from involving students in modelling and discussion processes of Nature of Science, it can promote mental experiments and multiple teaching materials. This work is about the design and implementation of a teaching-learning sequence. It concerns ocean

tides focusing on future teachers and uses the “teaching experiment” as a data collection tool. Problems that arise in understanding this phenomenon and the effectiveness of the chosen strategies are discussing below.

**Keywords:** Science education, teaching tides, teaching experiment, mental models

## Εισαγωγή

Ως παλίρροια θεωρούμε την περιοδική ανύψωση και πτώση του επιπέδου της θάλασσας ως αποτέλεσμα του συνδυασμού α) της βαρυτικής έλξης που ασκείται κυρίως από τη Σελήνη και τον Ήλιο στη Γη και β) της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της. Είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που εμφανίζεται σε όλες τις θάλασσες και τους ωκεανούς. Έχει συνήθως 12ωρη περιοδικότητα με δύο φάσεις, την πλημμυρίδα και την αμπώτιδα. Η έντασή του διαφέρει από τόπο σε τόπο κι επηρεάζεται από τοπικούς παράγοντες, όπως είναι η διαμόρφωση των ακτών, οι κόλποι ή τα στενά περάσματα. Στην Ελλάδα δεν είναι έντονο, έχει όμως ιδιαίτερη παρουσία στα στενά του Ευρίπου. Υπάρχουν περιοχές όμως στη Γη, όπως ο κόλπος Fundy του Καναδά, όπου το εύρος κυμαίνεται έως και 15m.

Το φαινόμενο της παλίρροιας ελάχιστα έχει αξιοποιηθεί στον χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Ucar et al., 2011), κυρίως λόγω των δυσκολιών που παρουσιάζονται στην κατανόηση υποκείμενων εννοιών, όπως είναι οι κινήσεις των πλανητών και η βαρύτητα (Galili & Lehavi, 2003· Viiri, 2000· Viiri & Saari, 2004). Παρόλο που οι ελάχιστες σχετικές έρευνες περιορίζονται κυρίως σε μια απλή καταγραφή ιδεών, η διδακτική αξιοποίηση του συγκεκριμένου φαινομένου είναι δυνατό να αποτελέσει τον κεντρικό κορμό διδασκαλίας μεγάλου αριθμού εννοιών και φαινομένων Αστρονομίας και Νευτώνειας Μηχανικής, μια και συνδέεται άρρηκτα μαζί τους, να εμπλέξει μαθητές/τριες σε διαδικασίες μοντελοποίησης και συζήτησης για τη Φύση της Επιστήμης, να καλλιεργήσει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, ενώ αποτελεί άριστο χώρο εφαρμογής κι ελέγχου της αποτελεσματικότητας των νοητικών πειραμάτων και χρήσης πολλαπλού διδακτικού υλικού. Αξίζει λοιπόν να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι υποψήφιοι/ες δάσκαλοι/ες διαμορφώνουν κι εξελίσσουν νοητικά μοντέλα για την παλίρροια προσεγγίζοντας τις συναφείς με αυτή έννοιες, καθώς και ο βαθμός στον οποίο η διαδικασία αυτή συντελεί στον επιστημονικό εγγραμματισμό τους. Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζονται οι αρχικές ιδέες φοιτητών/τριών για την παλίρροια και στη συνέχεια η δομή και η αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε για μια πρώτη προσέγγιση των βασικών χαρακτηριστικών της.

## Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθούν τα αρχικά νοητικά μοντέλα των μελλοντικών δασκάλων για την παλίρροια και η δυνατότητα εξέλιξής τους προς το προσδοκώμενο επιστημονικό μοντέλο. Η προσέγγιση που ακολουθείται είναι ποιοτική, κυρίως ερμηνευτικού χαρακτήρα, και χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων το «διδακτικό πείραμα», που έχει αποδειχθεί πολύτιμη ερευνητική

μέθοδος για τη διερεύνηση διαδικασιών διδασκαλίας – μάθησης (Komorek & Duit, 2014). Δείγμα αποτελούν 8 ζευγάρια φοιτητών/τριών 3<sup>ου</sup> ή 4<sup>ου</sup> έτους του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, οι οποίοι/ες έχουν παρακολουθήσει μόνο ένα εξαμηνιαίο μάθημα σχετικό με βασικές έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μέσα συλλογής δεδομένων αποτέλεσαν το γραπτό ερωτηματολόγιο, οι βιντεοσκοπήσεις των δραστηριοτήτων και τα φύλλα παρατήρησης των εξωτερικών παρατηρητών (Ταμπάκης & Ασημόπουλος, 2018). Τέλος, ως προς την αξιοπιστία της ποιοτικής ανάλυσης ο έλεγχος έγινε σύμφωνα με τα κριτήρια των Guba & Lincoln (Lincoln, 2001).

## Αποτελέσματα

Κατά το πρώτο μέρος του διδακτικού επεισοδίου οι φοιτητές/τριες σχεδόν στο σύνολό τους (N=12) επιχειρώντας να δώσουν κάποιο ορισμό για την παλίρροια (Πίνακας 1) σωστά μίλησαν για άνοδο και κάθοδο της στάθμης της θάλασσας. Αυτό δείχνει ότι, παρόλο που στον ελλαδικό χώρο είναι ένα φαινόμενο με μικρή παρουσία, τελικά όλοι/ες γνωρίζουν κάποια χαρακτηριστικά του.

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Μεταβολή στάθμης της θάλασσας	12
Κάλυψη παράκτιων περιοχών	2
Κύμα - τσουνάμι	1
Δεν γνωρίζω	1

Πίνακας 1 Το φαινόμενο της παλίρροιας όπως ορίζεται από τους/τις φοιτητές/τριες

Ως προς το πού εμφανίζεται (Πίνακας 2), 12 αναφέρονται σε μεμονωμένες περιοχές με τους/τις 6 να μιλούν πιο συγκεκριμένα για ακτές και κόλπους και μόνο 4 υποστηρίζουν ότι είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο. Ενδιαφέρον ακόμη αποτελεί το γεγονός ότι οι μισοί/ές συνεντευξιζόμενοι/ες πιστεύουν ότι η παλίρροια δεν αφορά τον ελλαδικό χώρο.

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Μεμονωμένες περιοχές	12
Κόλποι & ακτές	6
Κέντρο θαλασσών & ωκεανών	2
Όχι στην Ελλάδα	8
Παγκόσμιο φαινόμενο	4

Πίνακας 2 Κατηγορίες απαντήσεων ως προς το πού εμφανίζεται η παλίρροια

Ως προς τον χρόνο εμφάνισης (Πίνακας 3), 5 μόνο μιλούν για ημερήσια με τους 3 από αυτούς/ές να αναφέρουν και την ημι-ημερήσια περιοδικότητα, ενώ 4 πιστεύουν ότι συμβαίνει σε πιο αραιά διαστήματα. Επομένως, για την πλειοψηφία

(N=9) είναι ένα περιοδικό ή προβλέψιμο φαινόμενο και για μόλις 5 φοιτητές/τριες θεωρείται ότι υπάρχει δυσκολία πρόβλεψης της εμφάνισής του.

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Περιοδικό & προβλέψιμο φαινόμενο	9
• Μία ή δύο φορές την ημέρα	5
• Δεν γνωρίζω	4
Δυσκολία ακριβούς πρόβλεψης	5
• Εξαρτάται από τον καιρό	2
• Τις εποχές	1
Δεν γνωρίζω	2

Πίνακας 3 Κατηγορίες απαντήσεων για το πότε εμφανίζεται η παλίρροια

Προσπαθώντας να εξηγήσουν τη διαρκή αλλαγή της στάθμης της θάλασσας (Πίνακας 4) οι περισσότεροι/ες αναφέρθηκαν στον σεισμό και το τσουνάμι, στον καιρό και τον άνεμο, στον ρόλο της θερμοκρασίας και στη μεταβολή της πίεσης. Λίγοι/ες μόνο μίλησαν σωστά για μετακίνηση των υδάτων (N=5) και για συσσώρευση νερού (N=2).

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Δίνουν κάποια εξήγηση	10
• Σεισμός – τσουνάμι	4
• Καιρός – άνεμος	3
• Θερμοκρασία	3
• Απορρόφηση από έδαφος	2
• Μεταβολή πίεσης	2
• Μετακίνηση υδάτων	5
• Συσσώρευση νερού	2
Αδυναμία απάντησης	6

Πίνακας 4 Κατηγορίες απαντήσεων ως προς το μηχανισμό μεταβολής της στάθμης της θάλασσας

Τέλος, για το αίτιο που προκαλεί την παλίρροια, σχεδόν όλοι/ες (N=14) επεσήμαναν τον ρόλο του Ήλιου και της Σελήνης, ενώ 2 μόνο δεν μπόρεσαν να το συνδέσουν με αίτια που υπάρχουν εκτός Γης. Ως προς το πώς τα ουράνια αυτά σώματα επιδρούν στο νερό των ωκεανών, 3 έκαναν λόγο για το μαγνητικό τους πεδίο, 3 για τη βαρύτητα και 3 για τις κινήσεις που κάνουν Γη, Σελήνη και Ήλιος. Λιγότεροι/ες ακόμη μιλούν για μεταβολή θερμοκρασίας, για αλλαγές στην πυκνότητα ή την πίεση που προκαλούν τα ουράνια σώματα που βρίσκονται στον ουρανό ή ακόμη και για τις υπερφυσικές τους δυνάμεις (Πίνακας 5).

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Σχετίζεται με Ήλιο & Σελήνη	14
• Μαγνητικό πεδίο	3
• Βαρύτητα	3
• Κινήσεις	3
• Θερμοκρασία – Ήλιος ή Σελήνη	2
• Αλλαγή πυκνότητας	1
• Αλλαγή πίεσης	1
• Υπερφυσική δύναμη Σελήνης	1
Δεν γνωρίζω	2

Πίνακας 5 Απαντήσεις ως προς το αίτιο δημιουργίας της παλίρροιας

## Συμπεράσματα

Το διδακτικό επεισόδιο οργανώθηκε με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, αλλά και τα αποτελέσματα ερωτηματολογίου που δόθηκε για τον σκοπό αυτό (Ταμπάκης & Ασημόπουλος, 2017). Έτσι, στον σχεδιασμό του λήφθηκε σοβαρά υπόψη η ελλιπής εμπειρία των Ελλήνων/Ελληνίδων φοιτητών/τριών και οι εναλλακτικές ιδέες που φέρουν ως προς την παλίρροια, ενώ επιλέχθηκε η χρήση πολλαπλού διδακτικού υλικού (εικόνες και βίντεο παλίρροιας, χάρτες παλιρροιακής στάθμης, δορυφορικές εικόνες, πίνακες χρόνων ανατολής – δύσης Σελήνης και Ήλιου, προσομοιώσεις του Ηλιακού συστήματος, χειραπτικά υλικά).



Εικόνα 1 Μοντέλο Στατικής Παλίρροιας

Τέλος, έγινε εισαγωγή ενός απλού μοντέλου «Στατικής Παλίρροιας», σύμφωνα με το οποίο η Σελήνη βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με τον Ισημερινό και ολόκληρη η επιφάνεια της Γης καλύπτεται από τους ωκεανούς, στους οποίους επιδρούν η βαρυτική έλξη της Σελήνης και του Ήλιου. Οι δυνάμεις που ασκούνται προσδίδουν στο θαλάσσιο αυτό στρώμα ελλειψοειδές σχήμα, του οποίου οι διογκώσεις (πλήμμες) βρίσκονται από τη μεριά της Σελήνης και από τη διαμετρικώς αντίθετη πλευρά της Γης, μακριά από τη Σελήνη, αντίστοιχα (Εικόνα 1). Οι υδάτινες αυτές διογκώσεις είναι στάσιμες ως προς τη Σελήνη, ενώ η Γη περιστρέφεται μέσα σε αυτές. Επομένως, λόγω της περιστροφής της Γης από τη δύση προς την ανατολή

γύρω από τον άξονά της, ένα σημείο διέρχεται διαδοχικά - περίπου κάθε έξι ώρες - μέσα από την πλημμυρίδα και την αμπώτιδα. Η χρήση του πιο πάνω μοντέλου δίνει παράλληλα τη δυνατότητα βελτίωσης ή αναδόμησής του, στα επόμενα επεισόδια, παρέχοντας εναύσματα συζήτησης για τη Φύσης της Επιστήμης (Ταμπάκης & Ασημόπουλος, 2018).

Παρακολουθώντας την εξέλιξη των αντιλήψεων των φοιτητών/τριών μέσα από τις προφορικές και τις γραπτές απαντήσεις τους και μέσα από τα σχέδια πρόβλεψης παλιρροιακών διογκώσεων που έκαναν με το πέρας του διδακτικού επεισοδίου, προκύπτει ότι κατάφεραν στην πλειοψηφία τους να αντιληφθούν τα βασικά χαρακτηριστικά και το αίτιο που δημιουργεί το φαινόμενο της παλίρροιας. Η εξέλιξη αυτή των αντιλήψεών τους, όπως υποστηρίζεται από την ανάλυση του βίντεο των δραστηριοτήτων τους, το ημερολόγιο του ερευνητή και τις σημειώσεις του εξωτερικού παρατηρητή, αναδεικνύει την αξία της χρήσης πολλαπλού διδακτικού υλικού και επιπρόσθετα των μοντέλων και προσομοιώσεων – γραφικών τριών διαστάσεων που οδηγούν, όπως φαίνεται, σε γρηγορότερη και βαθύτερη κατανόηση του εν λόγω φαινομένου, κυρίως όταν εξετάζεται από την πλευρά της Αστρονομίας για την οποία δεν μπορούν να έχουν άμεση εποπτεία.

## Βιβλιογραφία

- Ταμπάκης Π., & Ασημόπουλος Σ. (2017). Μελέτη της εξέλιξης των νοητικών μοντέλων υποψήφιων δασκάλων σχετικά με το φαινόμενο της παλίρροιας και την ενεργειακή αξιοποίησή του. *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 10-12 Απριλίου 2017*, 61-64. ISSN: 2623-3622.
- Ταμπάκης Π., & Ασημόπουλος Σ. (2018). Μελέτη της εξέλιξης των νοητικών μοντέλων υποψήφιων δασκάλων σχετικά με το φαινόμενο της παλίρροιας και την ενεργειακή αξιοποίησή του. *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 02-04 Απριλίου 2018*, 79-82. ISSN 2623-3622.
- Galili, I., & Lehari, Y. (2003). The importance of weightlessness and tides in teaching gravity. *American Journal of Physics*, 71, 1127–1135. <https://doi.org/10.1119/1.1607336>
- Komorek, M., & Duit, R. (2014). 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. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>
- Lincoln, Y. (2001). Varieties of validity: Quality in qualitative research. In J. Smart, & W. Tierney (Eds.): *Higher education: Handbook of theory and research*. New York: Agathon Press. ISBN 978-0-87586-131-9
- Ucar, S., Trundle, C., & Kriesek, L. (2011). Inquire – based instruction with archived, online data: An intervention study with preservice teachers. *Research in Science Education*, 41, 261 – 282. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9164-7>
- Viiri, J. (2000). Students' understanding of tides. *Physics Education*, 35, 105–110. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/35/2/305>
- Viiri, J., & Saari, H. (2004). Research-based teaching unit on the tides. *International Journal of Science Education*, 26, 463–481. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072791>



## Κλίμα και κλιματική αλλαγή: Εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης, με τη μέθοδο του Εργαστηρίου Αλλαγής, σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

**Δέσποινα Μοσχούρη<sup>1</sup>, Χαρίτων Πολάτογλου<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, <sup>2</sup>Καθηγητής Φυσικής Α.Π.Θ.

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η εφαρμογή μιας δίμηνης διαμορφωτικής διδακτικής παρέμβασης με την καινοτόμο μέθοδο του Εργαστηρίου Αλλαγής βασισμένη στη συνεργατικότητα και τον αναστοχασμό. Σκοπός είναι ο κλιματικός γραμματισμός μαθητών γυμνασίου και λυκείου στο πλαίσιο της μη τυπικής εκπαίδευσης ενός science club μέσω μικτής εξ αποστάσεως μάθησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας απέδειξαν αφενός τη βελτίωση των γνώσεων, της κριτικής σκέψης, των στάσεων και της συμπεριφοράς των μαθητών απέναντι στο κλίμα και την κλιματική αλλαγή, αφετέρου τη δυνατότητα εφαρμογής του Εργαστηρίου Αλλαγής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για διδασκαλία ζητημάτων παγκοσμίου ενδιαφέροντος.

**Λέξεις κλειδιά:** Κλίμα, Κλιματική Αλλαγή, Εργαστήριο Αλλαγής, Θεωρία Δραστηριότητας, Επεκτατική Μάθηση

## Climate and climate change: Implementation and evaluation of didactic intervention, using Change Laboratory method, in secondary school students

**Despina Moschouri<sup>1</sup>, Hariton Polatoglou<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Secondary Education, MSc, <sup>2</sup>School of Physics Professor, AUTH

### Abstract

In this work, we study the implementation of a two-month transformative didactic intervention using the Change Laboratory, an innovative method based in cooperation and reflection. The aim is climate literacy of secondary school students in the context of non-formal education of a science club through blended distance learning. The research results proved on the one side the improvement of knowledge, critical thinking and attitude of the students towards climate and climate change and on the other side the capacity to implement the Change Laboratory principles to secondary education, in order to teach worldwide interest issues.

**Keywords:** Climate, Climate Change, Change Laboratory, Activity Theory, Expansive Learning

## Εισαγωγή

Καθώς η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα, η σημαντικότερη δράση για την αντιμετώπισή της είναι ο κλιματικός γραμματισμός, ώστε να καταστούν ικανοί οι πολίτες να κατανοήσουν την αλληλεπίδραση του κλίματος με την κοινωνία, να βελτιώσουν τη ζωή τους λαμβάνοντας σωστές αποφάσεις και να εκμεταλλευτούν επαγγελματικές ευκαιρίες (NOAA, 2009).

Είναι ένα πολύπλοκο, διεπιστημονικό θέμα με κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές προεκτάσεις που πρέπει να περιλαμβάνει δυο μέρη: κλίμα και αλλαγή. Το κλίμα αφορά τις φυσικές επιστήμες ενώ η αλλαγή τις κοινωνικές (McKeown et al., 2010). Είναι φανερό ότι η γνώση για κάποιο ζήτημα εντείνει το ενδιαφέρον και δρα σαν οδηγός για υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών και στρατηγικών (Sunstein, 2006).

Η μάθηση πρέπει να είναι βασισμένη στην έρευνα, να είναι αναστοχαστική, δημιουργική και συμμετοχική ώστε οι γνώσεις να μπορούν να εφαρμοστούν και σε αβέβαιες, ακόμα άγνωστες καταστάσεις (Wals, 2011). Για τον λόγο αυτό πρέπει να επιλεγθούν κατάλληλες διαμορφωτικές παρεμβάσεις, όπως είναι το Εργαστήριο Αλλαγής (EA) (Virkkunen et al., 2013).

Καθώς στη βιβλιογραφία υπάρχει έλλειψη ερευνών για χρήση του Εργαστηρίου Αλλαγής στην περιβαλλοντική εκπαίδευση (Maidou et al., 2020), τα ερευνητικά ερωτήματα που καλούνται να απαντηθούν στην παρούσα εργασία είναι:

- Είναι εφικτή και αποτελεσματική η εφαρμογή του Εργαστηρίου Αλλαγής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ώστε να διευκολύνει τη μάθηση και να εντείνει το ενδιαφέρον για την κλιματική αλλαγή;
- Ήταν οι δραστηριότητες που επιλέχθηκαν να εφαρμοστούν, στο περιβάλλον του Εργαστηρίου Αλλαγής, κατάλληλες, ως προς τη δομή και τον συνδυασμό τους, για τον κλιματικό γραμματισμό των συμμετεχόντων;

## Μεθοδολογία

Σχεδιάστηκε μια παρέμβαση σε πλαίσιο μη τυπικής εκπαίδευσης ενός science club με συμμετέχοντες 19 μαθητές τεσσάρων διαφορετικών σχολείων και ηλικιών, (Α΄ Γυμνασίου, Γ΄ Γυμνασίου, Α΄ Λυκείου, Β΄ Λυκείου), 2 εκπαιδευτικούς φυσικούς, η μια ήταν η ερευνήτρια, κι έναν γονέα. Διήρκεσε 8 εβδομάδες από το τέλος Νοεμβρίου 2020 μέχρι το τέλος Ιανουαρίου 2021. Λόγω της φύσης των συμμετεχόντων αλλά και των κλειστών σχολείων εξαιτίας της πανδημίας, χρησιμοποιήθηκε μικτή εξ αποστάσεως εκπαίδευση συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης με αυτά της διαπροσωπικής διδασκαλίας (Sharpe et al., 2006). Πραγματοποιήθηκαν σύγχρονες συναντήσεις μέσω webex για συζητήσεις, υποστήριξη και αλληλεπίδραση για την αντιμετώπιση των αντιφάσεων. Για την ασύγχρονη εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε η εκπαιδευτική πλατφόρμα Edmodo, που παρέχει τη δυνατότητα ανάρτησης video, φωτογραφιών, θεμάτων για συζήτηση, αναθέσεων και υποβολής εργασιών, κουίζ και σχολίων.

Ως μέθοδος της παρέμβασης, επιλέχθηκε το EA (Change Laboratory), που υλοποιείται μέσω της θεωρίας δραστηριότητας και της θεωρίας επεκτατικής

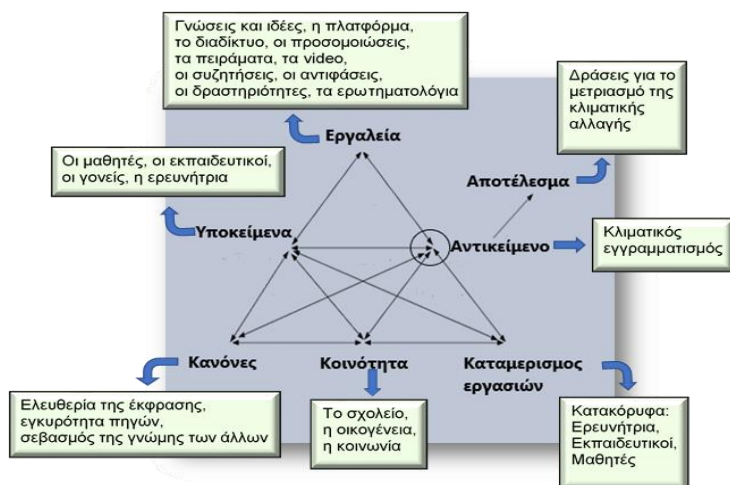
μάθησης. Η Θεωρία Δραστηριότητας (Activity Theory) βασίζεται στην αρχή της διπλής διέγερσης του Vygotsky, όπου το πρώτο ερέθισμα είναι το πρόβλημα και το δεύτερο τα εργαλεία που δίνονται για να το επιλύσουν, καθώς και στην αρχή της ανόδου από το αφηρημένο στο συγκεκριμένο, που σημαίνει ότι από τις αρχικά αφηρημένες έννοιες παράγεται μια πρακτική λύση (Sannino, 2011). Η μοντελοποίησή της δημιούργησε το τριγωνικό μοντέλο με τους διαρκώς αλληλεπιδρώντες πόλους. Η θεωρία επεκτατικής μάθησης υποστηρίζει ότι η μάθηση χτίζεται μέσω του εντοπισμού των αντιφάσεων, δηλαδή των διαφορετικών απόψεων, και της επέκτασης του αντικειμένου – στόχου μετά από επανεξέταση της δραστηριότητας (Engeström et al., 2010).

Στο ΕΑ οργανώνονται συνεδρίες ανάλυσης του συστήματος δραστηριοτήτων από το παρελθόν μέχρι το παρόν και σχεδιάζεται το μοντέλο της μελλοντικής δραστηριότητας που ελέγχεται στην πράξη (Kornelaki et al., 2018). Χρησιμοποιείται μια επιφάνεια 3 X 3, όπου από τη μια μεριά βρίσκεται ο καθρέφτης για την παρουσίαση των προβλημάτων και των προσωρινών λύσεων, ενώ στη μέση βρίσκονται τα εργαλεία που θα δημιουργήσουν το μοντέλο-όραμα, που εμφανίζεται στην άλλη άκρη, υλοποιώντας τους κύκλους επεκτατικής μάθησης (Engeström et al., 1996).

Αρχικά στους συμμετέχοντες δόθηκε ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, δομημένο σε τέσσερα θέματα, όπως και η παρέμβαση: Καιρός - κλίμα, Θερμότητα - ηλιακή ακτινοβολία, Φαινόμενο θερμοκηπίου - αιτίες κλιματικής αλλαγής, Επιπτώσεις - Δράσεις (Μοσχούρη, 2021). Περιλάμβανε ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου για ανίχνευση γνώσεων και εναλλακτικών ιδεών, ώστε να δομηθούν κατάλληλα οι δραστηριότητες. Το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε και στο τέλος, ώστε να φανούν τα αποτελέσματα με προσθήκη ερωτήσεων για την αποτίμηση του προγράμματος. Οι κλειστού τύπου ερωτήσεις μελετήθηκαν με πίνακες, ραβδογράμματα και πίτες ενώ οι ανοικτού με τη μέθοδο της ταξινομίας SOLO.

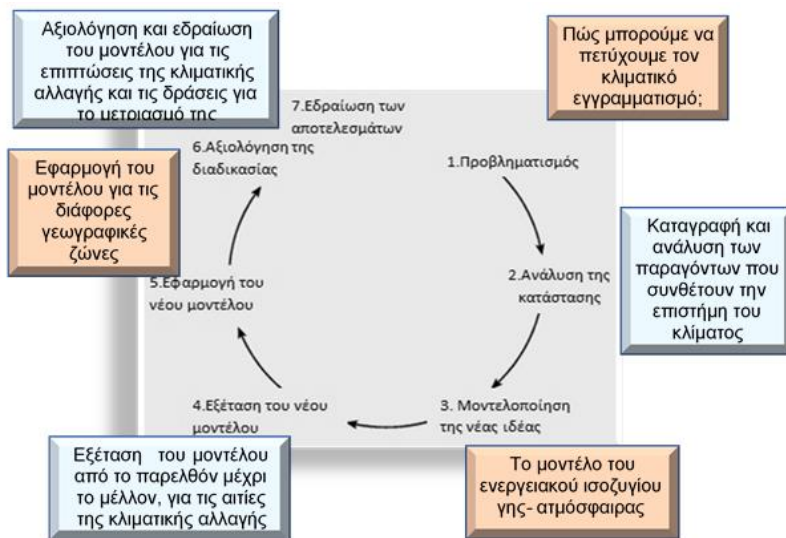
## Αποτελέσματα

Η Εικόνα 1 παριστάνει το τρίγωνο της Θεωρίας Δραστηριότητας, όπως διαμορφώθηκε στην εφαρμογή. Υποκείμενα νοούνται οι συμμετέχοντες, αντικείμενο-στόχος είναι ο κλιματικός εγγραμματισμός, με επεκτατικό προσωπικό αποτέλεσμα τις δράσεις για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Εργαλείο είναι κάθε μέσον που χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξη του σκοπού, όπως οι γνώσεις και οι ιδέες, η πλατφόρμα Edmodo, οι συζητήσεις, οι δραστηριότητες, τα κουίζ αξιολόγησης, τα ερωτηματολόγια. Οι κανόνες είναι οι συνειδητά ή ασυνειδητά επιβεβλημένες συνθήκες και περιορισμοί, όπως η ελευθερία της έκφρασης, η υπευθυνότητα, ο σεβασμός της γνώμης των άλλων, η αξιοπιστία των πηγών. Ο καταμερισμός των εργασιών εδώ μπορεί να γίνει μόνο ιεραρχικά: η ερευνήτρια, οι εκπαιδευτικοί, οι μαθητές, καθώς δεν υπήρχαν ομάδες που θα δημιουργούσαν και οριζόντιο καταμερισμό (γραμματέας, παρουσιαστής, ερευνητής). Ως κοινότητα θεωρούμε τον χώρο που κινούνται τα υποκείμενα δηλαδή το σχολείο, την οικογένεια, την κοινωνία και είναι αυτή που διαμορφώνει τους κανόνες και τον καταμερισμό των εργασιών.



Εικόνα 1 Το τρίγωνο της θεωρίας δραστηριότητας

Στα φύλλα εργασίας χρησιμοποιήθηκαν video, προσομοιώσεις, κλιματικά μοντέλα, εικόνες, ερωτήσεις κατανόησης. Ακολουθούσε ανατροφοδότηση, συζήτηση και ηλεκτρονικά κουίζ αξιολόγησης. Στην Εικόνα 2 περιγράφεται ο γενικός κύκλος επεκτατικής μάθησης που υλοποιήθηκε, ο οποίος αποτελούνταν από μικρότερους, επιμέρους κύκλους για κάθε θέμα.



Εικόνα 2 Ο κύκλος επεκτατικής μάθησης

Όσον αφορά στο Εργαστήριο Αλλαγής (Πίνακας 1), ξεκινήσαμε με τον καθρέφτη του παρόντος, όπου έγινε ανάρτηση video του κυκλώνα Ιανού, φωτογραφιών, διαγραμμάτων και στατιστικών που αναδεικνύουν το πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Για την ανίχνευση της ρίζας του προβλήματος κινούμαστε προς τον καθρέφτη του παρελθόντος εντοπίζοντας τις εσωτερικές αντιφάσεις. Κάθε παράγοντας που συνέβαλλε στο πρόβλημα έχει δυο όψεις. Η

βιομηχανική επανάσταση έφερε ανάπτυξη αλλά και έκλυση θερμοκηπικών αερίων, η ευημερία απαιτεί ενέργεια, η αύξηση του πληθυσμού χρειάζεται γεωργική παραγωγή που οδηγεί σε αποψίλωση δασών για αλλαγή χρήσης γης. Στο μοντέλο του παρόντος ο κλιματικός γραμματισμός οδηγεί σε δράσεις για μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, σε αναζήτηση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, σε μείωση υπερκατανάλωσης, ώστε να οραματιστούμε το μοντέλο του μέλλοντος για έναν βιώσιμο πλανήτη.

<p>Μοντέλο παρόντος</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αύξηση θερμοκηπικών αερίων</li> <li>• Υπερθέρμανση του πλανήτη</li> <li>• Κλιματικός εγγραμματισμός</li> <li>• Αλλαγή στάσεων και συμπεριφοράς</li> </ul>	<p>Εργαλεία</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Γνώσεις</li> <li>• Προσομοιώσεις</li> <li>• Πειράματα</li> <li>• Αντιφάσεις</li> <li>• Κλιματικά μοντέλα</li> </ul>	<p>Καθρέφτης παρόντος</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Video</li> <li>• Εικόνες</li> <li>• Διαγράμματα</li> <li>• Στατιστικές</li> </ul>
<p>Μοντέλο παρελθόντος</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Παράγοντες που συνιστούν το κλίμα</li> <li>• Αίτια κλιματικών αλλαγών</li> </ul>	<p>Εργαλεία</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Γνώσεις</li> <li>• Προσομοιώσεις</li> <li>• Πειράματα</li> <li>• Αντιφάσεις</li> <li>• Ενεργειακό ισοζύγιο της γης</li> </ul>	<p>Καθρέφτης παρελθόντος</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Βιομηχανική επανάσταση</li> <li>• Αποψίλωση δασών</li> <li>• Αλλαγή καλλιέργειας γης</li> </ul>
<p>Μοντέλο μέλλοντος</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Καθαρές μορφές ενέργειας</li> <li>• Βιώσιμος πλανήτη</li> </ul>	<p>Εργαλεία</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Γνώσεις</li> <li>• Προσομοιώσεις</li> <li>• Επίλυση αντιφάσεων</li> </ul>	<p>Καθρέφτης μέλλοντος</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Δράσεις</li> <li>• Μετριασμός κλιματικής αλλαγής</li> <li>• Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή</li> </ul>

Πίνακας 1 Το Εργαστήριο Αλλαγής

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικότερα οι δραστηριότητες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρέμβαση. Το πρώτο θέμα ήταν ο καιρός και το κλίμα. Αφού δόθηκε σχετικό θεωρητικό μέρος, αναρτήθηκε το πρώτο φύλλο εργασίας με τρεις δραστηριότητες. Οι δυο πρώτες είχαν στόχους τη διάκριση των εννοιών αυτών, την αναγνώριση της κύριας επιστημονικής έννοιας που υπεισέρχεται στη δημιουργία των καιρικών φαινομένων, τη θερμότητα, την αναγνώριση των παραγόντων που επηρεάζουν το κλίμα μιας περιοχής και την κατάταξη της γης σε κλιματικές ζώνες. Δόθηκαν video, ένα με δελτίο καιρού, ένα με ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν το κλίμα (γεωγραφικό πλάτος, υψόμετρο, απόσταση από τη θάλασσα, τοπικές συνθήκες) και ένα για το κλίμα της Ευρώπης. Ακολούθησαν κάποιες ερωτήσεις πάνω σε αυτά και προβλέψεις. Στον Πίνακα 2

παριστάνονται τα αποτελέσματα, βάσει του ερωτηματολογίου, για το πρώτο θέμα (με κόκκινο είναι τα αποτελέσματα που παρουσίασαν μεγάλη βελτίωση).

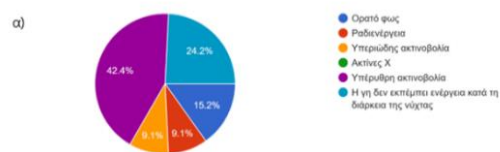
	pre		post	
	Σωστό	Λάθος	Σωστό	Λάθος
Το κλίμα στην Κύπρο κατά την περίοδο του καλοκαιριού είναι ζεστό και ξηρό.	95%	5%	94%	6%
Ο καιρός στην Αγγλία είναι συνήθως υγρός, ενώ η θερμοκρασία κυμαίνεται σε μέτρια επίπεδα.	63%	37%	31%	69%
Ο καιρός φέτος τα Χριστούγεννα θα είναι ήπιος, με πιθανότητα να παρουσιαστούν κάποιες χιονοπτώσεις στα ορεινά.	78%	22%	75%	25%
Ο καιρός από χώρα σε χώρα και από εποχή σε εποχή ποικίλλει.	51%	49%	31%	69%
Ο καιρός αύριο στη Θεσσαλονίκη θα είναι νεφελώδης και η θερμοκρασία θα κυμαίνεται μεταξύ 13 και 21 βαθμών Κελσίου.	88%	12%	100%	—

Πίνακας 2 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου για τη διαφορά καιρού και κλίματος πριν και μετά την εφαρμογή

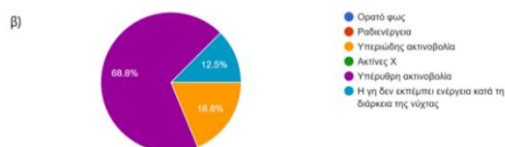
Οι δυο πρώτες δραστηριότητες του δεύτερου φύλλου εργασίας είχαν στόχους να αποσαφηνίσουν τις σχετικές με τη θερμότητα έννοιες, να ξεχωρίσουν τους αγωγούς από τους μονωτές, να μελετήσουν τους μηχανισμούς διάδοσης θερμότητας. Ξεκίνησε η καθεμία με έναν προβληματισμό, ακολούθησαν τα video εισαγωγής των νέων εννοιών και οι ερωτήσεις που ανέδειξαν τα αποτελέσματα. Από τις απαντήσεις των ερωτήσεων που ακολούθησαν, διαπιστώθηκε μια δυσκολία κατανόησης της θερμικής ενέργειας (πολλοί θεωρούν ότι εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία) και της αγωγής (αρκετοί μαθητές θεωρούν ότι μεταφέρονται τα μόρια).

Η τρίτη δραστηριότητα ασχολείται με τη φύση της ηλιακής ακτινοβολίας το φάσμα της και τη διάκριση σε βλαβερές και μη ακτινοβολίες. Οι περισσότερες από αυτές τις έννοιες ήταν άγνωστες για τους μαθητές. Το πρόβλημα ενεργοποίησης είχε σχέση με την επικινδυνότητα ή όχι του φούρνου μικροκυμάτων. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ θετικά, οι μικροί μαθητές μόνο συγχέουν τις έννοιες υπέρυθρη και υπεριώδης. Οι αντιφάσεις που δημιουργήθηκαν επιλύθηκαν στη σύγχρονη τηλεκπαίδευση. Τα αποτελέσματα μιας ερώτησης για το είδος της ακτινοβολίας που εκπέμπει η γη τη νύχτα, πριν και μετά την παρέμβαση φαίνονται στην Εικόνα 3.

Γ9. Κατά τη διάρκεια της νύχτας ποια από τις παρακάτω μορφές ενέργειας εκπέμπεται από τη γη;



Γ9. Κατά τη διάρκεια της νύχτας ποια από τις παρακάτω μορφές ενέργειας εκπέμπεται από τη γη;



**Εικόνα 3 Οι απαντήσεις για τις μορφές ενέργειας που εκπέμπονται από τη γη πριν (α) και μετά (β) την παρέμβαση**

Η τέταρτη δραστηριότητα είχε σκοπό τη μελέτη του ενεργειακού ισοζυγίου της γης, ώστε να συνειδητοποιήσουν ότι όλα τα σώματα εκπέμπουν ακτινοβολία ανάλογα με τη θερμοκρασία τους, τι είδους ακτινοβολίες εκπέμπει ο ήλιος και η γη, τους παράγοντες που συμβάλλουν στη θέρμανση και ψύξη της γης, να εφαρμόζουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας για το σύστημα ήλιος-γη-ατμόσφαιρα, να αναγνωρίσουν τον ρόλο του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Στόχος ήταν να αναπτύξουν κριτικές δεξιότητες, απαραίτητες για να απαντήσουν στο πρόβλημα ενεργοποίησης για τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε μια νεφελώδη και σε μια ανέφελη νύχτα και μέρα. Αλληλεπίδρασαν με μια προσομοίωση για την ανακλαστικότητα διαφόρων επιφανειών και τη θερμοκρασία της γης σε κάθε περίπτωση. Σαν επέκταση δόθηκε ένα σχήμα του ενεργειακού ισοζυγίου για να ελέγξουν και να περιγράψουν την ισορροπία. Στον Πίνακα 3 φαίνονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου μελετημένα με τη μέθοδο της ταξινόμιας SOLO.

Το τρίτο θέμα αφορούσε το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τα αίτια της κλιματικής αλλαγής. Η πρώτη δραστηριότητα, με τη βοήθεια μιας προσομοίωσης από το PHET, είχε στόχους τη διάκριση του φυσικού από το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου, την αναγνώριση των ανθρωπογενών αιτιών και τον προβληματισμό για την παγκόσμια υπερθέρμανση και τον τρόπο λειτουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στη δεύτερη δραστηριότητα οι συμμετέχοντες αλληλεπίδρασαν με κλιματικό μοντέλο ενεργειακού ισοζυγίου, σχεδιασμένο από διδακτορική φοιτήτρια του φυσικού. Στόχοι ήταν να μελετήσουν και τους υπόλοιπους παράγοντες που επηρεάζουν το ενεργειακό ισοζύγιο, να διαπιστώσουν ότι δεν επηρεάζονται όλες οι γεωγραφικές ζώνες με τον ίδιο τρόπο και να αναπτύξουν έναν επιστημονικό τρόπο σκέψης συνθέτοντας πληροφορίες για να δώσουν απάντηση στον προβληματισμό. Η προσομοίωση προσφέρει ευκαιρία για πολλά πειράματα, αλλά δυσκόλεψε λίγο τους μικρούς μαθητές που ζήτησαν υποστήριξη στη σύγχρονη συνάντηση. Οι αντιφάσεις, όπως για παράδειγμα το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που οι περισσότεροι μαθητές το θεωρούσαν ένα σύγχρονο καταστροφικό φαινόμενο, αντιμετωπίστηκαν με συζητήσεις και διερευνητικές δραστηριότητες.

Ερώτηση	Προ δομικό		Μονοδομικό		Πολυδομικό		Συσχετιστικό		Εκτεταμένης γενίκευσης	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα	27%	6%	30%	25%	40%	56%	3%	13%	0%	0%
Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ανέφελης και νεφελώδους νύχτας	63,7%	19%	21,1%	25%	9,1%	18,5%	6,1%	37,5%	0%	0%
Τι σημαίνει albedo	88%	24%	0%	12%	6%	32%	6%	32%	0%	0%
Αρχή διατήρησης της ενέργειας στο σύστημα Ήλιου-Γης-Ατμόσφαιρας	55%	25%	18%	25%	18%	31%	9%	19%	0%	0%

Πίνακας 3 Ποσοτικά αποτελέσματα ερωτηματολογίου με τη μέθοδο της ταξινομίας SOLO

Τα αποτελέσματα σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου φαίνονται στον Πίνακα 4. Πριν την παρέμβαση μόλις 21,2% των μαθητών το αναγνώρισαν ως φαινόμενο που συμβαίνει για το μεγαλύτερο μέρος της ιστορίας της γης. Το ποσοστό αυτό ανήλθε στο 81,3% μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Σαν επέκταση της εφαρμογής μελετήθηκαν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και οι δράσεις για τον μετριασμό της. Δόθηκε η θεωρητική εισαγωγή και ζητήθηκε να αναζητήσουν στο διαδίκτυο video, εικόνες, άρθρα ή ό,τι άλλο τους κέντρισε το ενδιαφέρον και να το αναρτήσουν στην πλατφόρμα με ένα μικρό σχόλιο. Κατόπιν ζητήθηκε να συμπληρώσουν κι ένα ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο με θέμα τις δράσεις, ώστε να γίνει ανίχνευση των απόψεών τους. Τέλος, πραγματοποιήθηκε μια συνάντηση για συζήτηση αλλά και για την αποτίμηση του προγράμματος.

Από την αξιολόγηση μέσω του ερωτηματολογίου, συγκρίνοντας τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων, αλλά και από τη μελέτη του επιπέδου των απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση, παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη βελτίωση γνώσεων, αύξηση κριτικών δεξιοτήτων, άρση των παρανοήσεων και άνοδος επιπέδου ταξινομίας SOLO.



	Πριν	Μετά
Η μεγάλη συγκέντρωση CO <sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα καθώς και άλλων «θερμοκηπικών αερίων» συμβάλλει στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη	84,8%	93,8%
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φαινόμενο που συμβαίνει στην ατμόσφαιρα της γης για το μεγαλύτερο μέρος της ιστορίας της	21,2%	81,3%
Αν ο ανθρώπινος πολιτισμός δεν είχε αναπτυχθεί ποτέ στη γη, θα εξακολουθούσε να υπάρχει φαινόμενο του θερμοκηπίου	18,2%	68,8%
Η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου μπορεί να προκαλέσει την υπερθέρμανση του πλανήτη	84,8%	87,5%

Πίνακας 4 Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου για το φαινόμενο του θερμοκηπίου με τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων

## Συμπεράσματα

Η μέθοδος αποδείχτηκε εφικτή στην εφαρμογή της για τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και ιδιαίτερα επιτυχής, καθώς βελτίωσε την κατανόηση των συμμετεχόντων για το κλίμα, ανέπτυξε τις κριτικές δεξιότητες και κέντρισε το ενδιαφέρον των μαθητών. Ταυτόχρονα έκανε θετικότερη τη στάση απέναντι στις φυσικές επιστήμες και οδήγησε στη λήψη αποφάσεων αλλαγής συμπεριφοράς για συμβολή στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Ο συνδυασμός και η δομή των δραστηριοτήτων, υλοποιημένες στο πνεύμα του Εργαστηρίου Αλλαγής με πολλαπλά εργαλεία ανάλυσης, πειραματισμού και εισαγωγής γνώσης (γραπτό κείμενο, video, προσομοιώσεις) λειτούργησαν υπέρ της επίτευξης των στόχων. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν από το ερωτηματολόγιο, που ανέδειξε βελτίωση γνώσεων και άρση των παρανοήσεων. Οι μαθητές αποτίμησαν το πρόγραμμα ως ιδιαίτερα καινοτόμο και ανώτερο των προσδοκιών τους.

## Βιβλιογραφία

- Μοσχούρη, Δ. (2021). Κλίμα και κλιματική αλλαγή: Εφαρμογή και αξιολόγηση διαμορφωτικής διδακτικής παρέμβασης, με τη μέθοδο του Εργαστηρίου Αλλαγής, σε μαθητές Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Μεταπτυχιακή εργασία) (No. GRI-2021-30387). Aristotle University of Thessaloniki.
- Engeström, Y. (1996). Development as breaking away and opening up: A challenge to Vygotsky and Piaget. *Swiss Journal of Psychology*, 55, 126-132.
- Engeström, Y., & Sannino, A. (2017). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Introduction to Vygotsky*, 100-146.
- Kornelaki, A. C., & Plakitsi, K. (2018). Identifying Contradictions in Science Education Activity Using the Change Laboratory Methodology. *World Journal of Education*, 8(2), 27-45.

- Maidou, A., Plakitsi, K., & Polatoglou, H. M. (2020). Expansive Learning of Preservice Teachers Teaching Sustainable Development during Their Practicum. *World Journal of Education, 10*(2), 181-202.
- McKeown, R., & Hopkins, C. (2010). Rethinking climate change education. *Green Teacher, (89)*, 17.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2009). *Climate literacy: The Essential Principles of Climate Science*. Retrieved from <https://cpo.noaa.gov/Meet-the-Divisions/Communication-Education-and-Engagement/Climate-Literacy>
- Sharpe, R., Benfield, G., Roberts, G., & Francis, R. (2006). The undergraduate experience of blended e-learning: a review of UK literature and practice. *The higher education academy, 4*(2), 24-250.
- Sunstein, C. R. (2006). *Infotopia: How many minds produce knowledge*. Oxford University Press.
- Virkkunen, J., & Newnham, D. S. (2013). Preparing and Carrying Out Change Laboratory Sessions. In *The Change Laboratory* (pp. 79-116). Sense Publishers, Rotterdam.
- Wals, A. E. (2011). Learning our way to sustainability. *Journal of Education for Sustainable Development, 5*(2), 177-186.

## Σχεδιασμός, δημιουργία & πιλοτική χρήση διδακτικού πακέτου για τη διδασκαλία της ενότητας της Γενετικής στη Βιολογία Γ΄ Γυμνασίου

**Ελευθερία Παπαδέλη<sup>1</sup>, Ελένη Τσακιρίδου<sup>2</sup>, Ευαγγελία Μαυρικάκη<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>2<sup>ο</sup> ΓΕ.Λ. Κοζάνης, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>3</sup>Ε.Κ.Π.Α.

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται διδακτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε πιλοτικά στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής. Η διδακτική παρέμβαση αφορούσε διδακτικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε για τη διδασκαλία της ενότητας της γενετικής σε μαθητές Γ΄ Γυμνασίου και αξιολογήθηκε θετικά από αυτούς. Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του πακέτου χρησιμοποιήθηκε δοκιμασία γνώσεων με τη μορφή ερωτηματολογίου. Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου για συμπλήρωση πριν και μετά τη διδασκαλία της ενότητας. Πριν τη διδασκαλία δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Μετά τη διδασκαλία παρατηρήθηκε αύξηση στο σκορ και των δύο ομάδων, όμως η αύξηση ήταν μεγαλύτερη στην πειραματική ομάδα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική.

**Λέξεις κλειδιά:** διδακτικό πακέτο, γενετική, βιολογία

## Design, creation & pilot usage of a teaching package for the teaching of Genetics in 9th grade students

**Eleftheria Papadeli<sup>1</sup>, Eleni Tsakiridou<sup>2</sup>, Evangelia Mavrikaki<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>2<sup>nd</sup> Lyceum of Kozani, <sup>2</sup>University of Western Macedonia, <sup>3</sup>National and Kapodistrian University of Athens

### Abstract

The didactic intervention described was designed and implemented in the context of a PhD thesis. It regarded a teaching package which was used to teach the unit of genetics to 9<sup>th</sup> grade students and was positively evaluated by them. A knowledge test in the form of a questionnaire was used to evaluate the effectiveness of the package. The questionnaires were given for completion by the experimental and the control group before and after teaching. No statistically significant difference was observed between the two groups before teaching. After teaching there was an increase in the score of both groups. This increase, however, was greater in the experimental group and this difference was statistically significant.

**Keywords:** teaching package, genetics, biology

## Εισαγωγή

Αν και η εκμάθηση εννοιών γενετικής είναι αναγκαία για τη διαμόρφωση επιστημονικά εγγράμματων πολιτών, πλήθος ερευνών (Γιασεμής, 2011· Κουμπάρου κ.ά., 2011· Cisterna et al., 2013· Kiliç et al., 2016· Lewis et al., 2000· Lewis & Wood-Robinson, 2000· Newman et al., 2012· Wood-Robinson et al., 2000), μεταξύ των οποίων και η δική μας (Παπαδέλη κ.ά., 2015), έχουν δείξει ότι η γενετική είναι ένα δύσκολο θέμα αφενός να διδάξει και αφετέρου να μάθει κανείς και ότι η πλειονότητα των μαθητών δεν είναι εξοικειωμένοι ή παρουσιάζουν δυσκολίες στο να κατανοήσουν βασικές έννοιες γενετικής, όπως γονίδιο, χρωμόσωμα κ.τ.λ. Οι έννοιες αυτές είναι δύσκολο να γίνουν κατανοητές μόνο με λεκτική παρουσίαση από τον εκπαιδευτικό και ως εκ τούτου η χρήση κατάλληλου εποπτικού υλικού διευκολύνει την κατανόησή τους.

Είναι αλήθεια ότι τα τελευταία χρόνια στο διαδίκτυο υπάρχει άφθονο υλικό, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη διευκόλυνση της διδασκαλίας και μάθησης δύσκολων εννοιών. Σε αυτό το πλουραλιστικό ψηφιακό περιβάλλον ο ρόλος του εκπαιδευτικού μετατοπίζεται από την παροχή της γνώσης στη σχεδίαση της μάθησης (Mor & Craft, 2012), με τέτοιο τρόπο ώστε τα διάφορα ψηφιακά εργαλεία να μην χρησιμοποιούνται μεμονωμένα, αλλά να οργανώνονται σε εκπαιδευτικά σενάρια και να συνδυάζονται με τις κατάλληλες δραστηριότητες. Με δεδομένο ότι τον μέσο καθηγητή τον χαρακτηρίζει η έλλειψη χρόνου για την προετοιμασία κατάλληλων δραστηριοτήτων και σεναρίων για το μάθημά του, το πακέτο που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή συγκεντρώνει υλικό κατάλληλο για την εξοικείωση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με βασικές έννοιες γενετικής, φιλοδοξώντας να βοηθήσει όσους διδάσκοντες θα επιθυμούσαν να εφαρμόσουν μια έτοιμη πρακτική στην τάξη τους.

## Μεθοδολογία

Το πακέτο, που περιλαμβάνει πολυμεσική εφαρμογή, φύλλα εργασίας και βιβλίο εκπαιδευτικού, σχεδιάστηκε για την ηλικία και το επίπεδο των μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου, όμως με τις κατάλληλες τροποποιήσεις θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για μεγαλύτερες τάξεις. Η πολυμεσική εφαρμογή περιλαμβάνει τις εξής ενότητες: Πρωτεΐνες, Νουκλεϊκά οξέα, Ροή γενετικής πληροφορίας, Χρωμοσώματα, Κυτταρική διαφοροποίηση, Κυτταρική διαίρεση, Κληρονομικότητα, Μεταλλάξεις. Τα φύλλα εργασίας περιλαμβάνουν δραστηριότητες με ερωτήσεις τόσο κλειστού όσο και ανοιχτού τύπου αλλά και πρακτικές και εργαστηριακές δραστηριότητες, οι οποίες πραγματοποιούνται είτε στην ολομέλεια είτε σε ομάδες και συνάδουν με τη διερευνητική, βιωματική και εποικοδομητική μάθηση. Το βιβλίο του εκπαιδευτικού περιλαμβάνει συνολικά 10 σενάρια. Η ολοκλήρωση της προτεινόμενης προσέγγισης απαιτεί περίπου 21 διδακτικές ώρες. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ακολουθήσει πιστά το υλικό ή να το τροποποιήσει ανάλογα με το δικό του στυλ, το επίπεδο της τάξης του και τον χρόνο που μπορεί να διαθέσει.

Το πακέτο χρησιμοποιήθηκε πιλοτικά για τη διδασκαλία της ενότητας της γενετικής σε 4 τμήματα της Γ΄ Γυμνασίου σε αστικό Γυμνάσιο κατά το σχολικό έτος 2015-2016 (μεταξύ Δεκεμβρίου και Μαΐου). Με το εργαστήριο πληροφορικής να χρησιμοποιείται 26 ώρες την εβδομάδα για τα 13 τμήματα του σχολείου, το εργαστήριο πληροφορικής χρησιμοποιήθηκε μόνο για 2 διδακτικές ώρες. Το Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών χρησιμοποιήθηκε κάθε φορά που το σενάριο προέβλεπε την πραγματοποίηση κάποιας εργαστηριακής άσκησης ή πρακτικής δραστηριότητας, ενώ κάποια από τα παιχνίδια ρόλων πραγματοποιήθηκαν στην αυλή του σχολείου. Όλες τις υπόλοιπες φορές η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε στην καθημερινή αίθουσα διδασκαλίας, όπου ο φορητός υπολογιστής της διδάσκουσας συνδεόταν με τον βιντεοπροβολέα που υπήρχε εγκατεστημένος στην αίθουσα. Κάποιες δραστηριότητες πραγματοποιήθηκαν στην ολομέλεια και κάποιες σε ομάδες. Οι ομάδες ήταν κατά κύριο λόγο διμελείς, δηλαδή κυρίως λόγω χρονικού περιορισμού οι μαθητές εργάζονταν σε δυάδες, έτσι όπως κάθονταν στα θρανία τους, όμως οι εργαστηριακές και οι πρακτικές δραστηριότητες υλοποιήθηκαν σε ομάδες των 4-5 ατόμων.

Για την αξιολόγηση του διδακτικού πακέτου χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια αξιολόγησης αλλά και ερωτηματολόγια γνώσεων γενετικής. Τα ερωτηματολόγια αξιολόγησης του πακέτου δόθηκαν στο τέλος της διδασκαλίας της ενότητας στους μαθητές που διδάχτηκαν με τη χρήση του πακέτου. Το ερωτηματολόγιο γνώσεων δόθηκε στους μαθητές που θα διδάσκονταν γενετική με τη χρήση του πακέτου (πειραματική ομάδα) πριν την έναρξη της διδασκαλίας της ενότητας της γενετικής τον Δεκέμβριο. Το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε και σε μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου ενός άλλου σχολείου της ίδιας περιοχής, που θα διδάσκονταν την ενότητα της γενετικής με τον παραδοσιακό τρόπο (ομάδα ελέγχου), ώστε να επιβεβαιωθεί ότι αρχικά οι δύο ομάδες ήταν ισότιμες ως προς τις γνώσεις τους σε έννοιες, φαινόμενα και διαδικασίες, που θα προσεγγίζονταν στην ενότητα της γενετικής. Το ερωτηματολόγιο δεν επιστράφηκε στους μαθητές, διασφαλίζοντας ότι δεν θα ήταν διαθέσιμο σε αυτούς κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Με τη λήξη της διδασκαλίας της ενότητας τον Μάιο δόθηκε ξανά το ερωτηματολόγιο στις δύο ομάδες, ώστε να συγκριθούν οι βαθμολογίες κάθε ομάδας χωριστά στη δοκιμασία γνώσεων πριν την έναρξη της διδασκαλίας της γενετικής και μετά την ολοκλήρωσή της. Έπειτα, έγινε σύγκριση των βαθμολογιών και των δύο ομάδων στο ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν τον Μάιο.

## **Αποτελέσματα**

Στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης που δόθηκε στους μαθητές μετά το πέρας της διδασκαλίας της ενότητας της γενετικής με ανώτατη βαθμολογία το 5 βαθμολόγησαν κατά μέσο όρο τα φύλλα εργασίας, το πολυμεσικό υλικό, τις πρακτικές δραστηριότητες, τις εργαστηριακές ασκήσεις και τη διδασκαλία συνολικά με 4,44, 3,86, 4,11, 4,51 και 4,71 αντίστοιχα. Επίσης, στην πλειονότητά τους έδωσαν βαθμολογίες 4 ή 5 επιμέρους αλλά και συνολικά (Πίνακας 1).

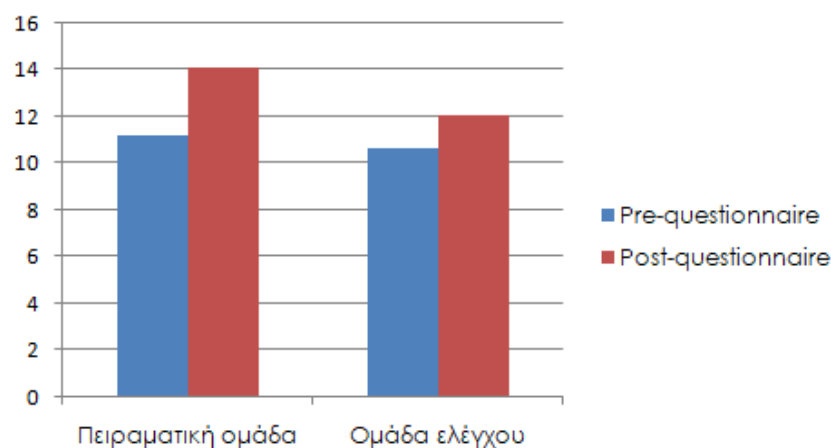
	N	Συχνότητα	Ποσοστό %	Μέσος όρος 1= πολύ κακό, 5= πολύ καλό	SD
Φύλλα εργασίας	87	84	96,6	4,44	0,564
Πολυμεσικό υλικό	81	56	64,4	3,86	0,848
Πρακτικές δραστηριότητες	81	66	75,9	4,11	0,689
Εργαστηριακές ασκήσεις	84	79	90,8	4,51	0,685
Συνολική αποτίμηση	87	82	94,2	4,71	0,569

Πίνακας 1 Συχνότητες και ποσοστά μαθητών που βαθμολόγησαν με 4 ή 5 στην ερώτηση 1, μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις

Αναφορικά με τα ερωτηματολόγια γνώσεων γενετικής η ελάχιστη θεωρητικά βαθμολογία που θα μπορούσε να πετύχει κανείς ήταν 0 και η μέγιστη 20. Ο μέσος όρος των σκορ των μαθητών της ομάδας ελέγχου τον Δεκέμβριο ήταν 10,70 και της πειραματικής ομάδας 11,18. Το t-test έδειξε ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ( $t = 1,671$ ,  $df = 116,532$ ,  $p = 0,097$ ). Τον Μάιο ο μέσος όρος των σκορ των μαθητών της ομάδας ελέγχου ήταν 12,10 και της πειραματικής ομάδας 14,15. Φαίνεται ότι και στις δύο ομάδες παρατηρήθηκε αύξηση στο σκορ τους μεταξύ Δεκεμβρίου και Μαΐου ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας της ενότητας της γενετικής. Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική και στην ομάδα έλεγχου ( $t = 3,443$ ,  $df = 53,369$ ,  $p = 0,001 < 0,005$ ) και στην πειραματική ομάδα ( $t = 7,044$ ,  $df = 181$ ,  $p = 0,00 < 0,001$ ). Η αύξηση του σκορ ήταν μεγαλύτερη στην πειραματική ομάδα (μέσος όρος = 14,15) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (μέσος όρος = 12,10) και το t-test έδειξε ότι η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική ( $t = 3,86$ ,  $df = 134$ ,  $p = 0,00 < 0,001$ ). Τα παραπάνω αναπαρίστανται στον Πίνακα 2 και την Εικόνα 1.

	Πειραματική ομάδα			Ομάδα ελέγχου		
	N	M.O.	SD	N	M.O.	SD
Pre-questionnaire	96	11,18	2,887	57	10,70	0,706
Post-questionnaire	87	14,15	3,075	49	12,10	2,771

Πίνακας 2 Μέσοι όροι της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στη δοκιμασία γνώσεων πριν την έναρξη της διδασκαλίας της ενότητας της γενετικής τον Δεκέμβριο και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας τον Μάιο



Εικόνα 1 Μέσοι όροι της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας

## Συμπεράσματα

Το γεγονός ότι το διδακτικό πακέτο αξιολογήθηκε θετικά από τους μαθητές που διδάχτηκαν με αυτό μετά το πέρας της διδασκαλίας της ενότητας της γενετικής αλλά και τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια γνώσεων ,που μοιράστηκαν πριν και μετά τη διδασκαλία στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα, μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το διδακτικό πακέτο δύναται να λειτουργήσει συμπληρωματικά με το σχολικό εγχειρίδιο και να διευκολύνει τη διδασκαλία και μάθηση της ενότητας της γενετικής της βιολογίας Γ΄ γυμνασίου.

## Βιβλιογραφία

- Γιασεμής, Η. (2011). *Μελέτη γνώσεων και στάσεων μαθητών λυκείου έναντι θεμάτων βιοτεχνολογίας και γενετικής* [Διδακτορική διατριβή]. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Κουμπάρου, Ε., Κυριακούδη, Μ., & Αθανασίου, Κ. (2011). Εξέλιξη των ιδεών των Ελλήνων μαθητών για τη γενετική και την κληρονομικότητα. Στο Γ. Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης (επιμ.), *Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σελ. 414-421.
- Παπαδέλη, Ε., Τσακίριδου, Ε., & Μαυρικάκη, Ε. (2015). Μελέτη γνώσεων γενετικής μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: Πρώτα αποτελέσματα. Στο Α. Πολύζος, Δ. Σχίζας, Π. Στασινάκης και Γ. Βαρδακώστας (επιμ.). *Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»*, σελ. 196-205.
- Cisterna, D., Williams, M., & Merritt, J. (2013). Students' understanding of cells & heredity: Patterns of understanding in the context of a curriculum implementation in fifth & seventh grades. *The American Biology Teacher*, 75 (3), 178-184.
- Kiliç, D., Taber, K.S., & Winterbottom, M. (2016). A cross-national study of students' understanding of genetics concepts: Implications from similarities and differences in England and Turkey, *Education Research International*, 16, 1-14.
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Chromosomes: the missing link Young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Education*, 34 (4), 189-199.

- Lewis, J. & Wood-Robinson, L. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2), 177-195.
- Mor, Y., & Craft, B. (2012). Learning design: reflections on a snapshot of the current landscape. *Research in Learning Technology*, 20, 85-94.
- Newman, D.L., Catavero, C., & Wright, L.K. (2012). Students fail to transfer knowledge of chromosome structure to topics pertaining to cell division. *CBE - Life Sciences Education*, 11, 425-436.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., & Leach, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cell of an organism. *Journal of Biological Education*, 35 (1), 29-36.



## Εξ αποστάσεως διδασκαλία μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: Διερεύνηση απόψεων φοιτητών δύο ελληνικών Πανεπιστημίων

**Κατερίνα Σάλτα<sup>1</sup>, Κατερίνα Πασχαλίδου<sup>1</sup>, Μαρία Τσέτσερη<sup>2</sup>, Διονύσιος Κουλουγλιώτης<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>2</sup>Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>3</sup>Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι απόψεις φοιτητών για την εξ αποστάσεως διδασκαλία μαθημάτων Φυσικών Επιστημών που επιβλήθηκε λόγω της πανδημίας COVID-19 την άνοιξη του 2020. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με 160 φοιτητές δύο ελληνικών Πανεπιστημίων. Η ανάλυση περιεχομένου των γραπτών απαντήσεων των φοιτητών ανέδειξε τρεις κατηγορίες απόψεων: θετικές, αρνητικές και μικτές, καθώς και εννέα παράγοντες που συνδέονται με αυτές. Με διασταυρούμενη στατιστική ανάλυση βρέθηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των απόψεων των φοιτητών και του Πανεπιστημίου, του Τμήματος καθώς και του εξαμήνου φοίτησης.

**Λέξεις κλειδιά:** Εξ αποστάσεως διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, Τριτοβάθμια εκπαίδευση, Πανδημία COVID-19, Απόψεις φοιτητών

## Distance education of science courses in tertiary education: Investigation of students' views in two Greek universities

**Katerina Salta<sup>1</sup>, Katerina Paschalidou<sup>1</sup>, Maria Tsetseri<sup>2</sup>, Dionysios Koulougliotis<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>2</sup>Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>3</sup>Department of Environment, Ionian University*

### Abstract

This work examines university students' views with regard to distance education of science courses which was imposed due the sudden upsurge of the COVID-19 pandemic during spring 2020. The study involved 160 students of two Greek universities. Content analysis of students' views led to their organization in three categories namely positive, negative and mixed views and gave rise to nine distinct related factors. Statistical analysis via cross tabulation ( $\chi^2$  – test) provided evidence for a statistically significant relationship between the

views' categories and three demographic variables namely the institution, the academic department and the semester of study.

**Keywords:** Distance education of science courses, Tertiary education, COVID-19 pandemic, University students' views

## Εισαγωγή

Τον Μάρτιο του 2020, η Ελλάδα βρέθηκε στο επίκεντρο της πανδημίας που προκλήθηκε από τον κορωνοϊό SARS-CoV-2 (ασθένεια με την ονομασία COVID-19), η οποία οδήγησε στην υιοθέτηση διαφόρων μέτρων κοινωνικής απόστασης και αυτοαπομόνωσης και ως εκ τούτου σε απότομη μετάβαση από την παραδοσιακή πρόσωπο με πρόσωπο εκπαίδευση στο αμφιθέατρο ή στο εργαστήριο σε ένα διαδικτυακό (σύγχρονο ή ασύγχρονο) μαθησιακό περιβάλλον σε όλα τα ελληνικά πανεπιστήμια. Η μετάβαση από την παραδοσιακή στην online εξ αποστάσεως εκπαίδευση επηρεάζει διάφορες πτυχές των εκπαιδευτικών πρακτικών (Luo et al., 2017) και δημιουργεί πολλές προκλήσεις ειδικά για τις εργαστηριακές δραστηριότητες των Φυσικών Επιστημών, καθώς απαιτούν διαφορετική προσέγγιση σε σύγκριση με τα παραδοσιακά μαθήματα (Crippen et al., 2013· Qiang, et al., 2020). Δεν είναι σίγουρο αν τα πανεπιστήμια σε όλες τις χώρες ήταν επαρκώς εξοπλισμένα για αυτή τη μετάβαση, όσον αφορά την πρόσβαση στην τεχνολογία, τα διαθέσιμα τεχνολογικά εργαλεία καθώς και το πρόγραμμα σπουδών (Dillon & Anraamidou, 2020). Η ποιότητα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και το επίπεδο μάθησης μπορεί, επίσης, να επηρεαστούν από εξαιρετικές καταστάσεις, όπως η πανδημία, και με τη σειρά τους να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας (Göksu et al., 2021).

Αν και η εξ αποστάσεως διδασκαλία είναι μια ευέλικτη μέθοδος που μπορεί να προσαρμοστεί στον χρόνο και στον τόπο, σύγχρονα, ασύγχρονα και υβριδικά (Liu, 2012), δεν κατάφερε ακόμη να αντισταθμίσει την έλλειψη κοινωνικής αλληλεπίδρασης και την πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία (Göksu et al., 2021· Salta et al., 2022). Αυτό το μειονέκτημα μπορεί να συνδυαστεί με το άγχος και τον φόβο που προκαλούνται από καταστροφές όπως η πανδημία COVID-19 και οδηγεί σε αυξημένη ανησυχία των ατόμων (Göksu et al., 2021). Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι η έλλειψη κοινωνικής παρουσίας στο διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον οδηγεί στην ανάπτυξη μιας αίσθησης απομόνωσης, η οποία αποτελεί βασικό στοιχείο για το υψηλό ποσοστό εγκατάλειψης της διαδικτυακής μάθησης (Luo et al., 2017).

Κατά την υλοποίηση της εξ αποστάσεως διδασκαλίας ο ρόλος των αλληλεπιδράσεων τόσο των εκπαιδευόμενων μεταξύ τους όσο και μεταξύ εκπαιδευόμενου και εκπαιδευτή αποκτά κεντρική σημασία (Palloff & Pratt, 2007· Salta et al., 2022). Επιπλέον, τα εξ αποστάσεως μαθησιακά περιβάλλοντα (ιδιαίτερα τα ασύγχρονα) απαιτούν επίδειξη μεγαλύτερης υπευθυνότητας και ικανότητας αυτορρύθμισης από την πλευρά των εκπαιδευόμενων, δεδομένου ότι οι εκπαιδευόμενοι με αυτή την ικανότητα αναλαμβάνουν πιο αποτελεσματικά τον έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας αναπτύσσοντας κατάλληλες μεταγνωστικές στρατηγικές, όπως σχεδιασμός, αυτόοργάνωση και διατήρηση του κινήτρου για

μάθηση (Kauffman, 2015). Διάφορα εμπόδια τα οποία σχετίζονται με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία, όπως μεταξύ άλλων ζητήματα επικοινωνίας, απομόνωσης, φροντιστηριακής βοήθειας, εργαστηριακής ενασχόλησης, πρόσβασης σε διδακτικό υλικό καθώς και θέματα καθαρά τεχνικής φύσης, όπως η ανάγκη για τεχνική βοήθεια, οι ελλειπείς ψηφιακές δεξιότητες των εμπλεκομένων ή ακόμα και η πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας σύνδεση στο διαδίκτυο (Dietrich et al., 2020).

Η διερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών και φοιτητών κατά τη διάρκεια της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης μπορεί να προσδιορίσει τις συνθήκες για τη δέσμευσή τους στην εννοιολογική μάθηση (Sung et al., 2021). Οι εμπειρίες των φοιτητών διαφέρουν ανάλογα με το είδος των σπουδών τους όταν πρόκειται για εξ αποστάσεως εκπαίδευση και αυτή η διαφορά μπορεί να ενταθεί και κατά τη διάρκεια μιας πανδημίας, που περιλαμβάνει εμπειρίες απαγόρευσης κυκλοφορίας, κοινωνικής απομόνωσης, άγχους, κατάθλιψης, άγχους και αβεβαιότητας (Göksu et al., 2021; Yang et al., 2021). Παρόλο που μελέτες έχουν επικεντρωθεί στις εμπειρίες και τα ψυχολογικά αποτελέσματα φοιτητών σε διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης (Lazarevic & Bentz, 2020; Ramlo, 2016), σύμφωνα με τις γνώσεις μας δεν υπάρχει ανάλογη μελέτη των απόψεων Ελλήνων φοιτητών.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των απόψεων φοιτητών για τη μετάβαση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση και της επίδρασης της έμφασης του προγράμματος σπουδών στην επιστήμη και στην τεχνολογία στις απόψεις φοιτητών τριών διαφορετικών Τμημάτων με διαφορετική έμφαση (Τμήμα Χημείας, Τμήμα Περιβάλλοντος και Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων). Το ερευνητικό ερώτημα που καθοδηγεί την παρούσα έρευνα είναι το παρακάτω: *Ποιες είναι οι απόψεις φοιτητών για την εξ αποστάσεως διδασκαλία μαθημάτων Φυσικών Επιστημών, που επιβλήθηκε ξαφνικά λόγω των έκτακτων συνθηκών της πανδημίας του κορωνοϊού SARS-CoV-2 (COVID-19);*

## Μεθοδολογία

Για την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω Google Forms από γραπτές αποκρίσεις φοιτητών σε μία ερώτηση ανοιχτού τύπου, που τους ζητούσε να εκφράσουν τις σκέψεις τους για την υποχρεωτική μετάβαση (εξαιτίας της πανδημίας του COVID-19) από την εκπαίδευση με φυσική παρουσία στο Πανεπιστήμιο στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 160 φοιτητές του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ) και του Ιονίου Πανεπιστημίου (ΙΠ), εκ των οποίων 155 προπτυχιακοί από τα Τμήματα: Χημείας ΕΚΠΑ (87), Περιβάλλοντος ΙΠ (24) & Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων ΙΠ (43), ενώ 1 φοιτητής του ΙΠ παρέλειψε να αναφέρει Τμήμα φοίτησης) και 5 μεταπτυχιακοί στο ΔΠΜΣ «Διδακτική της Χημείας, Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες και Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη» (ΕΚΠΑ).

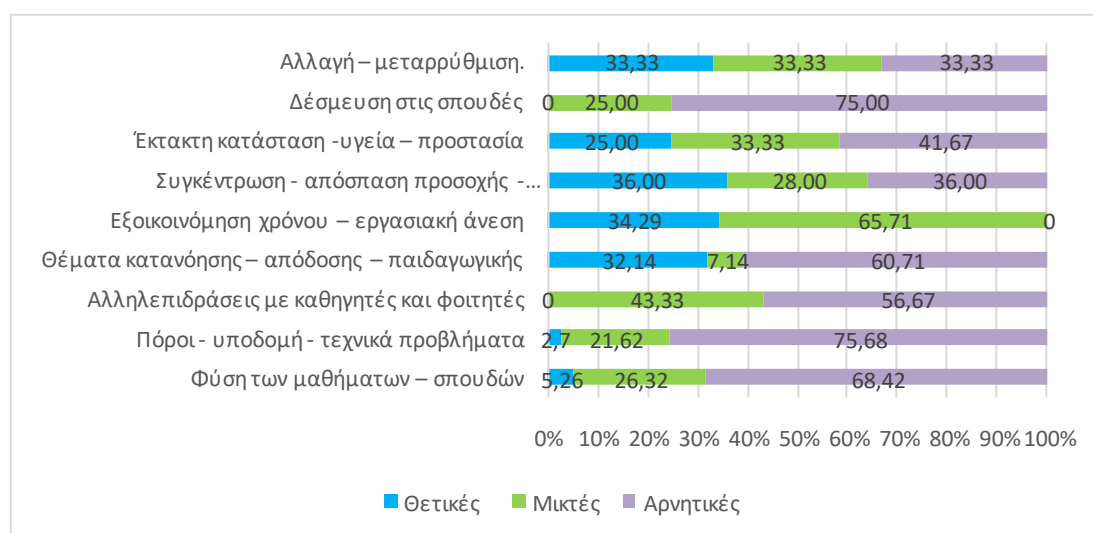
Η μεθοδολογία για την ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε αρχικά στις αρχές της ανάλυσης περιεχομένου, σύμφωνα με την οποία αναζητούνται κατηγορίες που να θεμελιώνονται από τα δεδομένα με σκοπό την διερεύνηση του υπό μελέτη θέματος με ανοιχτή και αξονική κωδικοποίηση των απαντήσεων των

συμμετεχόντων (Miles & Huberman, 1994). Κατά την ανάλυση, οι συγγραφείς ανεξάρτητα διάβασαν τα κείμενα και τόνισαν εκφράσεις που έδειχναν θετικές ή αρνητικές απόψεις των φοιτητών. Από τις εκφράσεις αυτές (δεδομένα) αναδύθηκαν οι εννέα κατηγορίες (παράγοντες) με τους συγγραφείς να συζητούν τις μεταξύ τους διαφορές κατά τη διαδικασία της κατηγοριοποίησης μέχρι να επιτευχθεί πλήρης συμφωνία, ώστε να θεμελιωθεί η εγκυροποίηση της διαδικασίας.

Κατόπιν, διενεργήθηκε στατιστική ανάλυση των βασικών κατηγοριών που προέκυψαν από την κωδικοποίηση. Η στατιστική ανάλυση περιλάμβανε τη διενέργεια διασταυρούμενης ανάλυσης μέσω του ελέγχου  $\chi^2$  του Pearson, προκειμένου να διερευνηθεί η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των απόψεων των φοιτητών (θετικές, αρνητικές, μικτές) και των παρακάτω πέντε δημογραφικών χαρακτηριστικών: Φύλο, Εξάμηνο φοίτησης, Πανεπιστημιακό Ίδρυμα, Πανεπιστημιακό Τμήμα, Επίπεδο προγράμματος σπουδών. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε μέσω του στατιστικού πακέτου SPSSv.26.

## Αποτελέσματα

Από την κωδικοποίηση των δεδομένων αναδείχθηκαν τρεις βασικές κατηγορίες απόψεων των φοιτητών για το θέμα της μελέτης και συγκεκριμένα *θετικές, αρνητικές* και *μικτές*, καθώς και οι παρακάτω εννέα παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με τις απόψεις των φοιτητών (Σχήμα 1). Κατά την πρώτη φάση της κωδικοποίησης, οι απαντήσεις των φοιτητών ταξινομήθηκαν ανάλογα με το αν αναφέρουν μόνο θετικά σημεία της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών σε συνθήκες της πανδημίας COVID-19 ως θετικές (32), αν διατυπώνουν μόνο αρνητικά σχόλια ως αρνητικές (89) και αν διατυπώνουν και θετικά και αρνητικά σχόλια ως μικτές (39).



Σχήμα 1 Ποσοστά θετικών, αρνητικών και μικτών απόψεων ανά παράγοντα

Στη δεύτερη φάση της κωδικοποίησης αναδείχθηκαν εννέα παράγοντες. Ο παράγοντας που εμφανίζεται στις περισσότερες απαντήσεις των φοιτητών (38)

αφορά στην *φύση των μαθημάτων – σπουδών*, με 2 απαντήσεις να απηχούν θετικές απόψεις: «... ορισμένα μαθήματα που απαιτούν τη χρήση υπολογιστή για τη διεξαγωγή τους διδάσκονται καλύτερα μέσω διαδικτυακών διαλέξεων», 26 αρνητικές: «...Τα μαθήματα της κατεύθυνσής μου είναι κυρίως πρακτικά γι' αυτό η διδασκαλία εξ αποστάσεως είναι ανεπαρκής...» και 10 να εκφράζουν μαζί αρνητική και θετική άποψη (μικτές): «Ο βαθμός αλληλεπίδρασης που επέτρεπαν αυτές οι πλατφόρμες ήταν αρκετός έτσι ώστε να καλύπτονται οι απορίες των φοιτητών...ωστόσο απομένει το ζωτικής σημασίας ζήτημα των εργαστηριακών μαθημάτων, κάποια από τα οποία υποβαθμίζονται σε απλή παρακολούθηση μέσω βιντεοσκόπησης, ακυρώνοντας ουσιαστικά τον πρακτικό χαρακτήρα του μαθήματος». Ακολουθεί ο παράγοντας *πόροι - υποδομή - τεχνικά προβλήματα* με συνολικά 37 απαντήσεις εκ των οποίων 1 αντιστοιχεί σε θετική άποψη, 28 σε αρνητικές και 8 σε μικτές απόψεις. Τρίτος παράγοντας (30 απαντήσεις) αναδείχθηκε αυτός που είναι σχετικός με τις *αλληλεπιδράσεις με καθηγητές και φοιτητές*, ο οποίος συνδέεται με 17 απαντήσεις που εκφράζουν αρνητικές απόψεις και 13 μικτές. Ακολουθεί ο παράγοντας *θέματα κατανόησης – απόδοσης – παιδαγωγικής* που εμφανίζεται σε 9 απαντήσεις που εκφράζουν θετικές απόψεις, 17 αρνητικές και 2 μικτές δηλαδή σε συνολικά 28 απαντήσεις. Πέμπτος συχνότερος παράγοντας (25 απαντήσεις) είναι η *εξοικονόμηση χρόνου – εργασιακή άνεση*, ο οποίος συνδέεται με 12 θετικές και 13 μικτές απόψεις, έκτος η *συγκέντρωση - απόσπαση προσοχής - αυτορρύθμιση* συνδεόμενος με ισάριθμες θετικές και αρνητικές απόψεις (9) και 7 μικτές. Ακολουθεί, η *έκτακτη κατάσταση - υγεία - προστασία* που βρίσκεται σε 6 θετικές, 10 αρνητικές και 8 μικτές απόψεις. Όγδοος παράγοντας είναι η *δέσμευση στις σπουδές* που αναδεικνύεται σε 6 αρνητικές και 2 μικτές απόψεις και ένατος (σε 6 συνολικά απαντήσεις) η *αλλαγή – μεταρρύθμιση* που αναδεικνύεται σε ισάριθμες θετικές, αρνητικές και μικτές απόψεις φοιτητών.

Μεταβλητές		Απόψεις Φοιτητών			Σύνολο	$\chi^2$	df	p
		Αρνητικές	Θετικές	Μικτές				
Πανεπιστημιακό Ίδρυμα	ΕΚΠΑ	38	25	29	92	18,087	2	< 0,001
	Ιόνιο	51	7	10	68			
Πανεπιστημιακό Τμήμα	Περιβάλλοντος	16	5	3	24	24,827	6	< 0,001
	Τροφίμων	35	2	6	43			
	Χημείας	38	25	29	92			
	Κανένα	0	0	1	1			
Επίπεδο Προγράμματος Σπουδών	Μεταπτυχιακό	1	1	3	5	3,865	2	0,145
	Προπτυχιακό	88	31	36	155			
Εξάμηνο Φοίτησης	2ο	32	4	15	51	22,955	8	< 0,05
	4ο	24	3	8	35			
	6ο	16	7	4	27			
	8ο	11	11	10	32			
	8ο+	6	7	2	15			
Φύλο	Άνδρας	30	8	10	48	1,316	2	0,518
	Γυναίκα	59	24	29	112			
Σύνολο		89	32	39	160			

Πίνακας 1 Απόψεις φοιτητών για την εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών σε συνθήκες της πανδημίας COVID-19 σε σχέση με δημογραφικές μεταβλητές

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται τα % ποσοστά των απόψεων που συνδέονται με τον κάθε παράγοντα. Φαίνεται ότι πέντε παράγοντες αναδεικνύονται μέσα από απόψεις οι οποίες κατηγοριοποιούνται ως αρνητικές (και συγκεκριμένα οι παράγοντες: *δέσμευση στις σπουδές, θέματα κατανόησης-απόδοσης-παιδαγωγικής, αλληλεπιδράσεις με καθηγητές και φοιτητές, πόροι-υποδομή-τεχνικά προβλήματα, φύση των μαθημάτων-σπουδών*), ένας (*εξοικονόμηση χρόνο-εργασιακή άνεση*) αναδείχθηκε μέσα από απόψεις οι οποίες κατηγοριοποιούνται είτε ως «αμιγώς» θετικές είτε ως μικτές (και καθόλου ως αρνητικές) και τέλος τρεις παράγοντες έλαβαν περίπου παρόμοια ποσοστά θετικών, αρνητικών και μικτών απόψεων (και συγκεκριμένα οι παράγοντες: *αλλαγή-μεταρρύθμιση, έκτακτη κατάσταση-υγεία-προστασία, συγκέντρωση-απόσπαση προσοχής-αυτορρύθμιση*).

Στη συνέχεια οι τρεις κατηγορίες απόψεων των φοιτητών εξετάστηκαν σε σχέση με δημογραφικές μεταβλητές με στατιστικές μεθόδους και συγκεκριμένα με τη διενέργεια διασταυρούμενης ανάλυσης και χρησιμοποιώντας το κριτήριο  $\chi^2$  για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 και δείχνουν στατιστικά σημαντική σχέση (σε επίπεδο σημαντικότητας τουλάχιστον 95%) μεταξύ των απόψεων των φοιτητών και τριών μεταβλητών, οι οποίες αναφέρονται στο Ίδρυμα, στο Τμήμα και στο Εξάμηνο φοίτησης, ενώ δεν παρατηρήθηκε κάποια στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το φύλο.

## Συμπεράσματα

Οι απόψεις των φοιτητών σε σχέση με την εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών διαφοροποιούνται μεταξύ των δύο Πανεπιστημιακών Ιδρυμάτων με εκείνες των φοιτητών του Ιονίου Πανεπιστημίου (και των δύο αντίστοιχων Τμημάτων) να είναι στατιστικά περισσότερο αρνητικές σε σχέση με αυτές των φοιτητών του ΕΚΠΑ. Αυτό το εύρημα είναι πιθανό να σχετίζεται με τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των δύο Ιδρυμάτων, τα οποία αφορούν για παράδειγμα το μέγεθος, τη γεωγραφική τοποθεσία ή τις υποδομές. Για παράδειγμα, οι φοιτητές ενός μικρού περιφερειακού Πανεπιστημίου (όπως είναι το Ιόνιο Πανεπιστήμιο) αναμένεται να έχουν πιο ισχυρές αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους όσο και με τους διδάσκοντες, γεγονός το οποίο διαταράχθηκε κατά την απότομη διακοπή της πρόσωπο με πρόσωπο εκπαίδευσης και δεν αντισταθμίστηκε επαρκώς κατά την εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

Η φύση του αντικειμένου των σπουδών φαίνεται να επηρεάζει τις απόψεις φοιτητών. Συγκεκριμένα, παρατηρείται πως όσο μεγαλύτερη έμφαση έχει το πρόγραμμα σπουδών στην τεχνολογία και στην εργαστηριακή εκπαίδευση (όπως για παράδειγμα εκείνο του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων), τόσο πιο αρνητικές είναι οι απόψεις των φοιτητών.

Επιπλέον, ανεξάρτητα από το Ίδρυμα ή το Τμήμα φοίτησης, οι φοιτητές πιο προχωρημένων εξαμήνων φαίνονται να διαθέτουν πιο θετικές απόψεις αναφορικά με την εξ αποστάσεως διδασκαλία σε σχέση με εκείνους που διαθέτουν νεότερη ακαδημαϊκή ηλικία. Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες οι οποίες έδειξαν ότι οι εκπαιδευόμενοι μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο πιθανό να συμμετάσχουν πιο ενεργά σε μια διαδικτυακή κοινότητα μάθησης (Ruthotto et al.,

2020). Επίσης, η έρευνα υποδεικνύει ότι οι πιο έμπειροι εκπαιδευόμενοι τείνουν να έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στην ικανότητά τους να εμπλέκονται στη μάθηση σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον και να αντιλαμβάνονται καλύτερα τι απαιτείται προκειμένου να επιτύχουν σε ένα μάθημα (Kaufmann, 2015; Palmer & Holt, 2009). Τέλος, οι φοιτητές προχωρημένων εξαμήνων είναι πιθανόν να έχουν μεγαλύτερη ευελιξία στην υιοθέτηση εναλλακτικών μεθόδων για την επίτευξη των ακαδημαϊκών τους στόχων, δεδομένου ότι έχουν μεγαλύτερη ανάγκη σε σχέση με τους νεότερους (ακαδημαϊκά) συναδέλφους τους να ολοκληρώσουν τις σπουδές τους και να εισέλθουν στην αγορά εργασίας.

Το φύλο των φοιτητών δεν φαίνεται να είναι ένας παράγοντας που συσχετίζεται με τις απόψεις τους για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Αυτό το γεγονός είναι σύμφωνο με προηγούμενες μελέτες, οι οποίες αφορούν στα κίνητρα μάθησης Φυσικών Επιστημών και οι οποίες υποδεικνύουν γενικά μια μικρή επίδραση του φύλου (Salta & Koulougliotis, 2020).

Η ευελιξία του χρόνου μελέτης είναι μία από τις πτυχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που αποτιμούν θετικά οι φοιτητές του δείγματός μας αλλά και άλλων ερευνών (Lall & Singh, 2020) και μπορεί να αξιοποιηθεί στον σχεδιασμό πιο αποτελεσματικών μεθόδων και διδακτικών προσεγγίσεων αναφορικά με τη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση.

Τέλος, αρνητικές αντιλήψεις που αφορούν στην υλικοτεχνική υποδομή και τις παιδαγωγικές μεθόδους καθώς και συναισθήματα, έχουν συσχετισθεί με αρνητικά κίνητρα μάθησης και μειωμένη συχνότητα παρακολούθησης της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Göksu et al., 2021) και δεν μπορούν να αγνοούνται από τους εκπαιδευτικούς σχεδιασμούς.

## Βιβλιογραφία

- Crippen, K. J., Archambault, L. M., & Kern, C. L. (2013). The nature of laboratory learning experiences in secondary science online. *Research in Science Education*, 43(3), 1029-1050. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9301-6>
- Dillon, J., & Avraamidou, L. (2021). Towards a viable response to COVID-19 from the science education community. *Association for Science Education Journal*, 11, 40-45. [11].
- Dietrich, N., Kentheswaran, K., Ahmadi, A., Teychené, J., Bessière, Y., Alfenore, S., et al. (2020). Attempts, Successes, and Failures of Distance Learning in the Time of COVID-19. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2448–2457. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00717>
- Göksu, İ., Ergün, N., Özkan, Z., & Sakız, H. (2021). Distance education amid a pandemic: Which psycho-demographic variables affect students in higher education?. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(6), 1539-1552. <https://doi.org/10.1111/jcal.12544>
- Kauffman, H. (2015). A review of predictive factors of student success in and satisfaction with online learning. *Research in Learning Technology*, 23, 26507. <https://doi.org/10.3402/rlt.v23.26507>
- Lall, S., & Singh, N. (2020). COVID-19: Unmasking the new face of education. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(1), 48–53. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11iSPL1.212>
- Lazarevic, B., & Bentz, D. (2020). Student perception of stress in online and face-to-face learning: The exploration of stress determinants. *American Journal of Distance Education*, 35(1), 2–15. <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1748491>

- Liu, O. L. (2012). Student evaluation of instruction: In the new paradigm of distance education. *Research in Higher Education*, 53(4), 471–486. <https://doi.org/10.1007/s11162-011-9236-1>
- Luo, N., Zhang, M., & Qi, D. (2017). Effects of different interactions on students' sense of community in e-learning environment. *Computers & Education*, 115, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.006>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2007). *Building online learning communities: Effective strategies for the virtual classroom*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Palmer, S. R., & Holt, D. M. (2009). Examining student satisfaction with wholly online learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(2), 101-113. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2008.00294.x>
- Qiang, Z., Obando, A. G., Chen, Y., & Ye, C. (2020). Revisiting distance learning resources for undergraduate research and lab activities during COVID-19 pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3446-3449. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00609>
- Ramlo, S. E. (2016). Students' views about potentially offering physics courses online. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 489-496. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9608-6>
- Ruthotto, I., Kreth, Q., Stevens, J., Trively, C., & Melkers, J. (2020). Lurking and participation in the virtual classroom: The effects of gender, race, and age among graduate students in computer science. *Computers & Education*, 151, 103854. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103854>
- Salta, K., & Koulougliotis, D. (2020). Domain specificity of motivation: chemistry and physics learning among undergraduate students of three academic majors. *International Journal of Science Education*, 42(2), 253-270. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1708511>
- Salta, K., Paschalidou, K., Tsetseri, M., & Koulougliotis, D. (2022). Shift from a Traditional to a Distance Learning Environment during the COVID-19 Pandemic. *Science & Education*, 31(1), 93-122. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00234-x>
- Sung, S. H., Li, C., Huang, X., & Xie, C. (2021). Enhancing distance learning of science—Impacts of remote labs 2.0 on students' behavioural and cognitive engagement. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(6), 1606-1621. <https://doi.org/10.1111/jcal.12600>
- Yang, X., Zhang, M., Kong, L., Wang, Q., & Hong, J. C. (2021). The effects of scientific self-efficacy and cognitive anxiety on science engagement with the “question-observation-doing-explanation” model during school disruption in COVID-19 pandemic. *Journal of Science Education and Technology*, 30(3), 380-393. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09877-x>



**Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021**

**9:30 – 11:30**

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.4**

**ΔΙΔΑΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ  
ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ**

**ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ**

## Τα επιχειρήματα μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ανακύκλωση των υλικών: Επίδραση των κινήτρων των μαθητών

**Λεμονιά Αντώνογλου<sup>1</sup>, Κατερίνα Σάλτα<sup>2</sup>, Διονύσιος Κουλουγλιώτης<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, <sup>2</sup>Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

### Περίληψη

Η επιχειρηματολογία αποτελεί «εργαλείο» για την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, λογικής συλλογιστικής, επικοινωνιακών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων από τους μαθητές. Η Πολιτιστική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας (CHAT) διαμορφώνει το πλαίσιο εντός του οποίου εξετάστηκε η επιχειρηματολογία μαθητών Α' Λυκείου για την ανακύκλωση των υλικών μέσα σε ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης μέσω διερεύνησης και η επίδραση σε αυτήν των κινήτρων τους για μάθηση Χημείας. Από την ανάλυση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών και του προφίλ των μαθητών ως προς τα κίνητρά τους προέκυψε ότι τα επιχειρήματα μαθητών με υψηλό επίπεδο κινήτρων είναι πιο ολοκληρωμένα.

**Λέξεις κλειδιά:** Επιχειρηματολογία, Κίνητρα μάθησης, Πολιτιστική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας, Τεχνολογικά υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα, Ανακύκλωση Υλικών

## Secondary school students' argumentation for materials' recycling: Effect of students' motivation

**Lemonia Antonoglou<sup>1</sup>, Katerina Salta<sup>2</sup>, Dionysios Koulougliotis<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Environment, Ionian University, <sup>2</sup>Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens

### Abstract

Argumentation is a "tool" for promoting the development of students' critical thinking, reasoning, communicative and metacognitive skills. In the present work, the Cultural Historical Activity Theory (CHAT) provides the theoretical framework for examining the arguments of 10<sup>th</sup> grade students with regard to materials' recycling as expressed via their interaction with an on-line learning environment based on inquiry. In addition, this study examined the relation between the level of the produced argumentation and students' motivation to learn chemistry. The analysis of the arguments' structure and the students' motivational profile showed that the more motivated students provided more sophisticated arguments.

**Keywords:** Argumentation, Learning Motivation, Cultural Historical Activity Theory, Technology Supported Learning Environments, Materials' recycling

## Εισαγωγή

### *Πολιτιστική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας (CHAT)*

Η Πολιτιστική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας (Cultural Historical Activity Theory, CHAT) χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, παρέχοντας στους ερευνητές μια θεωρητική βάση για την αιτιολόγηση του πλαισίου, το οποίο διαμεσολαβεί σε μια δραστηριότητα (Engeström, 2014· Nussbaumer, 2012· Jonassen & Rohrer-Murphy, 1999· Roth & Lee, 2007). Σύμφωνα με την CHAT, η διδασκαλία και η μάθηση των Φυσικών Επιστημών πραγματοποιείται μέσα σε ένα δυναμικό σύστημα αλληλεπιδράσεων, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει πολλά υποκείμενα (εκπαιδευτικός, μαθητές κ.α.), τα οποία εργάζονται για έναν κοινό σκοπό. Χρησιμοποιούν φυσικά και νοητικά εργαλεία και ακολουθούν τους κανόνες, που έχουν τεθεί στα πλαίσια της κοινότητας και του σχολείου (Engeström, 1999· 2014).

### *Επιχειρηματολογία*

Πριν δοθεί ένας ορισμός για την έννοια της «επιχειρηματολογίας» κρίνεται σκόπιμο να προσδιοριστεί το κεντρικό στοιχείο αυτής, δηλαδή το «επιχείρημα». Ως επιχείρημα μπορεί να θεωρηθεί μία σειρά λογικών προτάσεων που διατυπώνονται για να υποστηρίξουν μία θέση ή μία ένθερμη ανταλλαγή συγκλινουσών ή αντίθετων απόψεων. Στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και στους επιστημονικούς διαλόγους τα επιχειρήματα χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία δεδομένων και την τεκμηρίωση της εγκυρότητας ισχυρισμών γνώσης (Simon, 2008).

Ο Toulmin (1958) περιέγραψε πρώτος τη δομή ενός επιχειρήματος, ποια δηλαδή είναι τα απαραίτητα δομικά συστατικά ενός «ολοκληρωμένου» επιχειρήματος

Η επιχειρηματολογία ορίζεται ως «η δημιουργία απόψεων συνοδευόμενων από λόγους – επιχειρήματα υπέρ ή κατά ενός ισχυρισμού σε συνδυασμό με ερωτήσεις, επεξηγήσεις και διευκρινήσεις» και δεν είναι η στεγνή αντιπαράθεση ιδεών και απόψεων (Baker, 2003). Ειδικότερα για τις ΦΕ, η επιχειρηματολογία αποτελεί μία σύνθετη επιστημονική πρακτική, η οποία περιλαμβάνει την κατασκευή, την εξέταση και τη σύγκριση επιχειρημάτων (Moon et al., 2016).

Στην εκπαιδευτική έρευνα υπάρχει ένα ξεχωριστό ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση της επιχειρηματολογίας στην εκπαίδευση στις ΦΕ (Evagorou & Anraamidou, 2008· Moon et al., 2016· Osborne et al., 2001). Επιπλέον, επισημαίνεται ότι η ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας από τους μαθητές πρέπει να αποτελεί κεντρικό στόχο της εκπαίδευσης στις ΦΕ, διότι εμπλέκει τους μαθητές σε σύνθετες επιστημονικές πρακτικές, όπως η διατύπωση και η αιτιολόγηση ισχυρισμών (Berland & McNeill, 2010).

Στη διεθνή βιβλιογραφία από έρευνες στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας στους μαθητές αναδεικνύονται δύο λόγοι ενσωμάτωσής της στην εκπαίδευση (Duschl & Osborne, 2002· Osborne, 2010· Sandoval & Millwoold, 2005· Simon, 2008) α) η επιχειρηματολογία είναι κεντρική πρακτική για την επιστήμη και επομένως πρέπει να είναι στον πυρήνα της επιστημονικής

εκπαίδευσης και β) η κατανόηση των κανόνων της επιστημονικής επιχειρηματολογίας μπορεί να οδηγήσει στην κατανόηση των επιστημολογικών βάσεων της επιστημονικής πρακτικής.

Η πρόσφατη έρευνα δείχνει ότι όσες περισσότερες είναι οι ευκαιρίες για τους μαθητές για να συμμετάσχουν σε συλλογικές συζητήσεις και σε διαδικασίες επιχειρηματολογίας, τόσο περισσότερο ενισχύεται η εννοιολογική κατανόηση και η ανάπτυξη δεξιοτήτων και ικανοτήτων των μαθητών στην επιστημονική συλλογιστική.

#### *Μαθησιακά περιβάλλοντα τα οποία υποστηρίζουν την επιχειρηματολογία*

Τα τεχνολογικά υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα προσφέρουν μια σειρά από χαρακτηριστικά και δυνατότητες για τη διευκόλυνση της ενεργού μάθησης, την υποστήριξη της επιχειρηματολογίας από τους μαθητές με σκοπό τη βαθύτερη γνώση (Clark et al., 2007; Noroozi et al., 2012). Για παράδειγμα, η ενσωμάτωση εργαλείων επικοινωνίας (π.χ. Chat, Forum) και εργαλείων αναπαράστασης (π.χ. εννοιολογικοί χάρτες, εργαλεία δημιουργίας animation) βοηθούν τους μαθητές να εξωτερικεύουν τις ιδέες τους, να τις μοιραστούν και να παραμείνουν συγκεντρωμένοι στον στόχο τους, παρέχοντας σαφήνεια και συνοχή (Van Bruggen et. al., 2002). Επιπλέον, η χρήση εργαλείων αναζήτησης πληροφοριών και η δυνατότητα επαφής με το διαδίκτυο μπορούν να υποστηρίξουν και να ενθαρρύνουν τη συνεργατική μάθηση.

Στη διεθνή βιβλιογραφία παρουσιάζονται έρευνες οι οποίες απέδειξαν πως τα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μάθησης πλεονεκτούν σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, υποβοηθώντας την ανάπτυξη επιχειρηματολογίας από τους μαθητές (Marttunen & Laurinen, 2001; Weinberger & Fisher, 2006).

#### *Κίνητρα μάθησης*

Τα κίνητρα μάθησης αποτελούν μια σύνθετη πολυδιάστατη δομή που αλληλεπιδρά με τη γνωστική λειτουργία και επηρεάζει τη μάθηση. Στην εκπαιδευτική έρευνα, τα κίνητρα για μάθηση θεωρούνται ως «μια εσωτερική κατάσταση που προκαλεί, κατευθύνει και συντηρεί τη συμπεριφορά των μαθητών» (Σάλτα & Κουλουγλιώτης, 2015).

Αναφορικά με τη Χημεία, στη διεθνή βιβλιογραφία σημειώνεται ότι τα κίνητρα για τη μάθηση της Χημείας αλληλεπιδρούν στενά με την εννοιολογική κατανόηση της Χημείας και ακολούθως επηρεάζουν τη μάθηση στις ΦΕ και το επίπεδο του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών. Επιπλέον, ειδικά όσον αφορά στην Ελλάδα, οι έρευνες δείχνουν ότι το επίπεδο κινήτρων των μαθητών να συμμετάσχουν στη μάθηση χημείας είναι χαμηλό, γεγονός το οποίο σχετίζεται με τα ακόλουθα ζητήματα: δυσκολία του μαθήματος χημείας, απαιτητικό πρόγραμμα σπουδών σε συνδυασμό με το πιεσμένο χρονοδιάγραμμα, χρήση μη ελκυστικών μεθόδων διδασκαλίας και έλλειψη ευκαιριών σταδιοδρομίας (Salta & Koulogliotis, 2015).

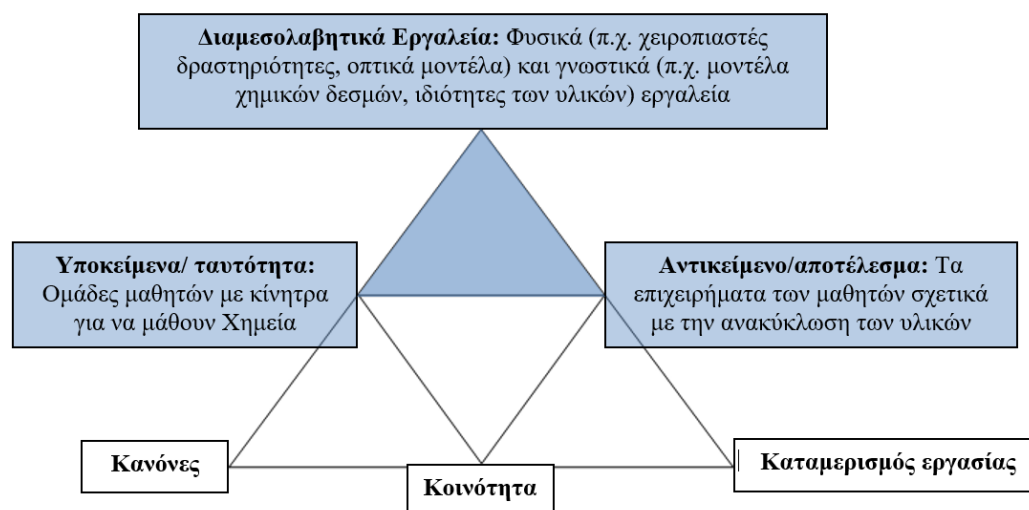
Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι οι οποίοι φαίνεται να επηρεάζουν θετικά την παρακίνηση των μαθητών να μάθουν Χημεία οι οποίοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής: διδακτικές προσεγγίσεις (π.χ.

μεθοδολογίες που βασίζονται στη διερεύνηση και κοινωνικό – επιστημονικά ζητήματα), εκπαιδευτικά εργαλεία (π.χ. εκπαιδευτικά λογισμικά, εφαρμογές διαδικτύου κλπ), εκπαιδευτικό υλικό και δραστηριότητες μη-τυπικής εκπαίδευσης (π.χ. παιχνίδια περιπέτειας, περιβαλλοντικές επισκέψεις, αυτό(επιμόρφωση) & τεχνολογίες, μουσεία και χώροι ΦΕ) (Σάλτα & Κουλουγλιώτης, 2015).

*Η παρούσα εργασία*

Στην παρούσα εργασία, υπό το πρίσμα της CHAT μελετήθηκε η παραγωγή επιχειρηματολογίας από ομάδες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με διάφορα επίπεδα κινήτρων για τη μάθηση της Χημείας.

Το Σχήμα 1 αναπαριστά τη μονάδα ανάλυσης της CHAT που αποτελεί το συνολικό πλαίσιο στο οποίο δρα το υποκείμενο (μαθητές) με τη χρήση διαμοσελαβητικών εργαλείων-μέσων (διαδικτυακά εργαλεία-δραστηριότητες διερεύνησης) για να φτάσει στο αποτέλεσμα-αντικείμενο (επιχειρηματολογία).



Σχήμα 1 Το θεωρητικό πλαίσιο της CHAT, όπως εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία

Η επιχειρηματολογία των μαθητών διατυπώθηκε κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο μαθησιακό περιβάλλον το οποίο βασίζεται στη διερεύνηση, την διαδικτυακή Πλατφόρμα WISE (<https://wise.berkeley.edu>). Ειδικότερα οι μαθητές αλληλεπίδρασαν με διάφορα γνωστικά και φυσικά εργαλεία (διαμεσολαβητικά εργαλεία στο Σχήμα 1), τα οποία υπήρχαν διαθέσιμα στην ελληνική έκδοση της ενότητας WISE «Πώς μπορούμε να ανακυκλώσουμε παλιά ελαστικά;»

Σε αυτή την ενότητα περιλαμβάνονται μια σειρά ερευνητικών δραστηριοτήτων σχετικά με το πώς οι ιδιότητες διαφορετικών υλικών (καουτσούκ, πλαστικά, μέταλλα και κεραμικά) μπορούν να εξηγηθούν από τους διαφορετικούς τύπους χημικών δεσμών και πώς μπορούν να συσχετιστούν με διαφορετικές μεθόδους ανακύκλωσης των υλικών. Οι μαθητές συμμετέχουν σε διάφορες δραστηριότητες (φυσικά εργαλεία) προκειμένου να διερευνήσουν τη συμπεριφορά των υλικών υπό υψηλή πίεση και θερμοκρασία. Η όλη προσέγγιση βασίζεται στη

σχέση μεταξύ της χημικής σύνθεσης, της χημικής δομής, των χημικών δεσμών και των φυσικών ιδιοτήτων των υλικών (γνωστικά εργαλεία). Το αντικείμενο/αποτέλεσμα στο σχήμα CHAT (τρίτος «πυλώνας»), για την παρούσα μελέτη, είναι η γραπτή επιχειρηματολογία, την οποία οι μαθητές συνθέτουν καθώς προσπαθούν να απαντήσουν στις ακόλουθες τέσσερις ερωτήσεις: «Είναι ανακυκλώσιμα τα ελαστικά;» (E.1), «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα πλαστικά;» (E.2), «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα μέταλλα;» (E.3) και «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα κεραμικά;» (E.4).

Λαμβάνοντας υπόψη το εννοιολογικό πλαίσιο της CHAT (Σχήμα 1), η παρούσα εργασία καθοδηγείται από τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της επιχειρηματολογίας των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με το θέμα της ανακύκλωσης υλικών; και
2. Πώς διαφοροποιείται η επιχειρηματολογία ανάλογα με τα κίνητρα των μαθητών για να μάθουν Χημεία;

## Μεθοδολογία

Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε ποσοτική και ποιοτική ανάλυση ερευνητικών δεδομένων, τα οποία συλλέχθηκαν από 123 μαθητές της Α΄ τάξης του Λυκείου, των οποίων τα δημογραφικά χαρακτηριστικά δίνονται στον Πίνακα 1. Οι μαθητές απάντησαν στην ελληνική έκδοση (Salta & Koulougliotis, 2015) του ερωτηματολογίου κινήτρων Science Motivation Questionnaire II (Glynn et al., 2011) προσαρμοσμένου για τη μάθηση της Χημείας, το οποίο μετρά πέντε «συνιστώσες» κινήτρων: αυτοαποτελεσματικότητα, αυτοπροσδιορισμός, εσωτερικά κίνητρα, κίνητρα σταδιοδρομίας και κίνητρα βαθμού και οι απαντήσεις τους αναλύθηκαν ποσοτικά.

	Σχολείο Α	Σχολείο Β	Σχολείο Γ
<b>Τύπος σχολείου</b>	Δημόσιο πειραματικό σχολείο	Δημόσιο σχολείο	Δημόσιο σχολείο
<b>Πλήθος Συμμετεχόντων Μαθητών</b>	<b>81</b> μαθητές Α΄ Λυκ. (57 παραχώρησαν επιχειρήματα)	<b>21</b> μαθητές Α΄ Λυκ. (3 παραχώρησαν επιχειρήματα)	<b>21</b> μαθητές Α΄ Λυκ. (14 παραχώρησαν επιχειρήματα)
<b>Πλήθος Κοριτσιών</b>	<b>44</b> (34 παραχώρησαν επιχειρήματα)	<b>11</b> (1 παραχώρησαν επιχειρήματα)	<b>11</b> (5 παραχώρησαν επιχειρήματα)
<b>Πλήθος Αγοριών</b>	<b>37</b> (23 παραχώρησαν επιχειρήματα)	<b>10</b> (2 παραχώρησαν επιχειρήματα)	<b>10</b> (9 παραχώρησαν επιχειρήματα)
<b>Πλήθος Σχολικών Τμημάτων</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Πλήθος Ομάδων</b> οι οποίες παραχώρησαν τουλάχιστον ένα επιχειρήματα	<b>25</b> (7 τριμελείς ομάδες και 18 διμελείς ομάδες)	<b>1</b> τριμελή ομάδα	<b>5</b> (4 τριμελείς ομάδες και 1 διμελή ομάδα)

Σημείωση: 19 ομάδες με δύο μαθητές η καθεμία = 38 μαθητές. 12 ομάδες με τρεις μαθητές η καθεμία = 36 μαθητές. Συνολικά: 74 μαθητές παρέχουν επιχειρήματα

Πίνακας 1 Δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος των μαθητών

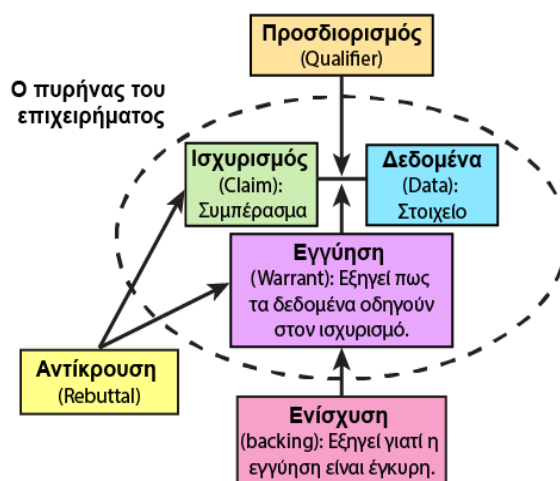
Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, τα οποία ανέπτυξαν για να απαντήσουν στις ερωτήσεις: «Είναι ανακυκλώσιμα τα ελαστικά;» (E.1), «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα πλαστικά;» (E.2), «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα μέταλλα;» (E.3) και «Μπορούμε να ανακυκλώσουμε τα ελαστικά όπως τα κεραμικά;» (E.4) αφού ενεπλάκησαν στις ποικίλες μαθησιακές διαδικασίες

διερεύνησης (πειράματα, διερεύνηση μοντέλων κ.α.). Τα επιχειρήματα, αποτελέσματα της μαθησιακής διαδικασίας, αναλύθηκαν ποιοτικά.

### Αποτελέσματα - Μετρήσεις

Η στατιστική τεχνική της ανάλυσης συστάδων επιλέχθηκε προκειμένου να αναδειχτούν οι ομάδες μαθητών, με βάση τα κινήτρά τους να μάθουν Χημεία (Chan & Bauer, 2014· Galloway & Bretz, 2015). Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε ιεραρχική ανάλυση συστάδων, η οποία ανέδειξε ως πιο εύλογη τη λύση των δύο συστάδων που αντιστοιχούν σε δύο επίπεδα κινήτρων και στο εξής θα αναφέρονται ως συστάδα ή ομάδα μαθητών με «υψηλό επίπεδο κινήτρων» και ομάδα με «χαμηλό επίπεδο κινήτρων».

Η δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών αναλύθηκε με το Μοντέλο Επιχειρηματολογίας του Toulmin (Toulmin, 1958), σύμφωνα με το οποίο στον πυρήνα του επιχειρήματος περιλαμβάνονται (α) ο ισχυρισμός (Claim, C), (β) τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό (Data, D) και (γ) η εγγύηση που συνδέει τα δεδομένα με τον ισχυρισμό (Warrant, W) (Moon et. al., 2016). Ένα επιχείρημα θεωρείται πιο ολοκληρωμένο ως προς τη δομή του από την παρουσία τριών επιπλέον στοιχείων και συγκεκριμένα της ενίσχυσης (Backing, B), της αντίκρουσης (Rebuttal, R) και του προσδιορισμού (Qualifier, Q) (Erduran, 2007).



Σχήμα 2 Δομή επιχειρήματος κατά Toulmin (Moon et al., 2016)

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των εγγυήσεων των επιχειρημάτων των μαθητών με το σχήμα κωδικοποίησης των Sandoval και Millwood (2007), σύμφωνα με το οποίο οι εγγυήσεις ταξινομούνται ως: i) αδιαμφισβήτητες, όταν οι μαθητές επικαλούνται αυθεντίες όπως τον διδάσκοντα, το σχολικό βιβλίο και το διαδίκτυο, ii) αιτιώδεις, όταν βασίζονται σε θεωρητικές έννοιες ή επεξηγήσεις μέσω θεωρητικών εννοιών iii) εμπειρικές, όταν παραθέτουν εμπειρικά στοιχεία και iv) πραγματολογικές, όταν επαναλαμβάνουν τους αρχικούς ισχυρισμούς, χρησιμοποιώντας ίδιες λέξεις, παραφράζοντας ή αναδιατυπώνοντας τον ισχυρισμό.

### Αλληλεπίδραση κινήτρων και επιχειρημάτων των μαθητών

Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται το πλήθος των επιχειρημάτων ταξινομημένων με βάση την πολυπλοκότητα της δομής τους στις ομάδες μαθητών «υψηλού» και

«χαμηλού» επιπέδου κινήτρων και η κατανομή τους στις ερωτήσεις E.1, E.2, E.3 και E.4. Η πλειονότητα (33 από σύνολο 52, δηλαδή περίπου τα 2/3) των επιχειρημάτων που διατυπώθηκαν από μαθητές που ανήκαν σε ομάδα με υψηλό επίπεδο κινήτρων ήταν πιο ολοκληρωμένα, καθώς διέθεταν ισχυρισμό, δεδομένα και εγγύηση (CDW) καθώς, σε μερικές περιπτώσεις, και ενίσχυση (D). Αντίθετα, η πλειονότητα (12 από τα 19, δηλαδή περίπου τα 2/3) των επιχειρημάτων που διατυπώθηκαν από μαθητές που ανήκαν σε ομάδα με χαμηλά κίνητρα μάθησης ήταν λιγότερο ολοκληρωμένα, καθώς περιείχαν μόνο ισχυρισμό και δεδομένα (CD) ή και μόνο ισχυρισμό χωρίς δεδομένα που να τον υποστηρίζουν (C).

Ομάδες	Ταξινόμηση επιχειρημάτων με TAP	Πλήθος γραπτών επιχειρημάτων ανά ερώτηση				
		Πλήθος γραπτών επιχειρημάτων	E.1	E.2	E.3	E.4
<b>Υψηλού επιπέδου κινήτρων</b> N=22	Πλήθος επιχειρημάτων που αναλύθηκαν	52	17	13	10	12
	Πλήθος επιχειρημάτων με C, CD	19	8	5	1	5
	Πλήθος επιχειρημάτων με CDW, CDWB	33	9	8	9	7
<b>Χαμηλού επιπέδου κινήτρων</b> N=9	Πλήθος επιχειρημάτων που αναλύθηκαν	19	4	6	4	5
	Πλήθος επιχειρημάτων με C, CD	12	3	3	2	4
	Πλήθος επιχειρημάτων με CDW, CDWB	7	1	3	2	1

*Σημείωση:* Τα επιχειρήματα χαρακτηρίζονται με βάση τα περιεχόμενα συστατικά τους σε C: Περιέχουν μόνο ισχυρισμό, CD: Περιέχουν ισχυρισμό και δεδομένα, CDW: Περιέχουν ισχυρισμό, δεδομένα και εγγύηση, CDWB: Περιέχουν ισχυρισμό, δεδομένα, εγγύηση και ενίσχυση.

*Πίνακας 2 Σύνοψη επιχειρημάτων για ομάδες υψηλών και χαμηλών κινήτρων*

### **Αλληλεπίδραση κινήτρων και χρησιμοποιούμενων εργαλείων στην παραγωγή επιχειρημάτων**

Από την περαιτέρω ανάλυση των εγγυήσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, προέκυψε ότι και στις δύο ομάδες περιέχονται σε αρκετές περιπτώσεις εμπειρικές εγγυήσεις, δηλαδή οι μαθητές εξηγούν τους συλλογισμούς τους χρησιμοποιώντας παρατηρήσεις και αποτελέσματα από πειραματικές δραστηριότητες διερεύνησης της συμπεριφοράς των υλικών (π.χ. τήξη, καύση, ελαστικότητα, παραμόρφωση), με τις οποίες ασχολήθηκαν στην ενότητα του WISE.

Στην ομάδα υψηλού επιπέδου κινήτρων υπήρξαν επίσης ολοκληρωμένα επιχειρήματα και με αιτιώδεις εγγυήσεις, δηλαδή εξηγήσεις που βασίζονταν στη σχέση μεταξύ της χημικής σύστασης, δομής και χημικών δεσμών (μοντέλα που διερεύνησαν στην πλατφόρμα WISE) και των φυσικών ιδιοτήτων των υλικών.

### **Συμπεράσματα**

Η εφαρμογή της ιεραρχικής ανάλυσης συστάδων σε συνδυασμό με την ανάλυση των επιχειρημάτων των μαθητών οδήγησε στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές με υψηλότερο επίπεδο κινήτρων μάθησης στη Χημεία κατασκευάζουν περισσότερο ολοκληρωμένα επιχειρήματα σε σχέση με τους μαθητές με αντίστοιχα χαμηλότερα κίνητρα όσον αφορά στο κοινωνικοεπιστημονικό θέμα που σχετίζεται με την ανακύκλωση των υλικών.

Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι οι ομάδες υψηλότερων κινήτρων κατέγραψαν επιχειρήματα χρησιμοποιώντας εγγυήσεις περισσότερων τύπων (τόσο εμπειρικές όσο και αιτιώδεις), γεγονός που πιθανόν μαρτυρεί μια πιο αποτελεσματική



αλληλεπίδρασή τους με τα διαθέσιμα εργαλεία του χρησιμοποιούμενου διαδικτυακού περιβάλλοντος μάθησης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδεικνύουν την ανάγκη της σε βάθος διερεύνησης της συσχέτισης των κινήτρων μάθησης με την ανάπτυξη της ικανότητας επιχειρηματολογίας των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα μαθήματα των ΦΕ και εν γένει εμπλουτίζουν το πεδίο της εκπαιδευτικής έρευνας που σχετίζεται με τον ρόλο του συναισθηματικού παράγοντα στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ.

## Βιβλιογραφία

- Σάλτα, Κ., & Κουλουγλιώτης, Δ. (2015). Τι κινητοποιεί τους μαθητές για να μάθουν Χημεία; Στο Ψύλλος Δ., Μολοχίδης Α., & Καλλέρη Μ. (επιμέλεια). Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνέδριου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ. 172 – 178. ISBN: 978-960-243-702-5
- Baker, M. (2003). Computer-Mediated Argumentative Interactions for the Co-Elaboration of Scientific Notions. *Arguing to Learn*, 47–78. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-0781-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-0781-7_3)
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765–793. <https://doi.org/10.1002/sce.20402>
- Chan, J. Y. K., & Bauer, C. F. (2014). Identifying At-Risk Students in General Chemistry via Cluster Analysis of Affective Characteristics. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1417–1425. <https://doi.org/10.1021/ed500170x>
- Clark, D. B., Stegmann, K., Weinberger, A., Menekse, M., & Erkens, G. (2007). Technology-Enhanced Learning Environments to Support Students' Argumentation. *Science & Technology Education Library*, 217–243. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_11)
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39–72. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>
- Engeström, Y. (1999). Expansive Visibilization of Work: An Activity-Theoretical Perspective. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 8(1-2), 63–93. <https://doi.org/10.1023/a:1008648532192>
- Engeström, Y. (2014). *Learning by expanding*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, <https://doi.org/10.1017/CBO9781139814744>
- Erduran, S. (2007). Methodological Foundations in the Study of Argumentation in Science Classrooms. *Science & Technology Education Library*, 47–69. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_3)
- Evagorou, M., & Avraamidou, L. (2008). Technology in support of argument construction in school science. *Educational Media International*, 45(1), 33–45. <https://doi.org/10.1080/09523980701847156>
- Galloway, K. R., & Bretz, S. L. (2015). Using cluster analysis to characterize meaningful learning in a first-year university chemistry laboratory course. *Chemistry Education Research and Practice* 2015, 16 (4) , 879-892. <https://doi.org/10.1039/C5RP00077G>
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasoobshirazi, G. (2011). Science Motivation Questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159–1176. <https://doi.org/10.1002/tea.20442>

- Jonassen, D. H., & Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47(1), 61–79. <https://doi.org/10.1007/bf02299477>
- Marttunen, M., & Laurinen, L. (2001). Learning of argumentation skills in networked and face-to-face environments. *Instructional Science*, 29(2), 127–153. <https://doi.org/10.1023/A:1003931514884>
- Moon A., Stanford C., Cole R., 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. <https://doi.org/10.1039/C5RP00207A>
- Noroozi, O., Armin Weinberger, Biemans, H.J.A., Mulder, M. & Chizari, M. (2012). Argumentation-Based Computer Supported Collaborative Learning (ABCSCCL): A Synthesis of 15 Years of Research. *Educational Research Review*, 7(2), 79–106. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2011.11.006>
- Nussbaumer, D. (2012). An overview of cultural historical activity theory (CHAT) use in classroom research 2000 to 2009. *Educational Review*, 64(1), 37–55. <https://doi.org/10.1080/00131911.2011.553947>
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328(5977), 463–466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(301), 63 - 70. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.9918&rep=rep1&type=pdf>
- Roth, W.-M., & Lee, Y.-J. (2007). “Vygotsky’s neglected legacy”: Cultural-historical activity theory. *Review of Educational Research*, 77(2), 186–232. <https://doi.org/10.3102/0034654306298273>
- Salta, K., & Koulougliotis, D. (2015). Assessing motivation to learn chemistry: Adaptation and validation of ScienceMotivation Questionnaire II with Greek secondary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 237-250. <https://doi.org/10.1039/C4RP00196F>
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2007). What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? *Science & Technology Education Library*, 71–88. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_4)
- 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. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301_2)
- Simon, S. (2008). Using Toulmin’s Argument Pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research & Method in Education*, 31(3), 277–289. <https://doi.org/10.1080/17437270802417176>
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1080/00048405985200191>
- Van Bruggen, J. M., Kirschner, P. A., & Jochems, W. (2002). External representation of argumentation in CSCL and the management of cognitive load. *Learning and Instruction*, 12(1), 121–138. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00019-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00019-6)
- Weinberger, A., & Fischer, F. (2006). A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. *Computers & Education*, 46(1), 71–95. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.04.003>

## Γεωγραφική εκπαίδευση και περιβαλλοντική δικαιοσύνη

**Νίκος Βουδρισλής<sup>1</sup>, Νίκος Λαμπρινός<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, <sup>2</sup> Παιδαγωγική Σχολή, Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΑΠΘ*

### Περίληψη

Η γεωγραφική εκπαίδευση μπορεί να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στην προσέγγιση της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης, καθώς βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν τις σχέσεις μεταξύ κοινωνίας και φύσης, τους περιβαλλοντικούς κινδύνους και την ανάγκη δημιουργίας ενός δίκαιου κόσμου. Παράλληλα συμβάλλει στη διαμόρφωση υπεύθυνων πολιτών που διαθέτουν γεω-γνώσεις, γεω-δεξιότητες, κριτική περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση καθώς και ικανότητες συμμετοχής και δράσης.

**Λέξεις κλειδιά:** γεωγραφική εκπαίδευση, περιβαλλοντική δικαιοσύνη

## Geography Education and Environmental Justice

**Nikos Voudrislis<sup>1</sup>, Nikos Lambrinos<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Primary Education, University of Thessaly, <sup>2</sup>Faculty of Education, School of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

Geographical education could substantially contribute to the concept of environmental justice as it enables students to understand the society-nature relation, the environmental risks, and the necessity to build a world with justice and equity. In parallel, it plays a significant role in forming responsible citizens who understand the importance of geo-literacy, possess critical thinking skills, and have a high awareness of environmental conservation.

**Keywords:** Geography Education, Environmental Justice

## Εισαγωγή

Η πρόκληση της γεωγραφικής εκπαίδευσης για τον 21<sup>ο</sup> αιώνα είναι να διαμορφώσει γεωγραφικά εγγράμματους πολίτες, οι οποίοι θα έχουν τις κατάλληλες γνώσεις, δεξιότητες και συλλογισμούς που απαιτούνται για να αντιμετωπίσουν τα σύγχρονα παγκόσμια προβλήματα και να πάρουν κρίσιμες αποφάσεις (Βουδρισλής, 2020). Τη δεκαετία του 1990 ξεκίνησε μια μεγάλη συζήτηση σχετικά με την αναβάθμιση της γεωγραφικής εκπαίδευσης και τις γνώσεις και ικανότητες που πρέπει να παρέχει στους αυριανούς πολίτες ώστε να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της νέας εποχής. Τα ευρήματα των ερευνών που πραγματοποιήθηκαν, έδειξαν ότι οι γεωγραφικές γνώσεις των νέων ήταν περιορισμένες και ότι ήξεραν ελάχιστα πράγματα για τους άλλους πολιτισμούς (DaSilva & Kvasnak, 2011). Η προσπάθεια βέβαια να οριστούν οι δεξιότητες των γεω-εγγράμματων πολιτών δεν είναι εύκολη υπόθεση. Καθώς η κοινωνία αλλάζει και η επιστήμη εξελίσσεται, νέες ανάγκες και δεξιότητες προστίθενται που κάνουν κάθε ορισμό πιθανόν ελλιπή.

Τα τελευταία χρόνια αναδύεται ολοένα και περισσότερο στη διεθνή βιβλιογραφία και έρευνα η έννοια της «Περιβαλλοντικής Δικαιοσύνης» και η σύνδεσή της με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ) και τη Γεωγραφική Εκπαίδευση (Cutter, 1995· Nussbaum, 2013· Washington & Strong, 1996).

## Περιβαλλοντική Δικαιοσύνη

Η περιβαλλοντική δικαιοσύνη είναι ένας σχετικά νέος όρος που άρχισε να έχει σημαντικό αντίκτυπο στις ακαδημαϊκές συζητήσεις στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Μπορεί να αναφέρεται σε ένα κοινωνικό κίνημα, ένα γνωστικό πεδίο ή απλώς μια ιδέα. Σχετίζεται με το γεγονός ότι ορισμένες ομάδες στην κοινωνία υποφέρουν περισσότερο από τους περιβαλλοντικούς κινδύνους σε σχέση με άλλες και κυρίως ότι πρόκειται για τις ήδη ευάλωτες ομάδες, όπως εθνοτικές μειονότητες, άτομα χαμηλού εισοδήματος και πολιτικά μη-ενεργές κοινότητες.

Οι ρίζες της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης είναι εγγενώς γεωγραφικές και μπορούν να εντοπιστούν σε ακτιβιστές του Αμερικανικού Νότου που τη δεκαετία του 1980 άρχισαν να ανησυχούν για την εγκατάσταση ρυπογόνων βιομηχανιών και την εναπόθεση τοξικών και μολυσμένων υλικών σε περιοχές όπου κατοικούσαν οικονομικά ευπαθείς κοινωνικές ομάδες (Bullard, 1990· Schlosberg, 2007). Ενώ όμως η αρχική ανησυχία αφορούσε τον «περιβαλλοντικό ρατσισμό», γρήγορα εξελίχθηκε σε ένα ευρύτερο κίνημα για «περιβαλλοντική δικαιοσύνη». Αυτό το λαϊκό κίνημα των πληγέντων πολιτών, των ακτιβιστών των πολιτικών δικαιωμάτων και των περιβαλλοντολόγων έχει εξελιχθεί σήμερα σε ένα πολιτικό κίνημα το οποίο είναι αναγνωρισμένο από τον Οργανισμό Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (Environmental Protection Agency) και επηρεάζει την περιβαλλοντική πολιτική σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Η περιβαλλοντική δικαιοσύνη αναφέρεται στην πρόληψη και τη μείωση των κοινωνικών και χωρικών περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που σχετίζονται με την

υγεία, καθώς και στην εξασφάλιση ισότιμης κοινωνικής και χωρικής πρόσβασης σε περιβαλλοντικούς πόρους (Maas & Grennfelt, 2016).

Ο Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ ορίζει την Περιβαλλοντική Δικαιοσύνη ως τη δίκαιη μεταχείριση και την ουσιαστική συμμετοχή όλων των ανθρώπων, ανεξάρτητα από τη φυλή, το χρώμα, την εθνική καταγωγή ή το εισόδημα, σε σχέση με την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την επιβολή περιβαλλοντικών νόμων, κανονισμών και πολιτικών. Θεωρεί ακόμα ότι η περιβαλλοντική δικαιοσύνη θα επιτευχθεί όταν ο καθένας απολαμβάνει τον ίδιο βαθμό προστασίας από περιβαλλοντικούς κινδύνους, κινδύνους για την υγεία και ίση πρόσβαση στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, ώστε να έχει ένα υγιές περιβάλλον στο οποίο να ζει, να μαθαίνει και να εργάζεται.

Οι περιβαλλοντικοί όμως κίνδυνοι περιλαμβάνουν πολύπλοκες έννοιες που συνδέονται στενά με την επιστήμη της γεωγραφίας, όπως η ενέργεια (εξόρυξη, χρήση και κατανάλωση), το νερό (λεκάνες απορροής, υδροφόρος ορίζοντας και μεταφορά νερού), η παραγωγή τροφίμων (διάβρωση και ρύπανση του εδάφους), το κλίμα της Γης (τυφώνες και όξινη βροχή), οι φυσικοί κίνδυνοι και καταστροφές (επιπτώσεις σεισμών, κατολισθήσεων, πλημμύρες). Η κατανόηση αυτών των εννοιών, με τη βοήθεια της γεωγραφίας, είναι απαραίτητη για να εξετάσουμε τις δυνατότητες που υπάρχουν, ώστε να αναλάβουμε δράση και να μετριάσουμε τους κινδύνους.

## **Γεωγραφική εκπαίδευση και περιβαλλοντική δικαιοσύνη**

Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές επιχείρησαν να διευρύνουν την έννοια της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης, τόσο γεωγραφικά όσο και εννοιολογικά, για να συμπεριλάβει παγκόσμια ζητήματα, που εκτείνονται πέρα από τις χωρικές κατανομές περιβαλλοντικών «αγαθών» και «προβλημάτων» για να συμπεριλάβουν άλλες διαστάσεις, όπως αναγνώριση, συμμετοχή, ικανότητες. Ο Schlosberg (2013) βασίζεται στις ικανότητες που έχουν διαφορετικές ομάδες για να αναλάβουν δράση και πιστεύει ότι οι ικανότητες αυτές μπορεί να οδηγήσουν στη θέσπιση της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης. Θεωρεί ακόμη ότι η ανάπτυξη των ικανοτήτων αυτών θα πρέπει να εμπλουτίσει τα προγράμματα σπουδών της γεωγραφίας. Αντίστοιχα οι Walkington et al. (2018) υποστηρίζουν ότι τα προγράμματα σπουδών της γεωγραφίας πρέπει να καλλιεργήσουν στους μαθητές συγκεκριμένες γεωγραφικές ικανότητες, όπως γεωγραφική φαντασία, ηθική, κατανόηση των σχέσεων κοινωνίας-περιβάλλοντος, χωρική σκέψη και δομημένη εξερεύνηση των τόπων.

Οι Lambert et al. (2015) πιστεύουν ότι η γεωγραφική εκπαίδευση οφείλει:

- να προωθήσει την ατομική ελευθερία και την ικανότητα των παιδιών να χρησιμοποιούν τη φαντασία τους
- να βοηθήσει τους νέους να αναζητούν, να εντοπίζουν και να κάνουν επιλογές με βάση την ιδιότητα του πολίτη και την αειφορία
- να κατανοήσουν τις δυνατότητες ενός δημιουργικού και ενεργού πολίτη στο πλαίσιο της παγκόσμιας οικονομίας και πολιτισμού.

Στο πλαίσιο αυτό η γεωγραφική εκπαίδευση πρέπει να περιλαμβάνει τρεις συνιστώσες (Edelson, 2012):

**Αλληλεπιδράσεις.** Κάθε άτομο πρέπει να κατανοήσει ότι ο κόσμος αποτελείται από συστήματα τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι κοινωνικά, πολιτικά, οικονομικά, πολιτιστικά, τεχνολογικά (μεταφορές, επικοινωνίες), περιβαλλοντικά (σε σχέση με την ατμόσφαιρα ή τον υδρολογικό κύκλο) ή οικολογικά.

**Διασυνδέσεις.** Τα άτομα πρέπει να αντιληφθούν ότι ένα γεγονός που συμβαίνει σε έναν τόπο επηρεάζει τους άλλους ανθρώπους και τόπους. Αυτό σημαίνει ότι ένα γεγονός που συμβαίνει σε έναν τόπο επηρεάζει τους άλλους ανθρώπους και τόπους. Με άλλα λόγια οι ενέργειες μας δεν είναι τοπικές αλλά επηρεάζουν τους άλλους ανθρώπους και τόπους.

**Επιπτώσεις.** Εφόσον τα άτομα κατανοήσουν τις αλληλεπιδράσεις και διασυνδέσεις των συστημάτων πρέπει να είναι σε θέση να παίρνουν αιτιολογημένες αποφάσεις. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να προβλέπουν τις συνέπειες των ενεργειών τους στους άλλους ανθρώπους και τόπους. Σημαίνει επίσης ότι κατά τη λήψη των αποφάσεών τους είναι σε θέση να σταθμίσουν το κόστος και τις ωφέλειες των ενεργειών τους, τόσο για τον εαυτό τους και την κοινότητά τους, όσο και για τους άλλους ανθρώπους και τόπους.

Το ερώτημα λοιπόν παραμένει, πώς η γεωγραφία θα βοηθήσει τους νέους να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που βρίσκονται μπροστά τους με αυτοπεποίθηση και όραμα; Πώς θα τους βοηθήσει να αποκτήσουν αίσθηση του κόσμου γύρω τους για να διερευνήσουν τα ζητήματα της φτώχειας, του πολέμου, της περιβαλλοντικής υποβάθμισης;

Ο Edelson (2012), διακρίνει έξι κατηγορίες στις οποίες η γεωγραφική εκπαίδευση οφείλει να προετοιμάσει τα άτομα:

**Κοινωνική ζωή:** Τα άτομα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται τους παράγοντες που βελτιώνουν ή υποβαθμίζουν την ποιότητα της ζωής σε μια κοινότητα. Ένα γεω-εγγράμματο άτομο μπορεί να χρησιμοποιεί αυτή την κατανόηση για να κάνει: α) σωστές προσωπικές επιλογές σχετικά με το πού ζει και πώς περνάει τον χρόνο του, και β) καλές πολιτικές επιλογές σχετικά με το πώς να βελτιώσει την ποιότητα ζωής στην κοινότητά του.

**Τοποθεσία και μεταφορά:** Ένα γεω-εγγράμματο άτομο πρέπει να έχει γεωχωρικές δεξιότητες, ώστε να είναι σε θέση να παίρνει χωρικές αποφάσεις (π.χ. επιλογή του τόπου, σχεδιασμός των μεταφορών). Οι δεξιότητες αυτές θα του είναι χρήσιμες στην προσωπική και κοινωνικοπολιτική του ζωή, αλλά κυρίως στην επαγγελματική ζωή στον σύγχρονο κόσμο. Τα άτομα με γεωχωρικές δεξιότητες συλλογισμού έχουν μεγάλη ζήτηση σε διάφορα πεδία όπως π.χ., ο στρατιωτικός τομέας, η διαχείριση των φυσικών πόρων ή η διαχείριση μιας αλυσίδας εφοδιασμού.

**Αλληλεπιδράσεις πολιτισμών:** Οι τοπικές κοινωνίες είναι όλο και πιο ποικιλόμορφες και στην καθημερινή μας ζωή αλληλεπιδρούμε με ανθρώπους από μακρινά μέρη. Είναι λοιπόν πολύ σημαντικό τα μέλη της κοινωνίας μας να έχουν πολιτιστική παιδεία, που σημαίνει ότι είναι σε θέση να επικοινωνούν και να συνεργάζονται αποτελεσματικά με άτομα που έχουν διαφορετικές κουλτούρες.

**Περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνέπειες:** Τόσο η διασύνδεση του κόσμου όσο και η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, σημαίνουν ότι οι επιπτώσεις των ενεργειών μας στο περιβάλλον και στους άλλους ανθρώπους αυξάνονται. Αυτό καθιστά ακόμη πιο επιτακτική την ανάγκη τα άτομα να είναι σε θέση να

προβλέπουν τις πιθανές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των πράξεών τους σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο, και να παίρνουν ανάλογες αποφάσεις.

**Παγκόσμια ζητήματα:** Είναι σημαντικό να συμμετέχουμε σε πολιτικές διαδικασίες και σε εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης σχετικά με το εμπόριο, τη διπλωματία, τις στρατιωτικές επεμβάσεις ή την εξωτερική βοήθεια προς κάποια χώρα.

Υπάρχουν, όπως έχει καταδειχτεί, μεγάλο όφελος, από τη διδασκαλία και τη μάθηση μαθητών και φοιτητών σε τέτοια ζητήματα. Οι κύριοι άξονες γύρω από τους οποίους τεκμηριώνεται αυτό (Martinez-Alier et al., 2011) είναι:

- Η δημιουργία ενεργών πολιτών του αύριο.
- Η ικανότητα δόμησης επιχειρηματολογίας στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες, που αποτελεί πλέον αποδεδειγμένα βασικό εργαλείο μάθησης.
- Η διασύνδεση της επιστημονικής και σχολικής γνώσης και πρακτικής με τον κοινωνικό περίγυρο, που αποτελεί ζητούμενο, μέσω άτυπης μάθησης και «γέφυρα» μεταξύ σχολείου και κοινωνίας.

Επιπροσθέτως, η γεωγραφική εκπαίδευση οφείλει να εφαρμόζει συμμετοχικές, διεπιστημονικές και ερευνητικές προσεγγίσεις για την εκμάθηση των απαραίτητων γνώσεων και ικανοτήτων (Rushton, 2021). Η ενθάρρυνση των μαθητών να κάνουν γεωγραφικές ερωτήσεις και η διατύπωση υποθέσεων και προβλέψεων θα τους βοηθήσει να αποκτήσουν χωρική σκέψη και μια κριτική κατανόηση του κόσμου. Έτσι αργότερα, ως χωρικά ενημερωμένοι πολίτες, θα έχουν την ικανότητα να αντιμετωπίζουν τις καθημερινές καταστάσεις σε σχέση με τον φυσικό κόσμο, τις έννοιες που συνδέονται με αυτόν, καθώς και τις σχέσεις εξουσίας που εμπλέκονται σε αυτή τη διαδικασία παραγωγής.

## **Εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην περιβαλλοντική δικαιοσύνη**

Ο ιστότοπος Environmental Justice Atlas (<https://ejatlas.org/>) είναι ένας χάρτης μάθησης και δικτύωσης που καταγράφει όλες τις περιπτώσεις περιβαλλοντικής αδικίας, τοποθετώντας τις πάνω σε έναν παγκόσμιο δυναμικό χάρτη. Προσφέρει έτσι μία πολύ καλή επισκόπηση όλων των περιπτώσεων περιβαλλοντικής αδικίας σε παγκόσμια κλίμακα. Με σκοπό να ενημερωθεί ο κόσμος για τα ζητήματα περιβαλλοντικής αδικίας ανά την υφήλιο, ο EJ Atlas συλλέγει τις περιπτώσεις αυτές όπου οι τοπικές κοινωνίες αγωνίζονται για περιβαλλοντική δικαιοσύνη ενάντια σε έργα καταστροφικά για το περιβάλλον.

Οι περιπτώσεις περιβαλλοντικής αδικίας που περιλαμβάνονται στην ιστοσελίδα σχετίζονται με τις εξής 10 κατηγορίες: πυρηνικά, ορυκτός πλούτος, διαχείριση αποβλήτων, βιομάζα και εδαφικές προστριβές, ορυκτά καύσιμα και κλιματική δικαιοσύνη, διαχείριση υδάτων, υποδομές και περιβαλλοντική εκμετάλλευση, τουρισμός, προστριβές για τη συντήρηση της βιοποικιλότητας, προστριβές για βιομηχανικές δραστηριότητες. Η βάση δεδομένων εμπεριέχει πληροφορίες για περισσότερες από 3.500 καταγεγραμμένες περιπτώσεις περιβαλλοντικής αδικίας, ενώ προσφέρει τη δυνατότητα στους επισκέπτες να

ενημερώσουν τους διαχειριστές της ιστοσελίδας για τυχόν περιπτώσεις περιβαλλοντικής αδικίας που δεν περιγράφονται στον EJ Atlas.

Για την Ελλάδα, οι περιπτώσεις που καταγράφονται αφορούν την εκτροπή της ροής του Αώου και του Αχελώου, την εξόρυξη χρυσού στη Χαλκιδική, το κίνημα εναντίον της ιδιωτικοποίησης του νερού καθώς και ζητήματα βιομηχανικών δραστηριοτήτων και διαχείρισης απορριμμάτων.

Το έργο S.A.M.E. WORLD (Sustainability, Awareness, Mobilisation, Environment – Αειφορία, Ευαισθητοποίηση, Κινητοποίηση, Περιβάλλον) είναι ένα ευρωπαϊκό έργο που στοχεύει στην ευαισθητοποίηση μαθητών και εκπαιδευτικών στα θέματα της Περιβαλλοντικής Δικαιοσύνης, Κλιματικής Αλλαγής και Περιβαλλοντικής Μετανάστευσης, μέσα από καινοτόμες τεχνολογικές και βιωματικές προσεγγίσεις. Το **SAME World** εισάγει στη σχολική εκπαίδευση την έννοια της Περιβαλλοντικής Δικαιοσύνης και στοχεύει στην κριτική κατανόηση και την ενεργό συμμετοχή μαθητών και εκπαιδευτικών σε ζητήματα που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή και τις περιβαλλοντικές μεταναστεύσεις.

Το έργο ξεκίνησε το 2015 και είχε διάρκεια 3 χρόνια. Υλοποιήθηκε από δεκατρείς (13) ευρωπαϊκούς φορείς σε δέκα χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του Προγράμματος Europe Aid. Εθνικός συντονιστής του έργου ήταν το ΙΤΥΕ «Διόφαντος» με την υποστήριξη του Υπουργείου Παιδείας.

Κατά τη διάρκεια του έργου παρήχθησαν τα παρακάτω εκπαιδευτικά πακέτα:

1) Εκπαιδευτικό Πακέτο γύρω από την Περιβαλλοντική Δικαιοσύνη, την Κλιματική Αλλαγή και την Περιβαλλοντική Μετανάστευση.

2) Περιβαλλοντική – Κλιματική Μετανάστευση: Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες (πρωτότυπες δραστηριότητες από Έλληνες έμπειρους στο θέμα εκπαιδευτικούς).

3) Περιβαλλοντική Αδικία: Μια παιδαγωγική προσέγγιση με την αξιοποίηση της Ψηφιακής Αφήγησης (προέκταση του υλικού από ελληνική ομάδα συμμετοχής στο πρόγραμμα).

## Συμπεράσματα

Τις τελευταίες δεκαετίες, η ενίσχυση του ενδιαφέροντος για την αειφόρο ανάπτυξη, την κλιματική αλλαγή και των επιπτώσεών της, έχει οδηγήσει πολλούς ερευνητές να ασχοληθούν με το ζήτημα της ένταξης της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης στα αναλυτικά σχολικά προγράμματα (McLaren & Houston, 2004· Peloso, 2007). Στην Ελλάδα το ζήτημα της περιβαλλοντικής αδικίας δεν έχει αποτελέσει ακόμα πεδίο ερευνητικής δραστηριότητας (Μακρίδου, 2017). Η ένταξη όμως της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών είναι αναγκαία, καθώς αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στην επίτευξη των διδακτικών στόχων για την αειφορία.

Η γεωγραφική εκπαίδευση δύναται να αναδείξει την έννοια της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης και να βοηθήσει τους νέους να διερευνήσουν τα τοπικά και παγκόσμια περιβαλλοντικά ζητήματα, ώστε να κατανοήσουν τη σύνθετη φύση του παγκόσμιου περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα, θα αντιληφθούν την ανάγκη να



διαδραματίσουν έναν πιο ενεργητικό ρόλο και να αναλάβουν δράση για εξασφάλιση ισότιμων συνθηκών διαβίωσης. Μία τέτοια προσέγγιση θα εμπλουτίσει πραγματικά την «κοσμοθεωρία» τους, την αντίληψή τους για τον κόσμο και θα τους βοηθήσει να γίνουν υπεύθυνοι πολίτες και να αναπτύξουν δεξιότητες, όπως η κριτική χωρική σκέψη, η ικανότητα να συνεργάζονται, η ικανότητα να αμφισβητούν την αδικία και τις ανισότητες και η ικανότητα να αναλάβουν δράση για την επίλυση των προβλημάτων (Βουδρισλής & Λαμπρινός, 2015). Παρόλο που ο όρος «κοσμοθεωρία» είναι σχετικά ασαφής έννοια, περιλαμβάνει οικουμενικές στάσεις και αξίες, όπως εκτίμηση της διαφορετικότητας, σεβασμό των άλλων, σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, θετική στάση απέναντι στην αειφορία. Η ουσιαστική εκπαιδευτική συνεισφορά της σχολικής γεωγραφίας είναι η συμβολή της στην ανάπτυξη και εμπλουτισμό της «κοσμοθεωρίας» των νέων, έτσι ώστε να κατανοήσουν την πολυπλοκότητα και τις διασυνδέσεις του κόσμου και να συμμετέχουν ενεργά σ' αυτόν (Béneker et al., 2013). Αυτή η προσέγγιση επιδιώκει να καταστήσει την περιβαλλοντική δικαιοσύνη αναπόσπαστο κομμάτι της γεωγραφικής εκπαίδευσης για την επίτευξη ενός δίκαιου κόσμου και όχι απλώς μια προαιρετική διάστασή της.

Για να γίνει αυτό πρέπει οι ικανότητες της γεωγραφικής φαντασίας, της ηθικής, της λήψης χωρικών αποφάσεων, να εμπλουτίσουν τα προγράμματα σπουδών της γεωγραφίας σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης.

## Βιβλιογραφία

- Βουδρισλής, Ν. (2020). *Χώρος, ταυτότητα και εκπαίδευση: Γεωγραφική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Παγκόσμια Ιδιότητα του Πολίτη*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.
- Βουδρισλής, Ν., & Λαμπρινός, Ν. (2015). Ο ρόλος της Οικουμενικής Εκπαίδευσης και της γεωγραφίας στη διαμόρφωση ενεργών και υπεύθυνων πολιτών. Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρίας, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 22-24, 2014, σελ. 331-344, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ.
- Μακρίδου, Π. (2017). Αντιλήψεις και στάσεις μαθητών του δημοτικού σχολείου για την περιβαλλοντική αδικία. Πτυχιακή εργασία. Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Διαθέσιμο [εδώ](#) (ημερομηνία πρόσβασης 5/7/2022).
- Béneker, T., Tani, S., Uphues, R. & Vaar, R. (2013). Young people's world-mindedness and the global dimension in their geography education: a comparative study of upper secondary school students' ideas in Finland, Germany and the Netherlands. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 22(4), 322-336.
- Bullard, R. (1990). *Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality*. Boulder (Colorado): Westview press.
- Cutter, S. L. (1995). Race, class and environmental justice. *Progress in Human Geography* 19, 111-122.
- DaSilva, E. B. & Kvasnak, R. N. (2011). Taking Stock in Geography Education Around the World: An International Perspective on the Teaching of Geography. *The Geography Teacher*, 8(1), 16-23.
- Edelson, D. C. (2012). Geo-education: Preparation for 21<sup>st</sup> Century Decisions. *ArcNews*, Summer.
- Lambert, D., Solem, M., & Tani, S. (2015). Achieving Human Potential through Geography Education: A Capabilities Approach to Curriculum Making in Schools. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(4), 723-735.

- Maas, R., & Grennfelt, P. (2016). Towards cleaner air: scientific assessment report 2016, EMEP Steering Body and Working Group on Effects of the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Oslo, Norway.
- Martinez-Alier, J., Healy, H., Temper, L., Walter, M., Rodriguez-Labajos, B., Gerber, J-F., & Conde, M. (2011). Between Science and activism: learning and teaching eco-logical economics with environmental justice organisations. *Local Environment*, 16(1), 17–36.
- McLaren, P., & Houston, D. (2004). Revolutionary ecologies: ecosocialism and critical. *Educational Studies*, 36(1), 27-45.
- Nussbaum, M. M. (2013). Embedding Issues of Environmental Justice in the Mainstream Curriculum. *Environmental Justice*, 6 (1), 34-40.
- Peloso, J. (2007). Environmental justice education: empowering students to become environmental citizens. *Perspectives on Urban Education*, 5(1).
- Rushton, E. (2021). Building Teacher Identity in Environmental and Sustainability Education: The Perspectives of Preservice Secondary School Geography Teachers. *Sustainability*, 13, 5321.
- Schlosberg, D. (2013). Theorising environmental justice: The expanding sphere of a discourse. *Environmental Politics*, 22 (1), 37–55.
- Schlosberg, D. (2007). *Defining environmental justice. Theories, movements and nature*. New York: Oxford University Press.
- Walkington, H., Dyer, S., Solem, M., Haigh, M., & Waddington, S. (2018). A capabilities approach to higher education: Geocapabilities and implications for geography curricula. *Journal of Geography High Education*, 42, 7–24.
- Washington, R., & Strong, D. (1996). A model for teaching environmental justice in a planning curriculum. College of Urban and Public Affairs (CUPA) Working Papers, 1991-2000. Paper 6. Διαθέσιμο στο [https://scholarworks.uno.edu/cupa\\_wp/6](https://scholarworks.uno.edu/cupa_wp/6) (ημερομηνία πρόσβασης 5/7/2022).

## Η λανθάνουσα κατανόηση της έννοιας του Αποτυπώματος Άνθρακα από μαθητές/τριες Γυμνασίου

**Νικόλαος Γαλάνης, Γεώργιος Μαλανδράκης**

*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα μελετάται η λανθάνουσα κατανόηση της έννοιας του Αποτυπώματος Άνθρακα (ΑΑ) από μαθητές/τριες Γυμνασίου, μέσω της δημιουργίας ερωτηματολογίου 12 εικόνων που απεικονίζουν προϊόντα ή υπηρεσίες της καθημερινότητας. Συμμετείχαν 188 μαθητές/τριες της Α΄ Γυμνασίου του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Η ανάλυση κατέδειξε ότι οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν την έννοια του ΑΑ και συγκεκριμένα ότι απαιτείται ενέργεια στα στάδια ζωής πριν (πρώτες ύλες) και μετά την κύρια χρήση των προϊόντων ή υπηρεσιών και ότι δύναται να υπάρξει αρνητικό ή καθόλου ΑΑ. Ως κυριότεροι τομείς μείωσης χρήσης ενέργειας προτείνονται οι εξής: συνολικά στη χρήση ενέργειας, προϊόντα ή υπηρεσίες, μεταφορές, νερό και τροφή.

**Λέξεις κλειδιά:** Ανθρακικό Αποτύπωμα, μαθητές/τριες Γυμνασίου, ερωτηματολόγιο με εικόνες

## Greek High School students' latent knowledge about the Carbon Footprint

**Nikolaos Galanis, Georgios Malandrakis**

*Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This research explores Greek High School student's latent knowledge about the Carbon Footprint (CF) concept by using a specially developed questionnaire comprised of 12 images illustrating everyday products or services. Participants were 188 7th grade students from Thessaloniki, northern Greece. The analysis revealed that students do not understand the CF concept and that energy is also needed in the life cycle stages before and after of products or services' main use. Negative or non-existence of CF are also hardly perceived. Students proposed the following areas of efforts for energy reduction: energy (in general), products or services, transportation, water and food.

**Keywords:** Carbon Footprint, High School students, questionnaire image tool

## Εισαγωγή

Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή οφείλεται στις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (greenhouse gas emissions: GHGs) (Fang et al., 2014). Μία από τις βασικές προσεγγίσεις περιγραφής τους είναι το ανθρακικό αποτύπωμα (AA), το οποίο μετράει το συνολικό ποσό των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται άμεσα ή έμμεσα από μια δραστηριότητα ενός ιδιώτη, οργανισμού ή επιχείρησης, σε διαφορετικά στάδια της ζωής ενός προϊόντος και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη (Galli et al., 2012). Σύμφωνα με τους Trarpey et al. (2012), το AA αποτελείται από δύο μέρη: (α) το πρωτογενές και το (β) δευτερογενές και σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα δύο. Το *πρωτογενές* αποτύπωμα είναι ένα μέτρο των άμεσων εκπομπών GHGs από την καύση ορυκτών καυσίμων κατά τις καθημερινές δραστηριότητες, όπως η οικιακή κατανάλωση ενέργειας και η οδήγηση αυτοκινήτων, με τους καταναλωτές να έχουν άμεσο έλεγχο αυτών των εκπομπών (Trarpey et al., 2012). Το *δευτερογενές* αποτύπωμα των εκπομπών GHGs συνδέεται με την παραγωγή των προϊόντων και την τελική απόρριψη και διάθεσή τους (Trarpey et al., 2012).

Και στις δύο περιπτώσεις (πρωτογενές και δευτερογενές) το AA μετράει τις εκπομπές των έξι αερίων του θερμοκηπίου του Πρωτοκόλλου του Κιότο: διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), μονοξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), υδροφθοράνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs) και εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>) (Peters, 2010). Τα αέρια αυτά προέρχονται από την ανθρώπινη χρήση των διαφόρων προϊόντων και υπηρεσιών σε όλα τα στάδια ζωής τους (Galli et al., 2012). Το AA μετριέται σε μονάδες μάζας (kg, t, κλπ.) ισοδυνάμου του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>e) (Hammond, 2007) και αποτελεί συστατικό μέρος της ευρύτερης έννοιας του οικολογικού αποτυπώματος (OA) (Borucke et al., 2013). Το OA περιλαμβάνει συνολικά πέντε βασικές κατηγορίες φυσικών πόρων τις οποίες καταναλώνει ο άνθρωπος, καθώς και τα απορρίμματα που παράγονται από την κατανάλωση αυτή (Borucke et al., 2013). Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες φυσικών πόρων: (i) την ενέργεια (άνθρακα) (ii) τις κατοικίες και υποδομές (iii) την ξυλεία και το χαρτί (iv) τα τρόφιμα και τις ίνες και (v) τις θαλασσινές τροφές (Borucke et al., 2013). Το AA θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας του OA, ο οποίος αντιστοιχούσε το 2017 στο 61% του συνολικού OA (Global Footprint Network, 2022).

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση επιστημονικών άρθρων που αναφέρονται στο OA και AA παρατηρείται η έρευνα σε τρεις κυρίως κλίμακες εστίασης. Η πρώτη αφορά στη μεγαλύτερη κλίμακα και αναφέρεται στο OA και AA των χωρών (π.χ. Galli et al., 2014), η δεύτερη σε αυτό των πόλεων και περιοχών πόλεων (π.χ. Baabou et al., 2017), ενώ η τρίτη σε επίπεδο εκπαιδευτικών μονάδων, όπως πανεπιστήμια και σχολεία (π.χ. Fernandez et al., 2016). Περαιτέρω, η επιμέρους θεματολογία για τη μείωση ή αύξηση του εκάστοτε αποτυπώματος (οικολογικού ή ανθρακικού) αναφέρεται στους εξής τομείς: ενέργεια (π.χ. Li et al., 2015), προϊόντα ή υπηρεσίες (π.χ. Collins et al., 2018), μεταφορές (π.χ. Lin, 2016), παροχή νερού (π.χ. Lin, 2016), τροφή (π.χ. Utaraskul, 2015) και απορρίμματα (π.χ. Li et al., 2015).

Η παρούσα έρευνα αφορά στη βιβλιογραφική ανασκόπηση για την μικρότερη κλίμακα εστίασης του AA που αφορά τα σχολεία και πανεπιστήμια (π.χ. Collins et al., 2018). Παρατηρείται ότι υπάρχει έλλειψη επιστημονικής βιβλιογραφίας, που να εστιάζει στο AA αυτών, δημιουργώντας ένα βασικό ερευνητικό κενό. Το σύνολο των

υπαρχουσών ερευνών αφορά στην ενασχόληση με το ΑΑ έμμεσα, μέσω του ΟΑ (π.χ. Collins et al., 2018; Fernandez et al., 2016) και όχι άμεσα με αυτό (π.χ. Li et al., 2015; Sangwan et al., 2018). Επίσης, οι υπάρχουσες έρευνες, εστιάζουν στη μέτρηση του ΑΑ των μαθητών/τριων ή κτηρίων (σχολικές μονάδες ή πανεπιστήμια) (Li et al., 2015; Utaraskul, 2015) και όχι στην κατανόηση της έννοιάς του.

Επομένως, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η κάλυψη αυτού του βιβλιογραφικού κενού της διερεύνησης της επίπτωσης της λανθάνουσας κατανόησης της έννοιας του ΑΑ από μαθητές/τριες Γυμνασίου. Συγκεκριμένα, αυτή σχετίζεται με τη χρήση ενέργειας σε όλα τα στάδια ζωής καθημερινών προϊόντων ή υπηρεσιών και στους τρόπους με τους οποίους το περιβάλλον επηρεάζεται από αυτή. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι δεν εστιάζουμε στις εκπομπές GHGs, οι οποίες αποτελούν στην πραγματικότητα και την έννοια του ΑΑ (Borucke et al., 2013), αλλά στη χρήση της ενέργειας. Η επιλογή μελέτης της λανθάνουσας γνώσης (μέσω της χρήσης ενέργειας) και όχι της απευθείας έννοιας του ΑΑ, κρίθηκε αναγκαία διότι οι μαθητές/τριες Γυμνασίου δεν είναι εξοικειωμένοι με τις έννοιες των GHGs και των αποτυπωμάτων. Επομένως, οι απευθείας ερωτήσεις προς τους μαθητές/τριες για τα θέματα αυτά (GHGs και ΑΑ) θα δημιουργούσαν σύγχυση και θα απέδιδαν πενιχρά αποτελέσματα.

Συγκεκριμένα, τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα ακόλουθα:

1. Ποιο είναι το αρχικό επίπεδο της λανθάνουσας κατανόησης της έννοιας του ΑΑ από μαθητές/τριες Γυμνασίου;
2. Ποιος είναι ο βαθμός επίδρασης στο περιβάλλον από τη χρήση ενέργειας, σύμφωνα με τους μαθητές/τριες Γυμνασίου;
3. Ποιους τρόπους μείωσης της ενέργειας, που χρησιμοποιείται σε όλα τα στάδια της ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας, προτείνουν οι μαθητές/τριες Γυμνασίου;

Τέλος, η συνεισφορά της έρευνας για την κατανόηση του ΑΑ κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την εκπαίδευση για την αειφορία, διότι μπορεί να αποτελέσει το πρώτο βήμα για την οργάνωση και εφαρμογή κατάλληλων εκπαιδευτικών δράσεων προς την επίτευξη πιο αειφορικών τρόπων ζωής για τους μαθητές/τριες (Li et al., 2008).

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 188 μαθητές/τριες (54% κορίτσια, 46% αγόρια) της Α' Γυμνασίου σχολείων της Ανατολικής (33%), Κεντρικής (34%) και Δυτικής (33%) Θεσσαλονίκης. Για τη συλλογή δεδομένων αναπτύχθηκε ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από δώδεκα εικόνες που απεικονίζουν καθημερινά προϊόντα ή υπηρεσίες. Αυτές αντιστοιχούσαν στους έξι τομείς του ΑΑ (δύο εικόνες/τομέα, Πίνακας 1), καλύπτοντας όλες τις περιπτώσεις της έννοιάς του. Συγκεκριμένα, οι έξι τομείς του ΑΑ είναι: (1) χρήση ενέργειας από άμεση κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (Trappey et al., 2012), (2) χρήση ενέργειας από έμμεση κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (Trappey et al., 2012), (3) χρήση ενέργειας από μη ορυκτά καύσιμα (Patel, 2006), (4) χρήση ενέργειας που αντιστοιχεί στο μερίδιο της χώρας από το παγκόσμιο εμπόριο (Galli et al., 2012), (5) αρνητικό ΑΑ (απορρόφηση GHGs) (Galli et al., 2012), (6) μη ύπαρξη του ΑΑ. Ο τελευταίος τομέας του ΑΑ δεν υπάρχει στην βιβλιογραφία, αλλά δημιουργήθηκε σε


αυτή την έρευνα με σκοπό τον έλεγχο της ικανότητας των συμμετεχόντων να διακρίνουν περιπτώσεις ύπαρξης ή μη του ΑΑ.

α/α	Τομείς ΑΑ	Εικόνες ερωτηματολογίου
1	Χρήση ενέργειας από ΑΜΕΣΗ κατανάλωση ορυκτών καυσίμων	Φορητός υπολογιστής Κλιματιστικό (θέρμανση- ψύξη)
2	Χρήση ενέργειας από ΕΜΜΕΣΗ κατανάλωση ορυκτών καυσίμων	Εμφιαλωμένο μπουκάλι νερού (αχρησιμοποίητο) Κινητό τηλέφωνο (αχρησιμοποίητο)
3	Χρήση ενέργειας από ΜΗ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) Μονάδα σταβλισμένης κτηνοτροφίας
4	Χρήση ενέργειας που αντιστοιχεί στο μερίδιο της χώρας από το ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΜΠΟΡΙΟ	Μεταφορές Μπανάνες από το Εκουαδόρ (Λατινική Αμερική)
5	ΑΡΝΗΤΙΚΟ ΑΑ (απορρόφηση GHGs)	Δέντρο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
6	Μη ύπαρξη του ΑΑ	Φυσική πηγή νερού Ιαματικές πηγές

Πίνακας1 Τομείς του ΑΑ σε αντιστοιχία με τις εικόνες του ερωτηματολογίου

Σε κάθε εικόνα αντιστοιχούσαν τρεις ερωτήσεις, δύο ανοικτού και μία κλειστού τύπου: (1) Πού χρησιμοποιείται ενέργεια σε όλα τα στάδια ζωής του προϊόντος ή υπηρεσίας (ανοικτού τύπου), (2) Αν η χρησιμοποιούμενη ενέργεια έχει επίπτωση στο περιβάλλον με κλίμακα από το -4 (εντελώς αρνητική) έως το +4 (εντελώς θετική) και με το 0 να είναι το σημείο ισορροπίας (κλειστού τύπου) και (3) Με ποιο τρόπο γίνεται ο επηρεασμός αυτός (ανοικτού τύπου)(Πίνακας 2). Τέλος, υπήρχε και μια ερώτηση η οποία ζητούσε από τους συμμετέχοντες να προτείνουν τρόπους μείωσης της χρησιμοποιούμενης ενέργειας στις προαναφερθείσες δώδεκα περιπτώσεις. Στην παρούσα έρευνα παρουσιάζονται αποτελέσματα σχετικά μόνο με τις ερωτήσεις 1 και 2, καθώς και για τους τρόπους μείωσης.

Η δημιουργία του ερευνητικού εργαλείου στηρίχθηκε στη βιβλιογραφία ανάλογων επιστημονικών ερευνών που σχετίζονται με τη διδακτική των φυσικών επιστημών (DeWaters & Powers, 2012) και τη Γεωγραφία (Schnotz et al., 2017). Το σύνολο αυτών των ερευνών απέδειξαν ότι η χρήση ερωτηματολογίου με εικόνες ενισχύει την κατανόηση εννοιών στην εκπαιδευτική διαδικασία (DeWaters & Powers, 2012). Ενώ, ταυτόχρονα διατηρούνται και τα ήδη υπάρχοντα πλεονεκτήματα της χρήσης του ως ερευνητικού εργαλείου (π.χ. εύκολη διανομή σε μεγάλο δείγμα με χαμηλό κόστος) (Singh, 2007).

<b>2. Κλιματιστικό (θέρμανση-ψύξη)</b>	
<b>2.α. Πού χρησιμοποιείται ενέργεια σε όλα τα στάδια ζωής του;</b>	
<b>2.β. Σε όλα τα στάδια της ζωής του, πώς επηρεάζει το περιβάλλον;</b>	

<i>(κυκλώστε αυτό που νομίζετε πιο σωστό)</i>								
<b>Θετικά:</b>				<b>Είναι ουδέτερο</b>	<b>Αρνητικά:</b>			
Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα πολύ
4	3	2	1	0	1	2	3	4
<p><b>2.γ. Εξηγήστε πώς γίνεται αυτό</b> (Δώστε, αν θέλετε, 1-2 παραδείγματα για να εξηγήσετε τη γνώμη σας)</p>								

*Πίνακας 2 Παράδειγμα της δεύτερης εικόνας του ερωτηματολογίου με τις αντίστοιχες ερωτήσεις*

Για την κατασκευή του ερευνητικού εργαλείου, ακολούθησε η διενέργεια προπαρασκευαστικών συνεντεύξεων σε μαθητές με χαρακτηριστικά όμοια με αυτά των συμμετεχόντων, με σκοπό την ανάλυση αυτών σύμφωνα με τη Θεμελιωμένη Θεωρία και την καταγραφή πιθανών παρατηρήσεων και προβλημάτων. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε πιλοτική εφαρμογή του σε δύο τάξεις των 42 μαθητών/τριών για τον έλεγχο κατανόησης του περιεχομένου και της συμβατότητάς του με την ηλικία τους. Ο έλεγχος αυτός αφορούσε και στην εσωτερική συνοχή, αντικειμενικότητα, σαφήνεια και πρακτικότητα του. Επίσης, για την αξιοπιστία και εγκυρότητά του ζητήθηκε η συμβολή εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας και Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης.

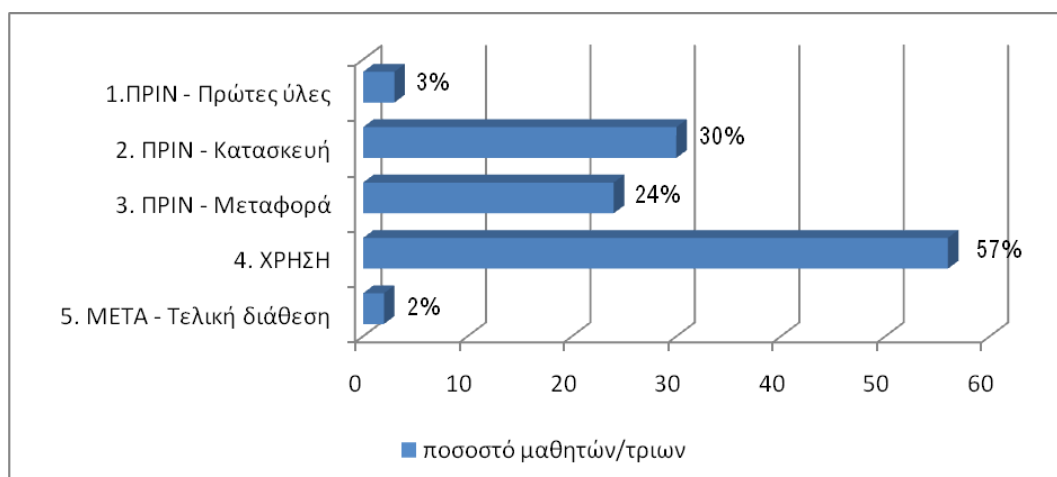
Κατά την διεξαγωγή της έρευνας οι μαθητές/τριες ενημερώθηκαν για τους σκοπούς της έρευνας, με τη συμμετοχή τους να είναι εθελοντική και να μπορούν να αποσυρθούν οποιαδήποτε στιγμή το επιθυμούσαν. Η συμμετοχή ή μη στην έρευνα, καθώς και οι ανώνυμες απαντήσεις τους δεν λήφθηκαν υπόψη στην επίδοσή τους. Για τον λόγο αυτό οι διδάσκοντες των συμμετεχόντων μαθητών/τριών δεν έλαβαν γνώση των απαντήσεων αυτών. Για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου απασχολήθηκαν οι μαθητές/τριες το μέγιστο δύο (2) διδακτικές ώρες (90΄) μετά από συνεννόηση με τη Διεύθυνση και τους εκπαιδευτικούς της κάθε σχολικής μονάδας. Η διαδικασία συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων δεν ηχογραφήθηκε ή βιντεοσκοπήθηκε. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε την περίοδο Νοεμβρίου 2019-Μαρτίου 2020. Με τη χρήση του προγράμματος Excel έλαβε χώρα η απαραίτητη ομαδοποίηση των δεδομένων (με βάση την εννοιολογική συγγένεια) και η στατιστική επεξεργασία τους (με τη δημιουργία αντίστοιχων γραφημάτων).

## **Αποτελέσματα**

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας σχετίζονται με τα ερευνητικά ερωτήματα και τις αντίστοιχες ερωτήσεις του ερευνητικού εργαλείου περί (1) χρήσης ενέργειας στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας, (2) πιθανών επιπτώσεων αυτής στο περιβάλλον και (3) των προτεινόμενων τρόπων μείωσής της.

Όσον αφορά την πρώτη ερώτηση, τα κύρια στάδια ζωής προϊόντων ή υπηρεσιών χωρίστηκαν σε τρεις φάσεις: ΠΡΙΝ (πρώτες ύλες, κατασκευή, μεταφορά), ΧΡΗΣΗ και ΜΕΤΑ (τελική διάθεση). Λαμβάνοντας υπόψη τους τέσσερις πρώτους τομείς του ΑΑ,

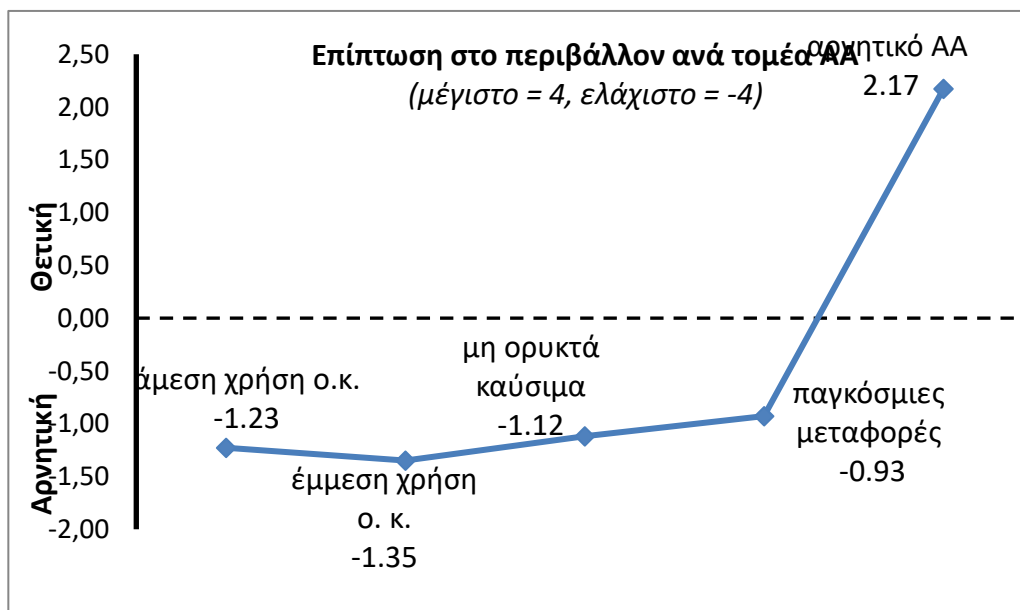
παρατηρείται ότι πάνω από τους μισούς μαθητές/τριες κατανοούν ότι χρησιμοποιείται ενέργεια κατά τη χρήση προϊόντων (57%). Ακολουθούν τα στάδια «πριν» δηλαδή η κατασκευή (30%) και η μεταφορά (24%), ενώ ελάχιστοι αντιλαμβάνονται ότι χρησιμοποιείται ενέργεια στα στάδια εξεύρεσης και μεταφοράς των πρώτων υλών και στην τελική διάθεση των προϊόντων (Γράφημα 1). Σχετικά με τον πέμπτο και έκτο τομέα του ΑΑ, κανένας μαθητής/τρια δεν κατανοεί ότι κάποια προϊόντα ή υπηρεσίες ενδέχεται να έχουν αρνητικό ή καθόλου ΑΑ.



Γράφημα 1 Ποσοστά μαθητών/τριών που αναφέρουν χρήση ενέργειας στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας

Σε ό,τι αφορά τη δεύτερη ερώτηση, σχετικά με τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις της χρήσης ενέργειας στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας για κάθε τομέα ΑΑ στο περιβάλλον, ζητήθηκε από τους μαθητές να επιλέξουν μεταξύ ενός εύρους (0±4) (Γράφημα 2). Ο μέσος όρος επίπτωσης στο περιβάλλον, που περιλαμβάνει τους πέντε από τους έξι τομείς ΑΑ, ήταν 0.49 υποδηλώνοντας μία μηδενική επίπτωση στο περιβάλλον. Παρόλα αυτά, οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται ότι υπάρχει αρνητική επίπτωση στο περιβάλλον στους τέσσερις πρώτους τομείς του ΑΑ και θετική επίπτωση στον πέμπτο (Γράφημα 2). Στην ερώτηση αυτή δεν συμπεριλήφθηκε ο έκτος τομέας ΑΑ, διότι δεν υφίσταται ύπαρξη ΑΑ.





Γράφημα 2 Ο βαθμός επίπτωσης στο περιβάλλον ανά τομέα ΑΑ

Σχετικά με την τελευταία ερώτηση ως προς τους προτεινόμενους τρόπους μείωσης της ενέργειας, οι απαντήσεις των μαθητών/τριών κινούνται προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας (62%) και της μείωσης χρήσης προϊόντων ή υπηρεσιών (45%). Ακολουθούν οι μεταφορές (27%) και με πολύ χαμηλά ποσοστά το νερό (13%) και η τροφή (6%)(Πίνακας 2).

Τομείς μείωσης	Ποσοστό απαντήσεων	Ενδεικτικοί προτεινόμενοι τρόποι μείωσης της χρήσης ενέργειας (με σειρά συχνότερης εμφάνισης)
Ενέργεια	62%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Εξοικονόμηση ενέργειας (κλείσιμο φώτων, απενεργοποίηση ηλεκτρικών συσκευών)</li> <li>Μείωση χρήσης ηλεκτρικών συσκευών, κινητών, υπολογιστών, κλιματιστικού</li> <li>Χρήση ΑΠΕ (και μείωση λιγνίτη, πετρελαίου)</li> <li>Χρήση ηλιακών θερμοσιφώνων</li> </ul>
Προϊόντα-υπηρεσίες	45%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ανακύκλωση</li> <li>Μείωση σκουπιδιών</li> <li>Μείωση χρήσης πλαστικού</li> <li>Αποφυγή υπερκατανάλωσης</li> </ul>
Μεταφορές	27%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πόδια, ποδήλατο</li> <li>Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ) αντί αυτοκινήτου</li> <li>Ηλεκτρικά αυτοκίνητα</li> </ul>
Νερό	13%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Εξοικονόμηση νερού (κλείσιμο βρύσης κατά το πλύσιμο των δοντιών, ξυρίσματος, πλυσίματος πιάτων, χρήση φίλτρου νερού)</li> </ul>
Τροφή	6%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Προτίμηση σε εγχώρια, τοπικά</li> <li>Προτίμηση σε βιολογικά</li> <li>Προτίμηση σε εποχικά</li> <li>Κατανάλωση μικρότερης ποσότητας κρέατος, φρούτων</li> </ul>

Πίνακας 2 Προτεινόμενοι τρόποι μείωσης της χρήσης ενέργειας στα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας από τους μαθητές

Τα ποσοστά αυτά συμφωνούν με τα επιστημονικά πορίσματα του Utaraskul (2015) που καθορίζει την ενέργεια (44%) ως τη σημαντικότερη σχετικά με την πρόκληση των αερίων του θερμοκηπίου από τις δραστηριότητες των φοιτητών/τριών. Μερικά ενδεικτικά μέτρα αντιμετώπισης που συμφωνούν με την επιστημονική βιβλιογραφία είναι τα εξής: (1) χρήση νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας που δίνουν έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) (Li et al., 2008) και (2) ειδικότερα μέτρα όπως μείωση χρήσης κλιματιστικών στις τάξεις, κλείσιμο φώτων και διακοπών αναμονής συσκευών (Gottlieb et al., 2012). Σχετικά με τα προϊόντα και τις υπηρεσίες στην έρευνα των Ryu και Brody (2006) έρχονται πρώτα (35%), ενώ όσον αφορά τις κατηγορίες μετακίνησης, σύμφωνα με τους McNichol et al. (2011) προτείνονται το αυτοκίνητο (69%), τα πόδια ή το ποδήλατο (27%) και στο τέλος το λεωφορείο (4%). Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας περί τροφής (6%) είναι πολύ χαμηλά και δεν συμφωνούν με αυτά των McNichol et al. (2011) (61%), των Collins et al. (2018) (40%) και των Gottlieb et al. (2012) (38%). Ενώ η τροφή θεωρείται αναπόσπαστο μέρος των κατηγοριών κατανάλωσης του ΟΑ, πολύ λίγοι μαθητές/τριες προτείνουν τρόπους μείωσης της ενέργειας που σχετίζεται με αυτήν.

Η σημασία της κατηγοριοποίησης των τρόπων μείωσης χρήσης ενέργειας έγκειται στο γεγονός ότι μία κατάρτιση ενός σχεδίου δράσης με συγκεκριμένες προτάσεις έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του ΑΑ (Ο' Gorman & Davis, 2013).

## Συμπεράσματα

Συμπεραίνεται ότι οι συμμετέχοντες αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες στην κατανόηση βασικών παραμέτρων της έννοιας του ΑΑ, που σχετίζεται με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα. Και ενώ η «χρήση» ενέργειας ως στάδιο του κύκλου ζωής των προϊόντων ή υπηρεσιών έχει το υψηλότερο ποσοστό αναγνώρισης, από την άλλη πολύ λίγοι μαθητές/τριες αναγνωρίζουν ότι ενέργεια χρησιμοποιείται και στα στάδια του κύκλου ζωής «πριν (πρώτες ύλες)» και «μετά (τελική διάθεση)» προϊόντων ή υπηρεσιών. Περαιτέρω, κανένας μαθητής/τρια δεν κατανοεί ότι κάποια προϊόντα ή υπηρεσίες ενδέχεται να έχουν αρνητικό ή καθόλου ΑΑ.

Ο μέσος όρος βαθμού επίπτωσης στο περιβάλλον ανά τομέα ΑΑ, που σχετίζεται με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, είναι σχεδόν μηδενικός. Τέλος, όσον αφορά τους προτεινόμενους τρόπους μείωσης της χρήσης ενέργειας στα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας από τους μαθητές/τριες, που σχετίζεται με το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, η κατανάλωση νερού και τροφής, αν και είναι από τους σημαντικότερους τομείς περιβαλλοντικής επιβάρυνσης του ΑΑ, δεν αποτελούν γι' αυτούς βασικούς προτεινόμενους τομείς μείωσης.

Επειδή το ΑΑ είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την επιλογή των ανάλογων περιβαλλοντικών δράσεων που θα βοηθήσουν στη μείωσή του, προτείνεται η συνέχιση της έρευνας και σε μαθητές/τριες άλλων σχολείων και άλλων πόλεων. Επίσης, προτείνεται η ενσωμάτωση της διδασκαλίας της έννοιας του ΑΑ στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και στην ευρύτερη εκπαιδευτική διαδικασία. Κατανοώντας οι μαθητές/τριες την έννοιά του, ως μελλοντικοί πολίτες, θα λαμβάνουν αποφάσεις και θα αλλάξουν τις καθημερινές συνήθειές τους, έχοντας ως γνώμονα τη βιώσιμη χρήση ενέργειας.

## Βιβλιογραφία

- Baabou, W., Grunewald, N., Ouellet-Plamondon, C., Gressot, M., & Galli, A. (2017). The ecological footprint of Mediterranean cities: awareness creation and policy implications. *Environmental Science Policy*, *69*, 94-104.
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., & Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, *24*, 518-533.
- 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.
- DeWaters, J. & Powers, S. (2012). Establishing measurement criteria for an energy literacy questionnaire. *The Journal of Environmental Education*, *44*(1), 38-55.
- Fang, K., Heijungs, R., & De Snoo, G. R. (2014). Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family. *Ecological Indicators*, *36*, 508-518.
- Fernandez, M., Alferéz, A., Vidal, S., Fernandez, M., & Albareda, S. (2016). Methodological approaches to change consumption habits of future teachers in Barcelona, Spain: reducing their personal ecological footprint. *Journal of Cleaner Production*, *122*, 154-163.
- Galli, A., Kitzes, J., Niccolucci, V., Wackernagel, M., Wada, Y., & Marchettini, N. (2012). Assessing the global environmental consequences of economic growth through the Ecological Footprint: A focus on China and India. *Ecological Indicators*, *17*, 99-107.
- Galli, A., Wackernagel, M., Iha, K. & Lazarus, E. (2014). Ecological footprint: implications for biodiversity. *Biological Conservation*, *173*, 121-132.
- 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.
- Global Footprint Network (2022, June 28). National Footprint Accounts: Data year 2017. Retrieved [https://data.footprintnetwork.org/?\\_ga=2.123674819.930861025.16099651281200796561.1605604393#/analyzeTrends?type=EFctot&cn=5001](https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.123674819.930861025.16099651281200796561.1605604393#/analyzeTrends?type=EFctot&cn=5001)
- Hammond, G. (2007). Time to give due weight to the 'carbon footprint' issue. *Nature*, *445*(7125), 256-256.
- Li, G. J., Wang, Q., Gu, X. W., Liu, J. X., Ding, Y., & Liang, G. Y. (2008). Application of the componential method for ecological footprint calculation of a Chinese university campus. *Ecological Indicators*, *8*, 75-78.
- Li, X., Tan, H., & Rackes, A. (2015). Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China. *Journal of Cleaner Production*, *106*, 97-108.
- 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.
- 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.
- 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.
- Patel, J. (2006). Green sky thinking. *Environment Business*, *122*, 32. In Sundha P., & U. Melkania Carbon footprinting: a tool for environmental management. (2016) *International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology*, *9*(2), 247-257.
- Peters, G. (2010). Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *2*(4), 245-250.

- 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.
- Sangwan, K. S., Herrmann, C., Soni, M. S., Jakhar, S., Posselt, G., Sihag, N. & Bhakar, V. (2018). Comparative analysis for solar energy based learning factory: Case study for TU Braunschweig and BITS Pilani. *Procedia CIRP*, 69, 407-411.
- Schnotz, W., Wagner, I., Ullrich, M., Horz, H., & McElvany, N. (2017). Development of students' text- picture integration and reading competence across grades 5-7 in a three-tier secondary school system: A longitudinal study. *Contemporary Educational Psychology*, 51, 152-169.
- Singh, K. (2007). *Quantitative Social Research Methods*. SAGE, New Delhi.
- Trappey, A., Trappey, C., Hsiao, C. T., Ou, J., & Chang, C. T. (2011). System dynamics modeling of product carbon footprint life cycles for collaborative green supply chains. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 25(10), 934-945.
- Utaraskul, T. (2015). Carbon Footprint of Environmental Science students in Suan Sunandha Rajabhat University, Thailand. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 197, 1156-1160.

## Διερεύνηση της λανθάνουσας κατανόησης της έννοιας του αποτυπώματος νερού από υποψήφιους εκπαιδευτικούς

**Κωνσταντίνα Τάσιου, Γεώργιος Μαλανδράκης**

*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η λανθάνουσα κατανόηση του Υδατικού Αποτυπώματος (ΥΑ) από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Συμμετείχαν 65 πρωτοετείς φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, οι οποίοι/ες γνώριζαν το οικολογικό και το ενεργειακό αποτύπωμα αλλά όχι το υδατικό. Οι συμμετέχοντες/ουσες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου, το οποίο απεικόνιζε επτά καθημερινά προϊόντα και τις χρήσεις νερού στα διάφορα στάδια ζωής τους. Η ανάλυση έγινε με τη χρήση Excel και τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι φοιτητές/τριες κατανοούν την έννοια του ΥΑ κυρίως όμως σε εμφανείς καθημερινές λειτουργίες. Επίσης, τονίζεται η σημαντικότητα της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών γύρω από περιβαλλοντικά ζητήματα για την αλλαγή των καθημερινών πρακτικών τους.

**Λέξεις κλειδιά:** υδατικό αποτύπωμα, αειφόρος ανάπτυξη, αειφορία, μπλε συνιστώσα, πράσινη συνιστώσα, γκρι συνιστώσα, εικονικό νερό

## Exploring prospective primary school teachers' latent knowledge about the concept of Water Footprint

**Konstantina Tasiou, Georgios Malandrakis**

*Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This study examines prospective primary school teachers' latent knowledge about Water Footprint (WF). Participants were 65 first-year students from the Department of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki, who were familiar with the Ecological and Energy Footprints, but not with the Water Footprint. Participants filled an open-ended questionnaire illustrating seven common products and the use of water in all stages of their life cycle. Data were analyzed using Excel and results indicate that participants understand the meaning of WF, mainly in obvious settings that we encounter in everyday life. They also emphasize the importance of educating prospective teachers about environmental issues for changing their daily practices.

**Keywords:** Water Footprint, sustainable development, sustainability, blue water, green water, gray water, virtual water

## Εισαγωγή

Η αειφόρος ανάπτυξη θεωρείται πως είναι ένα νέο μοντέλο ανάπτυξης που εμφανίστηκε στα τέλη του 20ου αιώνα. Ωστόσο, η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης είναι πολύ παλαιότερη. Τα προβλήματα, οι ιδέες και οι πρακτικές που στην προκειμένη περίπτωση κατατάσσουμε κάτω από την ομπρέλα της αειφορίας, έχουν ρίζες οι οποίες μπορούν να εντοπιστούν πολλά χρόνια πριν. Η αναζήτηση για μια ισορροπία μεταξύ της ζήτησης των πρώτων υλών, του φαγητού, του ρουχισμού, του καταφύγιου, της ενέργειας και άλλων αγαθών και τα περιβαλλοντικά όρια του οικοσυστήματος αποτελούν μια διαρκή ανησυχία, που παρατηρείται σε όλη την ανθρώπινη ιστορία. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι ενώ η ανάπτυξη και το περιβάλλον είναι προβλήματα που εντοπίζονται από παλιά, τώρα έρχονται να ενωθούν και να μας απασχολήσουν σε παγκόσμιο επίπεδο (Waas et al., 2011). Στα πλαίσια της αειφορίας, λοιπόν, μας απασχολεί η χρήση αλλά και η σπατάλη νερού.

Είναι γνωστό πως το νερό και οι υδατικοί πόροι είναι πολύ σημαντικοί για τη συντήρηση μιας επαρκούς προμήθειας τροφίμων και ενός παραγωγικού περιβάλλοντος για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Καθώς οι ανθρώπινοι πληθυσμοί και οι οικονομίες μεγαλώνουν, η παγκόσμια ζήτηση γλυκού νερού αυξάνεται ραγδαία. Επιπρόσθετα, οι ελλείψεις νερού συμβάλλουν στη σημαντική μείωση της βιοποικιλότητας τόσο στα υδάτινα όσο και στα χερσαία οικοσυστήματα (Kiliç, 2020). Έτσι, η ενασχόληση με το αποτύπωμα νερού ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για τον πολιτισμό και την ανθρωπότητα. Εφόσον, λοιπόν, το νερό είναι μέρος του φυσικού μας περιβάλλοντος, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι για την επίτευξη της αειφορίας. Εδώ ακριβώς εμφανίζεται η σημαντικότητα της έρευνας της παρούσας εργασίας. Διότι για να φτάσουμε σε σημείο να μην καταστρέφουμε ή να μην υποβαθμίζουμε το φυσικό μας περιβάλλον, θα πρέπει πρώτα να αναλογιστούμε πόσα γνωρίζουμε γι' αυτό και αν έχουμε μελετήσει σε βάθος τη σημαντικότητα των πόρων μας.

Στα πλαίσια κατανόησης της ανθρώπινης πίεσης προς τη χρήση γλυκού νερού και για την καλύτερη διαχείρισή του έχει εισαχθεί η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος (ΥΑ) ή Αποτυπώματος Νερού (Water Footprint). Ως Υδατικό Αποτύπωμα ορίζεται ο συνολικός όγκος του νερού που χρησιμοποιείται, αλλά και ρυπαίνεται, για την παραγωγή ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας (Hoekstra et al., 2011). Μονάδα μέτρησης του ΥΑ είναι τα κυβικά μέτρα (ή λίτρα νερού) ανά κιλό προϊόντος. Συνιστώσες του ΥΑ αποτελούν, η μπλε, η πράσινη και η γκρι. Πιο συγκεκριμένα, η μπλε συνιστώσα αφορά τον όγκο του γλυκού νερού που χρησιμοποιήθηκε από τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα για την παραγωγή του αγαθού/υπηρεσίας. Η πράσινη αφορά τον όγκο του βρόχινου νερού που χρησιμοποιήθηκε και η γκρι συνιστώσα αφορά τον όγκο του νερού που ρυπαίνεται από την παραγωγική αυτή διαδικασία (Hoekstra, 2009). Επιπροσθέτως, το ΥΑ μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο για να δείξει στους ανθρώπους τον αντίκτυπό τους στους φυσικούς πόρους (Hoekstra, 2003). Όπως αναφέρουν οι Hoekstra et al. (2011), το ΥΑ βοηθά στην προβολή της σύνδεσης που υπάρχει μεταξύ της καθημερινής μας κατανάλωσης αγαθών και τα προβλήματα της μείωσης των υδάτων και της ρύπανσης που υπάρχουν αλλού, στις περιοχές όπου παράγονται τα αγαθά μας. Σχεδόν κάθε προϊόν έχει ένα μεγαλύτερο ή ένα μικρότερο

αποτύπωμα νερού, το οποίο είναι ενδιαφέρον τόσο για τους καταναλωτές που αγοράζουν αυτά τα προϊόντα, όσο και για τις επιχειρήσεις που παράγουν, επεξεργάζονται, εμπορεύονται ή πωλούν αυτά τα προϊόντα σε κάποιο στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού τους.

Σχετική, επίσης, έννοια είναι και αυτή του Εικονικού Αποτυπώματος νερού (EA), όπου εννοείται η ποσότητα νερού που καταναλώνεται αλλά και ενσωματώνεται κατά τη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος (Hoekstra, 2003). Έτσι, το ΥΑ είναι ένα εργαλείο για την ορθολογικότερη διαχείρισή των υδάτων και την προστασία τους. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως η έννοια του ΥΑ δεν αναφέρεται μόνο στον όγκο νερού που χρησιμοποιείται, όπως στην περίπτωση του εικονικού νερού, αλλά είναι ένας πολυδιάστατος δείκτης, ο οποίος επίσης διευκρινίζει ποια πηγή νερού χρησιμοποιείται και τότε χρησιμοποιείται το νερό (Water Footprint Network, χ.η.)

Επομένως, θεωρείται ιδιαίτερος σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να εντάξουν στη διδασκαλία τους θέματα που σχετίζονται με το ΥΑ, καθώς η προστασία των υδάτων περιλαμβάνεται στις θεματικές του Αναλυτικού Προγράμματος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2003) και της Εκπαίδευσης για την Αειφορία (ΙΕΠ, 2014).

Επίσης, αν και έχουν γίνει αρκετές έρευνες σχετικά με τον υπολογισμό του ΥΑ πολλών προϊόντων και υπηρεσιών, δεν έχει μελετηθεί μέχρι τώρα η κατανόηση της έννοιας αυτής από διάφορους πληθυσμούς. Επομένως, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η μελέτη της λανθάνουσας κατανόησης της έννοιας του ΥΑ από φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ, ΑΠΘ. Αναφερόμαστε στη λανθάνουσα γνώση εννοώντας ότι ερευνήσαμε την κατανόηση των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρήση νερού στα στάδια ζωής διαφόρων προϊόντων και υπηρεσιών, χωρίς να αναφέρουμε ρητά σε αυτούς τον όρο ΥΑ, καθώς δεν ήταν εξοικειωμένοι με τον συγκεκριμένο όρο και δεν υπήρχε προηγούμενη σχετική επίσημη διδασκαλία. Ως εκ τούτου, ευελπιστούμε πως η μελέτη αυτή θα μας βοηθήσει να αναπτύξουμε εκπαιδευτικό υλικό και διδακτικές μεθόδους για τη διδασκαλία του συγκεκριμένου αντικειμένου σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς.

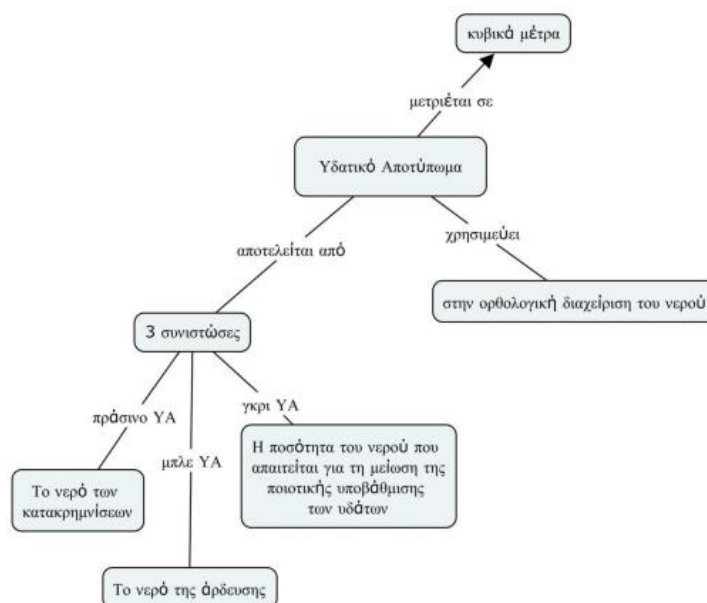
## **Μεθοδολογία**

### *Εννοιολογικός προσδιορισμός του ΥΑ*

Πριν τη διεξαγωγή της έρευνας έγινε επισταμένη μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τον εννοιολογικό προσδιορισμό του ΥΑ και στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένας εννοιολογικός χάρτης, ο οποίος απεικόνιζε τις βασικές παραμέτρους της έννοιας, οι οποίες θεωρούνται στοιχειωδώς απαραίτητες για να θεωρηθεί ότι κάποιος την έχει κατανοήσει (Εικόνα 1). Επίσης, ο εννοιολογικός αυτός χάρτης είναι προσαρμοσμένος στο γνωστικό υπόβαθρο του πληθυσμού-στόχου (προπτυχιακοί εκπαιδευτικοί Α/θμιας), καλύπτοντας τις βασικές πτυχές της έννοιας του ΥΑ, χωρίς όμως να υπεισέρχεται σε πολλές τεχνικές ή υπολογιστικές λεπτομέρειες.

### *Συμμετέχοντες στην έρευνα*

Στην έρευνα συμμετείχαν, ως βολικό δείγμα, 65 πρωτοετείς φοιτητές/τριες, ηλικίας 17-19 ετών, από το ΠΤΔΕ του ΑΠΘ, οι οποίοι/ες είχαν παρακολουθήσει ενότητες για το οικολογικό και το ενεργειακό αποτύπωμα αλλά όχι για το υδατικό.



Εικόνα 1 Χάρτης εννοιών υδατικού αποτυπώματος

### Εργαλείο συλλογής των δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ειδικά ανεπτυγμένο ερωτηματολόγιο, το οποίο απεικόνιζε επτά (7) προϊόντα της καθημερινής ζωής, εκ των οποίων τα έξι (6) αφορούσαν τις τρεις συνιστώσες του ΥΑ (Μπλε, Πράσινη, Γκρι - δύο προϊόντα ανά συνιστώσα) και η 7<sup>η</sup> το εικονικό νερό. Επίσης, υπήρχε και μια 8<sup>η</sup> ερώτηση (ανοικτού τύπου), η οποία ζητούσε από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες να προτείνουν τρόπους μείωσης του χρησιμοποιούμενου νερού στις έξι (6) προαναφερθείσες περιπτώσεις (βλ. Πίνακα 1). Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως πριν την τελική εφαρμογή του ερωτηματολογίου έγιναν πολλές δοκιμές, σε φοιτητές/τριες με αντίστοιχο προφίλ με αυτό του πληθυσμού-στόχου, για να καταλήξουμε στο τελικό εργαλείο. Έπειτα από πολλές συναντήσεις της ερευνητικής ομάδας δημιουργήθηκε η πρώτη έκδοση του ερωτηματολογίου με τις πιθανές ερωτήσεις και εικόνες, ώστε να δοκιμαστούν από έναν αριθμό 6-7 φοιτητών/τριών και να σχολιαστούν για περαιτέρω βελτιώσεις. Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αρχικά ήταν έντεκα και όχι οκτώ. Αυτό συνέβαινε, γιατί αντί για δύο προϊόντα για κάθε συνιστώσα του Υδατικού Αποτυπώματος είχαμε επιλέξει τρία προϊόντα, από τα οποία, ύστερα από την πιλοτική εφαρμογή και τη σχετική ανατροφοδότηση, θα καταλήγαμε στην επιλογή των δύο κυριότερων και πιο δόκιμων για τον σκοπό της συγκεκριμένης έρευνας.

Σε κάθε μία από τις έξι (6) πρώτες εικόνες, που συνδεόταν με τις συνιστώσες του ΥΑ, αντιστοιχούσαν τρεις ερωτήσεις: (α) Πού χρησιμοποιείται νερό, σε όλα τα στάδια ζωής του κάθε προϊόντος; (ανοικτού τύπου), (β) Αν αυτό το χρησιμοποιούμενο νερό έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον [κλειστού τύπου, από -4 (το επηρεάζει πολύ αρνητικά) έως +4 (το επηρεάζει πολύ θετικά)] και (γ) Με ποιο τρόπο γίνεται ο επηρεασμός αυτός; (ανοικτού τύπου). Οι συμμετέχοντες/ουσες χρειάστηκαν περίπου 30' για να απαντήσουν στο σύνολο των 20 ερωτήσεων του εργαλείου.



		Προϊόν
Συνιστώσες υδατικού αποτυπώματος	Μπλε συνιστώσα	1.Ρύζι
		2.Αυγά
	Πράσινη συνιστώσα	3.Μοσχάρι
		4.Βαμβακερό μπλουζάκι
	Γκρι συνιστώσα	5.Κινητό τηλέφωνο
		6.Κοτόπουλο
Εικονικό νερό		7.Τυρί

Πίνακας 1 Αντιστοιχία προϊόντων με συνιστώσες υδατικού αποτυπώματος

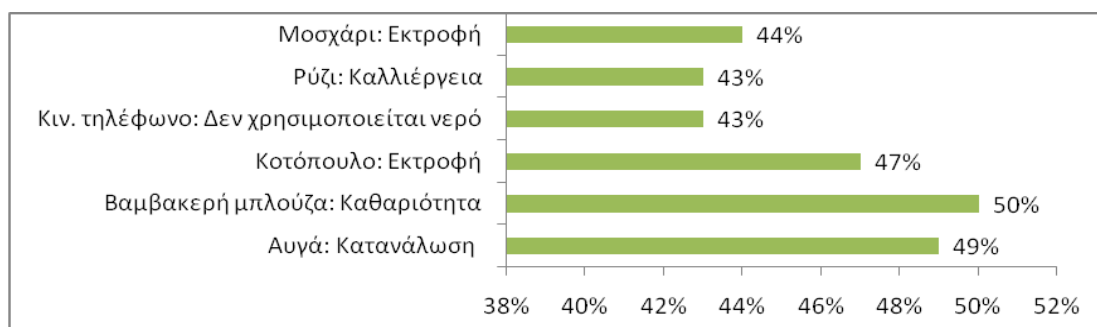
### Ανάλυση των δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Excel. Σε πρώτη φάση έγινε η καταγραφή των απαντήσεων, με την κάθε οριζόντια γραμμή του excel να αντιστοιχεί σε ένα/μια φοιτητή/τρια και την κάθε στήλη σε μια από τις ερωτήσεις του εργαλείου. Ακολούθως, χρησιμοποιώντας ως μονάδα ανάλυσης τη μονάδα νοήματος σχετικά με τη χρήση νερού, αναπτύχθηκαν από τη βάση κατηγορίες απαντήσεων (bottom-up) για το κάθε προϊόν και το κάθε ερώτημα ξεχωριστά. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο αριθμός των φοιτητών/τριών που εξέφραζε την κάθε κατηγορία και ο οποίος αναφέρεται στα γραφήματα που ακολουθούν. Στα παρακάτω αποτελέσματα (Γράφημα 1, 2 & 3) τα ποσοστά επί τοις εκατό αναφέρονται σε μονάδες νοήματος και όχι σε αριθμό φοιτητών/τριών, καθώς κάθε φοιτητής/τρια μπορεί να εξέφραζε παραπάνω από μία μονάδες νοήματος.

### Αποτελέσματα

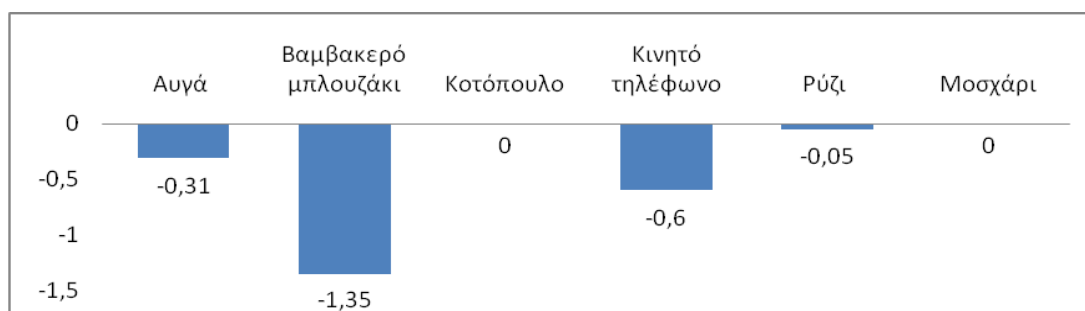
Στο Γράφημα 1 παρουσιάζονται οι συχνότερες απαντήσεις των φοιτητών/τριών αναφορικά με το πού χρησιμοποιείται νερό, σε όλα τα στάδια ζωής του κάθε προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα, στο 44% των συνολικών απαντήσεων αναφέρεται ότι στο μοσχάρι χρησιμοποιείται νερό για την εκτροφή του και στο ρύζι το 43% αφορά τη χρήση νερού κατά την καλλιέργειά του. Από την άλλη, για το κινητό τηλέφωνο, στο 43% των απαντήσεων υποστηρίζεται ότι δεν χρησιμοποιείται καθόλου νερό. Για το κοτόπουλο, η πιο διαδεδομένη απάντηση (47%) ήταν ότι νερό χρησιμοποιείται κατά την εκτροφή του, ενώ για τη βαμβακερή μπλούζα το 50% των απαντήσεων αφορούσε τη χρήση νερού

στην καθαριότητα-πλύσιμο του ρούχου και τέλος στα αυγά διαπιστώνεται ότι το 49% των απαντήσεων αφορά την κατανάλωσή τους.



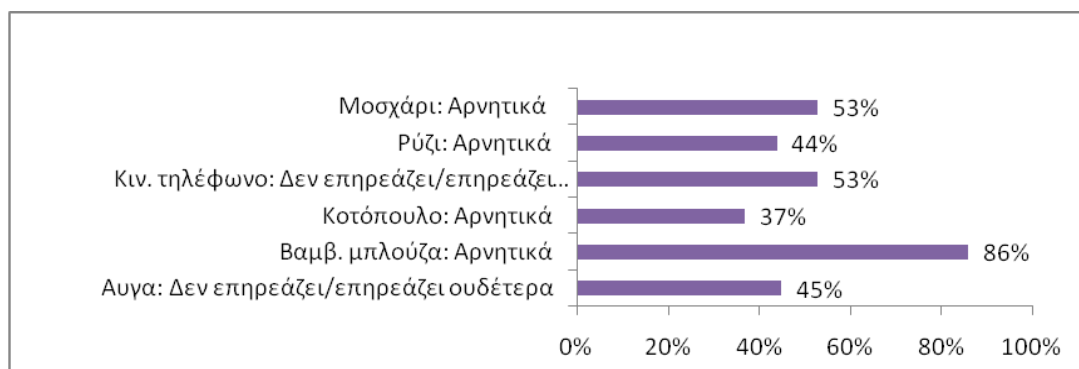
Γράφημα 1 Πού χρησιμοποιείται νερό, σε όλα τα στάδια της ζωής του κάθε προϊόντος: επικρατέστερες απαντήσεις

Στο Γράφημα 2 παρουσιάζεται ο μέσος όρος των απαντήσεων σχετικά με το πόσο επηρεάζει το περιβάλλον η χρήση του νερού, σε όλα τα στάδια της ζωής του κάθε προϊόντος. Από το γράφημα αυτό είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι σε τέσσερα από τα έξι προϊόντα η επίδραση κρίνεται ως αρνητική (αυγά, μπλουζάκι, κινητό, ρύζι), ενώ στα άλλα δύο (κοτόπουλο και μοσχάρι) ως ουδέτερη.



Γράφημα 2 Πόσο επηρεάζει το περιβάλλον η χρήση του νερού, σε όλα τα στάδια της ζωής του κάθε προϊόντος: Μ.Ο. των απαντήσεων

Σχετικά με το πώς η χρήση του νερού, σε όλα τα στάδια της ζωής του προϊόντος, επηρεάζει το περιβάλλον (βλ. Γράφημα 3), φαίνεται ότι στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το περιβάλλον επηρεάζεται αρνητικά, συμπεριλαμβανομένου του μοσχαριού και του κοτόπουλου. Παραδείγματος χάριν, για το μοσχάρι οι επικρατέστερες απαντήσεις υποστήριζαν ότι «μειώνονται μεγάλες ποσότητες νερού για την κάλυψη των αναγκών του μοσχαριού». Όσον αφορά το κοτόπουλο, υποστηρίζουν επίσης πως «ξοδεύονται μεγάλες ποσότητες νερού για την επιβίωσή του». Αυτό έρχεται σε αντίφαση με τις απαντήσεις τους στο προηγούμενο ερώτημα, όπου τα δύο αυτά προϊόντα παρουσιάζονταν να έχουν ουδέτερη επίπτωση (βλ. Γράφημα 2). Αντίφαση, επίσης, εμφανίζεται και στο κινητό τηλέφωνο αλλά και στα αυγά. Στο Γράφημα 2 φαίνεται πως υποστηρίζουν ότι και τα δύο αυτά προϊόντα επηρεάζουν αρνητικά το περιβάλλον (-0,6 και 0,31 αντίστοιχα), ενώ στο Γράφημα 3 οι απαντήσεις τους καταλήγουν σε ουδέτερη ή καθόλου επιρροή προς το περιβάλλον. Μόνο στο ρύζι και στο βαμβακερό μπλουζάκι συμφωνούν ως προς τις απαντήσεις τους σε αυτά τα δύο ερωτήματα, όπου υποστηρίζουν ότι επηρεάζεται αρνητικά το περιβάλλον (ερώτημα β) και αναφέρουν και αντίστοιχες αρνητικές συνέπειες (ερώτημα γ).



Γράφημα 3 Πώς η χρήση του νερού, σε όλα τα στάδια της ζωής του κάθε προϊόντος, επηρεάζει το περιβάλλον: Επικρατέστερες απαντήσεις

Ακόμη, από τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών στο ερώτημα για το αν το εισαγόμενο από την Ιταλία τυρί βοηθά την Ελλάδα να εξοικονομεί νερό, διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μια διάσταση απόψεων μεταξύ τους, καθώς είναι μοιρασμένες οι απαντήσεις ανάμεσα σε αυτούς που υποστηρίζουν ότι εξοικονομείται νερό και σε αυτούς που υποστηρίζουν το αντίθετο (από 43% για την κάθε απάντηση). Η συχνότερη απάντηση ως αιτιολόγηση για το γεγονός ότι η Ελλάδα εξοικονομεί νερό ήταν «η Ελλάδα εξοικονομεί νερό, διότι η επεξεργασία του τυριού απαιτεί νερό. Εφόσον το τυρί επεξεργάζεται στην Ιταλία, σημαίνει ότι η Ελλάδα δεν χρειάζεται να σπαταλήσει από το δικό της νερό». Η αμέσως επόμενη επικρατέστερη απάντηση είναι πως «η Ελλάδα εξοικονομεί νερό, εφόσον η εκτροφή του ζώου γίνεται στην Ιταλία». Από την άλλη, οι πιο συχνές απαντήσεις για τη μη εξοικονόμηση νερού είναι πως «η Ελλάδα δεν εξοικονομεί νερό, επειδή το νερό που χρησιμοποιείται λιγοστεύει από ολόκληρη τη γη» και πως «δεν εξοικονομεί νερό, γιατί μετά την εισαγωγή του στην Ελλάδα γίνεται σπατάλη νερού και σε αυτή τη χώρα».

Τέλος, όσον αφορά τους τρόπους μείωσης στη χρήση νερού, οι φοιτητές/τριες πρότειναν τη μείωση νερού στο πλύσιμο των ρούχων (21%) και την αποθήκευση νερού για επαναχρησιμοποίηση σε διάφορες οικιακές δουλειές (10%). Ακόμη, πρότειναν τη μείωση κατά το μαγείρεμα (11%), τη γενικότερη μείωση σε ό,τι σχετίζεται με την εκτροφή ζώων και ζωικών προϊόντων (7%), καθώς και τη μείωση κατά το πότισμα (καλλιέργειών κτλ., 6%). Σε αυτό το σημείο κατανοούμε πως οι φοιτητές/τριες δεν αντιλαμβάνονται τις τεράστιες ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται στη καθημερινή μας διατροφή, αλλά και στη γεωργία, η οποία αποτελεί μια από τις κύριες πηγές κατανάλωσης του γλυκού νερού στη χώρα μας. Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (χ.η.), για την άρδευση χρησιμοποιείται σχεδόν το 70% του νερού που προέρχεται από τα ποτάμια, τις λίμνες και τον υδροφόρο ορίζοντα.

## Συμπεράσματα

Διαπιστώθηκε ότι πολλοί/ες από τους συμμετέχοντες/ουσες φοιτητές/τριες κάνουν μια σχετικά ικανοποιητική προσπάθεια προσέγγισης της έννοιας του ΥΑ, χωρίς να έχουν προηγουμένως εκτεθεί σε σχετική διδασκαλία. Παρ' όλα αυτά, το επίπεδο γνώσεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε ζητήματα που σχετίζονται με την αειφορική διαχείριση του νερού οφείλει να είναι κατά πολύ υψηλότερο από αυτό που διαπιστώθηκε από τη συγκεκριμένη έρευνα. Ακόμη, σε ορισμένα σημεία (π.χ., επιπτώσεις στο περιβάλλον

από τη χρήση νερού) παρατηρούνται μερικές αναντιστοιχίες στις απαντήσεις των συμμετεχόντων, το οποίο ενδεχομένως να υποδηλώνει και σχετική σύγχυση στο συγκεκριμένο θέμα. Από την άλλη, θα μπορούσε να σημαίνει ότι δεν κατανόησαν τη συσχέτιση του ερωτήματος β (βλ. Γράφημα 2) με εκείνο του ερωτήματος γ (Γράφημα 3). Έτσι, σύμφωνα με τους Huber & Mompoin-Gaillard (2011) θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στα θέματα αυτά, καθώς «οι νεότερες γενιές θα φέρουν την αλλαγή και τον εκσυγχρονισμό» (σσ. 20-22). Οι ίδιοι ερευνητές τονίζουν, επίσης, πως το να εκπαιδεύεις ανθρώπους είναι μια επένδυση της κοινωνίας για ένα καλύτερο μέλλον. Επομένως, όταν το ζητούμενο είναι η αλλαγή της κοινωνίας και η περιβαλλοντική ανέλιξη για ένα βιώσιμο αύριο, η εκπαίδευση είναι η βάση για μια καλή αρχή.

## Βιβλιογραφία

- Ελληνική Στατιστική Αρχή. (χ.η.). Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης: Στόχος 6. Ανακτήθηκε στις 27/09/21, στο <https://www.statistics.gr/sdg6>
- Huber, J., Mompoin-Gaillard, P. (2011). Εκπαίδευση και Κοινωνία. Στο Bitlieriute, S., Degesys, L., Hadjitheodorou-Loizidou, P., Harris, R.J., Huber, J., Ivatts, A.R., Lazar, I., Leclercq, D., Lenz, C., Mompoin-Gaillard, P. (Επιμ.) *Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών για την αλλαγή: Η θεωρία πίσω από το πρόγραμμα «Pestalozzi» του Συμβουλίου της Ευρώπης*. (σ.20-22). Εκδόσεις του Συμβουλίου της Ευρώπης.
- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2014). *Πρόγραμμα Σπουδών του Διδακτικού Μαθησιακού Πεδίου «Περιβάλλον και Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Νηπιαγωγείο, Α'-ΣΤ' Δημοτικού, Α'-Γ' Γυμνασίου»*. Αναθεωρημένη Έκδοση: Αθήνα. Ανακτήθηκε στις 25/09/21, στο [http://repository.edull.gr/edull/bitstream/10795/1940/2/1940\\_%ce%a0%ce%a3\\_%ce%a0%ce%95%ce%a1%ce%99%ce%92%ce%91%ce%9b%ce%9b%ce%9f%ce%9d\\_%ce%91%ce%9d%ce%91%ce%a1%ce%a4%ce%97%ce%a4%ce%95%ce%9f.pdf](http://repository.edull.gr/edull/bitstream/10795/1940/2/1940_%ce%a0%ce%a3_%ce%a0%ce%95%ce%a1%ce%99%ce%92%ce%91%ce%9b%ce%9b%ce%9f%ce%9d_%ce%91%ce%9d%ce%91%ce%a1%ce%a4%ce%97%ce%a4%ce%95%ce%9f.pdf)
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2003). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Ανακτήθηκε στις 20/10/21, στο [http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/31depps\\_Peribalontikis.pdf](http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/31depps_Peribalontikis.pdf).
- Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No. 12.
- Hoekstra, A. Y. (2009). A comprehensive introduction to water footprints. *Online at: www.waterfootprint.org*.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Mekonnen, M. M., & Aldaya, M. M. (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.
- Kiliç, Z. (2020). The importance of water and conscious use of water. *International Journal of Hydrology*, 4(5), 239-241.
- Waas, T., Hugé, J., Verbruggen, A., & Wright, T. (2011). Sustainable development: A bird's eye view. *Sustainability*, 3(10), 1637-1661.
- Water Footprint Network. (χ.η.). Frequently Asked Questions. Ανακτήθηκε στις 15/9/2019, στο <https://waterfootprint.org/en/waterfootprint/frequently-asked-questions/#CP30>

## Μελετώντας το Ενεργειακό Σπίτι: μια Διδακτική Παρέμβαση σε μαθητές Λυκείου

**Θεοδώρα Χαμπίδου<sup>1</sup>, Χαρίτων Πολάτογλου<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Γενικό Λύκειο Αξιούπολης, <sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας διδακτικής παρέμβασης, η οποία πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια ενός περιβαλλοντικού προγράμματος με μαθητές Β' Λυκείου και είχε ως στόχο να βοηθήσει τους μαθητές να κάνουν τη σύνδεση καθημερινών καταστάσεων με έννοιες και φαινόμενα Φυσικής, αλλά και να αποκτήσουν μια πιο θετική στάση απέναντι στη Φυσική εφαρμόζοντας τους κύκλους επεκτατικής μάθησης. Από τα πρακτικά των συναντήσεων, αλλά και από pre και post ερωτηματολόγιο, προκύπτει πως με την αλληλεπίδραση, τη συνεργασία και την ανταλλαγή απόψεων μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μελών, επιτεύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι αρχικοί στόχοι.

**Λέξεις κλειδιά:** Επεκτατική μάθηση, ενεργειακό σπίτι

## Studying of zero energy house: a teaching intervention for senior high school students

**Theodora Champidou<sup>1</sup>, Hariton Polatoglou<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>General High School of Axioupolis, <sup>2</sup>Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This paper examines the design and implementation of a teaching intervention, which took place during an environmental program which involved second-year senior high school students and aimed to promote the connection of everyday situations with concepts and phenomena of Physics, but also to acquire a more positive attitude towards Physics by applying expansive learning cycles. From the minutes of the meetings, but also of the pre and post test, it appears that with the interaction, the cooperation and the exchange of views between all involved members, the initial objectives were largely achieved.

**Keywords:** Expansive learning, zero energy house

## Εισαγωγή

Σύμφωνα με έρευνες, η δημοτικότητα των φυσικών επιστημών και τεχνολογιών καθώς και το ενδιαφέρον για αυτούς τους τομείς μειώνεται στα σχολεία παγκοσμίως χρόνο με τον χρόνο. Τα μαθήματα των φυσικών επιστημών πρέπει να γίνουν πιο πολύπλευρα και ενδιαφέροντα, με το να συνδεθούν με σύγχρονα προβλήματα, όπως η κλιματική αλλαγή αλλά και η εξάντληση των παγκόσμιων αποθεμάτων μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο τομέας, στον οποίο είναι δυνατόν να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, είναι ο κτηριακός, ο οποίος σύμφωνα με τους Fidrikona et al. (2014) στις χώρες της Ευρώπης ευθύνεται για το 40% περίπου των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ενώ σύμφωνα με τους Baden et al. (2006) η κατασκευή, συντήρηση και λειτουργία των κτηρίων δεσμεύει το 40% της συνολικής ενέργειας ορυκτών καυσίμων που παράγεται σε ΗΠΑ και Ευρώπη. Το ενεργειακό σπίτι έχει γίνει αντικείμενο πολλών μελετών τα τελευταία χρόνια. Πολλές είναι οι σχεδιαστικές και κατασκευαστικές μελέτες (Perlova et al., 2015), οι οικονομικές μελέτες, αλλά και μελέτες που αφορούν στην ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης αυτών των κτηρίων (Kolokotsa et al., 2019). Η έρευνα έδειξε πως ελάχιστες μελέτες ασχολήθηκαν με το ενεργειακό σπίτι από εκπαιδευτική σκοπιά, εστιάζοντας στα φαινόμενα που επεξηγούν τη θερμική συμπεριφορά του.

Με την παρούσα εργασία διερευνάται η εφαρμογή των κύκλων επεκτατικής μάθησης (Maidou et al., 2020) για μια διδακτική παρέμβαση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, που αφορά στη μελέτη του ενεργειακού σπιτιού, εστιάζοντας στα φαινόμενα που επεξηγούν τη θερμική συμπεριφορά του, με στόχο τη σύνδεση σύγχρονων θεμάτων με φαινόμενα Φυσικής. Η παρέμβαση υλοποιήθηκε στο πλαίσιο ενός προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, η οποία επικεντρώνεται στις κοινωνικές πτυχές της μάθησης και στο πόσο σημαντική είναι η συνεργατική μάθηση. Παρέχει ένα περιβάλλον, όπου όλοι μπορούν να μάθουν μαζί βοηθώντας ο ένας τον άλλον (Brown et al., 1989). Οι συμμετέχοντες ακονίζουν τις υπάρχουσες γνώσεις και δεξιότητές τους και επίσης καινοτομούν αναπτύσσοντας νέες ιδέες και δεξιότητες (Rogoff et al., 2016).

Η παρούσα παρέμβαση προσπαθεί να δώσει απάντηση στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

1. Μπορεί η Επεκτατική μάθηση να υποστηρίξει συνεργατικές τεχνικές μάθησης, με την παράλληλη χρήση ψηφιακών εργαλείων, ώστε να οδηγήσει στη σύνδεση καθημερινών καταστάσεων με έννοιες και φαινόμενα Φυσικής;
2. Είναι εφικτό, μέσω της συνεργασίας, της ανάπτυξης διαλόγου και της ανταλλαγής απόψεων εντός των ομάδων, οι μαθητές να αποκτήσουν μια πιο θετική στάση απέναντι στη Φυσική;

## Μεθοδολογία

Η παρούσα παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο ενός περιβαλλοντικού προγράμματος. Συμμετέχοντες ήταν μαθητές της Β΄ λυκείου (10 αγόρια, 10 κορίτσια), η ερευνήτρια-διδάσκουσα και 2 συνεργάτες εκπαιδευτικοί. Πραγματοποιήθηκαν συναντήσεις στη διάρκεια του Α΄ τετράμηνου 2020-21, διάρκειας 1 ως 1,5 ώρας. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 4 ατόμων, που διαφέρουν ως προς τις δυνατότητες

και τις επιδόσεις. Ακολουθήθηκε το ομαδοσυνεργατικό μοντέλο μάθησης. Ο εκπαιδευτικός λειτουργούσε στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού καθοδηγώντας τους μαθητές στην κατασκευή της γνώσης βασιζόμενος στις προϋπάρχουσες γνώσεις και ιδέες τους. Τέλος, τηρήθηκε ημερολόγιο, όπου καταγράφονταν τα πρακτικά των συναντήσεων, τα οποία αναλύθηκαν για να προκύψουν τα αποτελέσματα της παρέμβασης.

Ως επιπλέον εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο, οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στο οποίο πριν και μετά την παρέμβαση (pre και post- test) χρησιμοποιήθηκαν για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων. Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές, ήταν βασισμένο σε αυτό που προτείνει στη διδακτορική διατριβή της η Αρτέμη Σταματία (2020). Αποτελείται από ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου που αφορούν την καθημερινότητα. Οι ερωτήσεις κλειστού τύπου επιδέχονται μόνο μία σωστή απάντηση, ενώ υπάρχει μία ελαστικότητα στις ανοικτού τύπου.

Οι ερωτήσεις είναι ομαδοποιημένες θεματικά στους τρόπους μετάδοσης της θερμότητας (με αγωγή, με μεταφορά, με ακτινοβολία) εμπλέκοντας τις έννοιες της Φυσικής με καθημερινές και οικείες για τους μαθητές καταστάσεις. Ζητούν από τον μαθητή να απαντήσει ποια από τις επιλογές θα διάλεγε να κάνει ο ίδιος είτε από αυτά που ξέρει από παρόμοιες καταστάσεις που έχει ζήσει είτε να φανταστεί τι θα μπορούσε να κάνει ο ίδιος για να αντιμετωπίσει την κατάσταση.

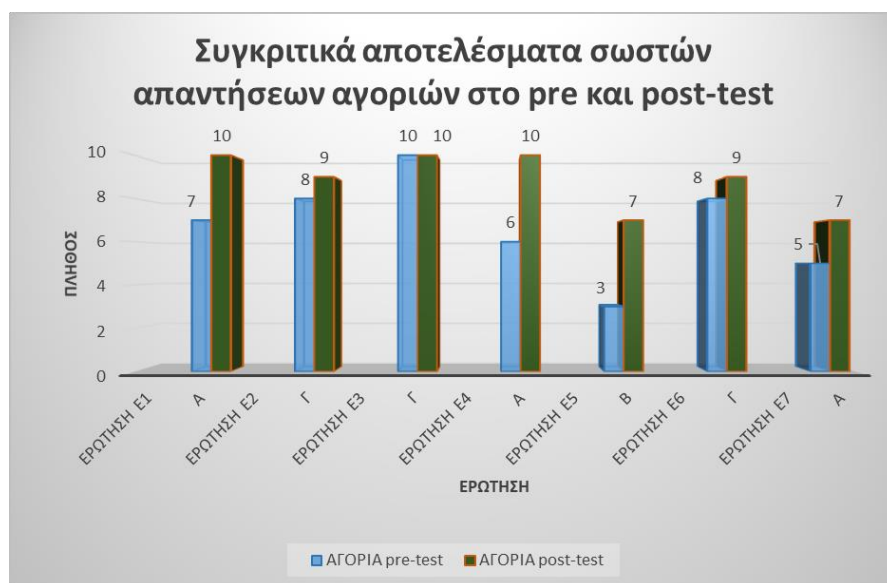
Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν προσομοιώσεις που διαπραγματεύονται φαινόμενα μετάδοσης θερμότητας, που μπορούν να συναντηθούν στην καθημερινότητα. Οι προσομοιώσεις αναπτύχθηκαν με το πρόγραμμα Energy2D από ερευνητική ομάδα του τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. (Αρτέμη, 2020). Το πρόγραμμα Energy2D είναι κατάλληλο για τη διδασκαλία και τη διερεύνηση φαινομένων μετάδοσης της θερμότητας. Η παρέμβαση συνοδεύεται από φύλλα εργασίας, τα οποία περιλαμβάνουν μια σειρά δραστηριοτήτων, που στοχεύουν στη μελέτη των τρόπων μετάδοσης θερμότητας μέσα από καθημερινά φαινόμενα (Φύλλο εργασίας 1), αλλά και στη μελέτη της θερμικής συμπεριφοράς ενός σπιτιού που χρησιμοποιεί τον ήλιο ως θερμική πηγή (Φύλλο εργασίας 2). Οι δραστηριότητες έχουν διερευνητικό χαρακτήρα και περιλαμβάνουν ανίχνευση των απόψεων, διατύπωση υποθέσεων και ερωτημάτων, έρευνα και πειραματισμό με κατάλληλα εκπαιδευτικά εργαλεία, διατύπωση συμπερασμάτων και αξιολόγηση.

## **Αποτελέσματα**

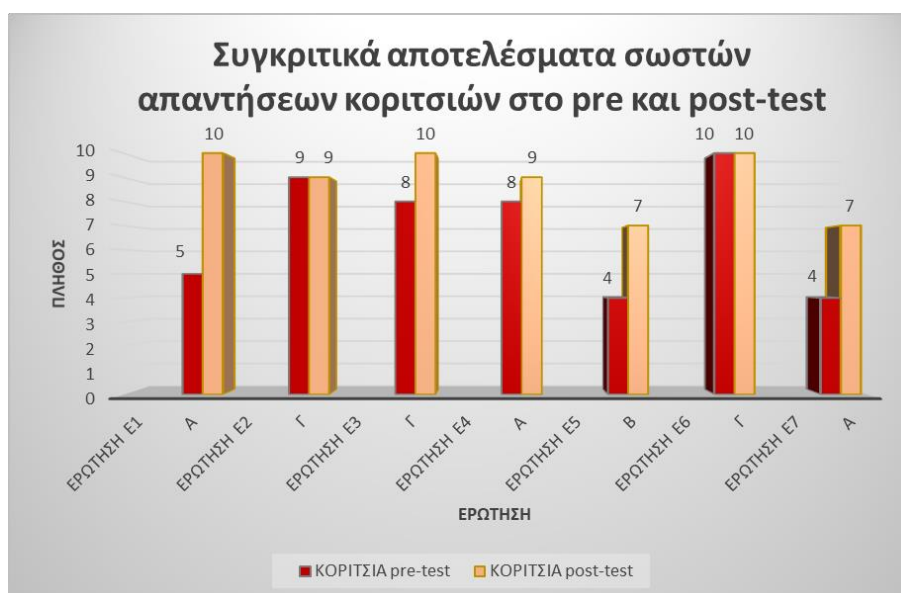
Από τις απαντήσεις των μαθητών στο pre-test προέκυψαν και οι αντιφάσεις. Έγινε φανερό πως υπήρχαν περιπτώσεις που, ενώ οι μαθητές ήξεραν την απάντηση, δυσκολεύονταν να την αιτιολογήσουν. Φάνηκε πως οι απαντήσεις τους βασίζονταν κυρίως σε βιωματικές εμπειρίες τους και δεν είχαν κάνει τις συνδέσεις με τις έννοιες της Φυσικής. Επίσης, πολλοί μαθητές δυσκολεύονται αρκετά με το μάθημα της Φυσικής, έτσι όπως διδάσκεται, με αποτέλεσμα να χάνουν το ενδιαφέρον τους για θέματα που σχετίζονται με αυτή.

Μετά το τέλος της όλης διαδικασίας και τη συμπλήρωση από τις ομάδες των φύλλων εργασίας ακολούθησε συζήτηση στην ολομέλεια για την αξιολόγηση της όλης διαδικασίας και προέκυψαν τα εξής:

Όλα τα προβλήματα που τέθηκαν ήταν οικεία στους μαθητές από την καθημερινότητά τους. Όλες οι ομάδες βρήκαν την προσομοίωση εύκολη στη χρήση της και διασκεδαστική. Σαφώς, η ευκολία αυτή ήταν κίνητρο συμμετοχής των μαθητών στην όλη διαδικασία. Ακόμα και μαθητές που δεν δείχνουν ενδιαφέρον για το μάθημα της Φυσικής και ούτε έχουν καλές επιδόσεις, συμμετείχαν ενεργά και στην εκτέλεση του πειράματος, αλλά και στη συζήτηση που ακολούθησε δείχνοντας μεγάλο ενδιαφέρον. Από τις συζητήσεις που έγιναν μετά την εκτέλεση κάθε δραστηριότητας προέκυψαν συμπεράσματα που επιβεβαίωναν ή όχι την αρχική πρόβλεψη των μαθητών και οδήγησαν στην αιτιολόγηση πολλών απαντήσεων του αρχικού ερωτηματολογίου, που πριν δεν ήταν δυνατή από τους περισσότερους, όπως φαίνεται και στις παρακάτω Εικόνες 1 και 2.



Εικόνα 1 Συγκριτικά αποτελέσματα σωστών απαντήσεων αγοριών στο pre και post-test



Εικόνα 2 Συγκριτικά αποτελέσματα σωστών απαντήσεων κοριτσιών στο pre και post-test



Με τη βοήθεια των προσομοιώσεων και τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας οι μαθητές κατάφεραν να ερμηνεύουν μέσω μοντέλων τη μεταφορά θερμότητας με τους 3 διαφορετικούς τρόπους, να εξηγήσουν τη μετάδοση θερμότητας μεταξύ εξωτερικού περιβάλλοντος και εσωτερικού χώρου ενός σπιτιού εξαιτίας της θερμοκρασιακής τους διαφοράς, αλλά και να διαπιστώνουν τη σχέση της ροής θερμότητας (ισχύς της παρεχόμενης θερμότητας) με τη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού σπιτιού – εξωτερικού περιβάλλοντος.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι μετά το πέρας της παρέμβασης υπήρξε βελτίωση ως προς το γνωστικό επίπεδο όλων των μαθητών (αγοριών και κοριτσιών). Οι περισσότεροι μαθητές αντιλαμβάνονται καλύτερα τους τρόπους μετάδοσης θερμότητας μετά την παρέμβαση και επετεύχθη σε μεγάλο βαθμό η άρση παρανοήσεων, όπως αυτή της ερώτησης Ε7 (Εικόνες 1 και 2).

Για την ποιοτική ανάλυση των ερωτήσεων ανοιχτού τύπου βασιστήκαμε στη ταξινομία SOLO (Biggs & Collis, 1982), που αποτελείται από πέντε επίπεδα, με τα οποία μπορεί ένας μαθητής/μία μαθήτρια να δομήσει μια απάντηση. Έτσι, ελέγχεται ο τρόπος που εκφράζεται γύρω από το θέμα της θερμότητας και πόσο σύνθετες απαντήσεις μπορεί να δημιουργήσει για να εξηγήσει φαινόμενα.

Μετά το τέλος της παρέμβασης ελάχιστοι ήταν οι μαθητές που δεν γνώριζαν τα φαινόμενα που μελετήθηκαν και έδιναν απαντήσεις προ-δομικού επιπέδου. Η πλειοψηφία των μαθητών, ήταν σε θέση να καταλήγουν σε ένα σωστό συμπέρασμα, βασιζόμενοι όμως σε μία μόνο σχετική πτυχή των δεδομένων, δίνουν δηλαδή, απαντήσεις μονο-δομικού επιπέδου. Υπήρξε, τέλος, μια τάση από κάποιους μαθητές να χρησιμοποιούν δύο ή περισσότερες πτυχές των δεδομένων για να καταλήξουν σε ένα σωστό συμπέρασμα απαντώντας πολύ-δομικά. Για παράδειγμα, στην ερώτηση «Γιατί το χειμώνα στρώνουμε χαλιά;» οι μαθητές που πριν την παρέμβαση έδιναν ενδεικτική απάντηση προ-δομικού επιπέδου: «Για να μην κρυώνουν τα πόδια μας», μετά την παρέμβαση έδιναν ενδεικτική απάντηση: «Γιατί τα χαλιά είναι από θερμομονωτικό υλικό και δεν αφήνουν τη θερμότητα να μεταφερθεί προς το κρύο πάτωμα». Δεν παρατηρήθηκαν, όμως, καθόλου απαντήσεις συνδυαστικού επιπέδου ή εκτεταμένης θεώρησης.

Συγκεντρωτικά, τα συγκριτικά ποσοστά, που προκύπτουν από την ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, κατά ταξινομία SOLO, πριν και μετά την παρέμβαση φαίνονται στον Πίνακα 1.

	ΑΓΟΡΙΑ		ΚΟΡΙΤΣΙΑ	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
ΠΡΟ-ΔΟΜΙΚΟ	44%	6%	46%	14%
ΜΟΝΟ-ΔΟΜΙΚΟ	48%	72%	46%	62%
ΠΟΛΥ-ΔΟΜΙΚΟ	8%	22%	8%	24%
ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΟ	0%	0%	0%	0%
ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ	0%	0%	0%	0%

Πίνακας 1 Συγκριτικά ποσοστά για αγόρια και κορίτσια

Η παρέμβαση φαίνεται να μη βοήθησε τους μαθητές να κάνουν περισσότερες γνωστικές συνδέσεις ή να εκφράζονται εκτεταμένα θέτοντας νέες υποθέσεις. Τέλος, μικρές έως αμελητέες είναι οι διαφορές ανάμεσα σε αγόρια και κορίτσια. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία βοήθησε τους μαθητές να συνεργαστούν και να αλληλεπιδράσουν αρμονικά, προκειμένου να επιτύχουν τους προτεινόμενους στόχους, αλλά και να αισθανθούν ικανοί να συνδέσουν καταστάσεις και προβλήματα της καθημερινής ζωής με έννοιες και φαινόμενα Φυσικής.

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα παρέμβαση εφαρμόστηκαν οι κύκλοι επεκτατικής μάθησης, σε δραστηριότητες που αφορούσαν φαινόμενα μετάδοσης της θερμότητας. Αυτό που προέκυψε από τη συγκεκριμένη παρέμβαση είναι ότι με την αλληλεπίδραση, τη συνεργασία και την ανταλλαγή απόψεων μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μελών, αλλά και την ταυτόχρονη χρήση ψηφιακών εργαλείων, οι μαθητές αισθάνθηκαν ικανοί να χρησιμοποιούν όλα αυτά που έμαθαν και στην καθημερινότητά τους κάνοντας τη σύνδεση καθημερινών καταστάσεων με έννοιες και φαινόμενα της Φυσικής. Αυτό, επιπλέον, είχε ως αποτέλεσμα να αποκτήσουν μια πιο θετική στάση απέναντι στη Φυσική, που για τους περισσότερους είναι ένα δύσκολο αντικείμενο.

## Βιβλιογραφία

- Αρτέμη, Σ. (2020). *Μελέτη και ανάλυση διδακτικών προτύπων για εφαρμογή στην διδακτική πολύπλοκων συστημάτων*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Φυσικής. Τομέας Φυσικής Στερεάς Κατάστασης. Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας.
- Baden, S., Fairey, P., Waide, P., de T'serclaes, P., & Laustsen, J. (2006, August). Hurdling financial barriers to low energy buildings: experiences from the USA and Europe on financial incentives and monetizing building energy savings in private investment decisions. In *Proceedings of 2006* (pp. 8-5).
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (2014). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Fidrikova, A. S., Grishina, O. S., Marichev, A. P., & Rakova, X. M. (2014). Energy-efficient technologies in the construction of school in hot climates. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 587, pp. 287-293). Trans Tech Publications Ltd.
- Kolokotsa, D., Vagias, V., Fytraki, L., & Oungrinis, K. (2019). Energy analysis of zero energy schools: the case study of child's asylum in Greece. *Advances in Building Energy Research*, 13(2), 193-204.
- Maidou, A., Plakitsi, K., & Polatoglou, H. M. (2020). Expansive Learning of Preservice Teachers Teaching Sustainable Development during Their Practicum. *World Journal of Education*, 10(2), 181-202.
- Perlova, E., Platonova, M., Gorshkov, A., & Rakova, X. (2015). Concept project of zero energy building. *Procedia Engineering*, 100, 1505-1514.
- Rogoff, B., Callanan, M., Gutiérrez, K. D., & Erickson, F. (2016). The organization of informal learning. *Review of Research in Education*, 40(1), 356-401.

## Επιχειρηματολογία μαθητών Ε΄ δημοτικού για το φαινόμενο της εξάτμισης - Μια διδακτική παρέμβαση

**Αναστασία Αγγελούδη, Γεώργιος Παπαγεωργίου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*

### Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης, που περιλαμβάνει τη διδασκαλία της σωματιδιακής θεωρίας στην ποιότητα γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για την εξάτμιση. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με τη συμπλήρωση γραπτού ερωτηματολογίου από 77 μαθητές της Ε΄ τάξης, πριν και μετά την παρέμβαση. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε βελτίωση στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών που διδάχτηκαν τη σωματιδιακή θεωρία.

**Λέξεις κλειδιά:** επιχειρηματολογία, σωματιδιακή θεωρία, εξάτμιση, δημοτικό σχολείο, διδακτική παρέμβαση.

## Fifth-grade students' argumentation about evaporation: a teaching intervention

**Angeloudi Anastasia, George Papageorgiou**

*Department of Primary Education, Democritus University of Thrace*

### Abstract

This study focuses on the contribution of a teaching intervention including particle theory, to the quality of students' arguments, related to the phenomenon of evaporation. Data were collected through a written questionnaire, which was completed pre- and post- intervention by 77 students of the 5th grade. Data analysis showed that there was an improvement in the quality of the arguments produced by the students who were taught the particle theory.

**Keywords:** argumentation, particle theory, evaporation, primary education, teaching intervention.

## **Εισαγωγή**

Η εκπαιδευτική κοινότητα των Φυσικών Επιστημών έχει δείξει έντονο ενδιαφέρον για την επιχειρηματολογία τα τελευταία χρόνια. Παρόλο που έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες για τη μελέτη της επιχειρηματολογίας των μαθητών για διάφορα θέματα (Bağ & Çalik, 2017), οι σχετικές έρευνες για το φαινόμενο της εξάτμισης είναι περιορισμένες. Η κατανόησή της σε υπο-μικροσκοπικό επίπεδο από τους μαθητές είναι σημαντική, καθώς αποτελεί τη βάση για την κατανόηση καθημερινών καταστάσεων και άλλων σχετιζόμενων εννοιών (Chang, 1999). Ωστόσο, η κατανόηση μιας έννοιας ή ενός φαινομένου, όπως η εξάτμιση, επηρεάζει την ποιότητα των αντίστοιχων επιχειρημάτων των μαθητών (Garcia-Mila et al., 2013). Η διδασκαλία της σωματιδιακής θεωρίας της ύλης μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση της εξάτμισης (Kirbulut & Beeth, 2013), και άρα πιθανώς και στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών γι' αυτήν.

## **Μεθοδολογία**

### ***Ερευνητικά Ερωτήματα***

Στο παραπάνω πλαίσιο, τα ερευνητικά ερωτήματα που ανακύπτουν είναι δύο:

- Ποια είναι η συμβολή της διδασκαλίας της σωματιδιακής θεωρίας στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών;
- Ποια είναι η συμβολή της διδασκαλίας της σωματιδιακής θεωρίας στην καταλληλότητα του περιεχομένου των συστατικών των επιχειρημάτων των μαθητών;

### ***Μέθοδος***

Ο σχεδιασμός της έρευνας στηρίχθηκε σε ένα οιονεί πειραματικό σχέδιο που περιλάμβανε μία ομάδα ελέγχου και μία πειραματική ομάδα.

### ***Δείγμα***

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 77 μαθητές, δύο δημόσιων δημοτικών σχολείων της Ανατολικής Αττικής. Την πειραματική ομάδα (ΠΟ) αποτέλεσαν 39 μαθητές, ενώ την ομάδα ελέγχου (ΟΕ) 38 μαθητές.

### ***Η διδακτική παρέμβαση***

Η διδακτική παρέμβαση περιλάμβανε δύο παράλληλα σχήματα μιας σειράς έξι διδασκαλιών για τις δύο ομάδες αντίστοιχα. Τα σχήματα διδασκαλίας είχαν κοινά θέματα, ωστόσο το περιεχόμενό τους διέφερε ως προς τα σημεία που αφορούσαν έννοιες και ερμηνείες σε υπο-μικροσκοπικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το σχήμα που διδάχτηκε στους μαθητές της ΠΟ περιλάμβανε τη σωματιδιακή θεωρία, όπως προτάθηκε από τους Johnson και Parageorgiou (2010). Σε αυτήν την περίπτωση, κεντρικό ρόλο κατείχε η ιδέα της ουσίας ως μία συλλογή σωματιδίων, τα οποία έχουν την ικανότητα να συγκρατούν το ένα το άλλο και βρίσκονται συνεχώς σε κίνηση κατά

κάποιον τρόπο (Johnson & Parageorgiou, 2010). Το σχήμα που εφαρμόστηκε στην ΟΕ σχεδιάστηκε σε συμφωνία με την υπο-μικροσκοπικού επιπέδου ανάλυση του σχολικού βιβλίου. Η παρουσίαση του μικρόκοσμου στο σχολικό βιβλίο γίνεται επιφανειακά και χωρίς τη βοήθεια ενός μοντέλου. Ειδικότερα, ο μικρόκοσμος προσεγγίζεται μέσα από τον ορισμό του μορίου, τη δομή του, καθώς και μέσα από την περιγραφή των κινήσεων των μορίων στις τρεις καταστάσεις της ύλης.

<p><b>1. Μελέτη υλικών και αντικειμένων σε σχέση με τις ιδιότητές τους. Η διάκρισή τους. (1 ΔΩ*)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Κάποιες ιδιότητες εξαρτώνται μόνο από το υλικό.</li> <li>➤ Κάποιες ιδιότητες εξαρτώνται από το υλικό, την ποσότητά του (διαστάσεις ενός αντικειμένου) και το σχήμα/δομή του αντικειμένου.</li> </ul>
<p><b>2. Μελέτη ουσιών και μιγμάτων. (1 ΔΩ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Οι ουσίες έχουν χαρακτηριστικές ιδιότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση των ουσιών από τα μίγματα, αλλά και για την ταυτοποίηση των ουσιών.</li> </ul>
<p><b>3. Εισαγωγή ενός απλού σωματιδιακού μοντέλου (μόνο στην ΠΟ). (1 ΔΩ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι ουσίες είναι συναθροίσεις σωματιδίων. Μεταξύ των σωματιδίων δεν υπάρχει τίποτα.</li> <li>• Τα σωματίδια έχουν μια ικανότητα να συγκρατούν το ένα το άλλο.</li> <li>• Υπάρχει συνεχής κίνηση των σωματιδίων προς κάποια κατεύθυνση.</li> <li>• Όλα τα σωματίδια μιας ουσίας παραμένουν τα ίδια σε οποιαδήποτε αλλαγή κατάστασης.</li> </ul>
<p><b>4. Μια ουσία μπορεί να βρεθεί σε μία από τις τρεις καταστάσεις της ύλης (στερεή, υγρή, αέρια), ανάλογα με τη θερμοκρασία. (1 ΔΩ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Διαφορετικές ουσίες μπορούν να βρεθούν σε διαφορετικές καταστάσεις στην ίδια θερμοκρασία περιβάλλοντος.</li> </ul>
<p><b>5. Περιγραφή της διαδικασίας της εξάτμισης (αλλαγή από υγρή σε αέρια κατάσταση). (1ΔΩ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ανάμιξη των σωματιδίων της ουσίας που εξατμίζεται με τα σωματίδια των ουσιών του αέρα.</li> </ul>
<p><b>6. Παράγοντες εξάτμισης (2 ΔΩ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Πώς επηρεάζουν την εξάτμιση η θερμοκρασία, η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού, τα ρεύματα αέρα και η φύση της ουσίας.</li> </ul>

Σχήμα 26 Σχεδιάγραμμα σχημάτων διδασκαλίας (\*Σημείωση: ΔΩ = Διδακτική Ώρα)

Ο σχεδιασμός και των δύο σχημάτων διδασκαλίας βασίστηκε σε παρόμοια σχήματα διδασκαλίας που αναπτύχθηκαν σε προηγούμενες έρευνες (Parageorgiou et al., 2008, 2010; Parageorgiou & Johnson, 2005). Ένα σχεδιάγραμμα των δύο σχημάτων διδασκαλίας που αναπτύχθηκαν παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Οι διδακτικές ενότητες είναι κοινές για τα δύο σχήματα, εκτός από την ενότητα 3, η οποία διδάχτηκε μόνο στην ΠΟ, ενώ οι μαθητές της ΟΕ, στη θέση αυτής της ενότητας διδάχτηκαν την αντίστοιχη ενότητα του σχολικού βιβλίου «Δομή της ύλης». Επιπλέον, στο πλαίσιο των ενοτήτων 4, 5 και 6, οποιαδήποτε ερμηνεία και εξήγηση σε υπο-μικροσκοπικό επίπεδο γινόταν σύμφωνα με τη σωματιδιακή θεωρία για την ΠΟ, ενώ για την ΟΕ γινόταν σε συμφωνία

με το αντίστοιχο περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου. Για παράδειγμα, στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα βασικά σημεία του περιεχομένου της διδασκαλίας της Ενότητας 5 («Περιγραφή της διαδικασίας της εξάτμισης»), τόσο για την ΠΟ όσο και για την ΟΕ.

<b>Ενότητα 6: Περιγραφή της διαδικασίας της Εξάτμισης (βασικά σημεία)</b>	
<b>Ομάδα Ελέγχου</b>	<b>Πειραματική Ομάδα</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Κατανόηση του φαινομένου της εξάτμισης-παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (π.χ. ρούχα που στεγνώνουν)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κατανόηση του φαινομένου της εξάτμισης-παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (π.χ. ρούχα που στεγνώνουν)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Αλλαγή φυσικής κατάστασης</b> από υγρό σε αέριο (πού πάει το νερό από τα ρούχα;)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Αλλαγή φυσικής κατάστασης</b> από υγρό σε αέριο (πού πάει το νερό από τα ρούχα;)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Η εξάτμιση γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Η εξάτμιση γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Κατανόηση του φαινομένου σε <b>μικροσκοπικό επίπεδο</b>:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Προσφορά θερμότητας σε υγρό.</li> <li>Κάποια μόρια του υγρού απομακρύνονται και διαχέονται στον χώρο που περιβάλλει το υγρό σε αέρια μορφή.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κατανόηση του φαινομένου σε <b>μικροσκοπικό επίπεδο</b>:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Ρόλος των <b>σωματιδίων</b> του υγρού με τη <b>μεγαλύτερη κινητική ενέργεια</b>.</li> <li><b>Ενέργεια συγκράτησης</b> των σωματιδίων.</li> <li>Πώς κάποια σωματίδια έχουν/ αποκτούν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια;</li> <li><b>Ρόλος του αέρα</b>: προσκρούσεις σωματιδίων των συστατικών του αέρα με σωματίδια της υγρής ουσίας.</li> <li><b>Ανακατανομή της ενέργειας</b> μεταξύ των σωματιδίων της υγρής ουσίας λόγω των μεταξύ τους συγκρούσεων.</li> <li><b>Ανάμιξη</b> της ουσίας που εξατμίζεται με τις ουσίες του αέρα.</li> </ul> </li> </ul>

Πίνακας 27 Βασικά σημεία του περιεχομένου της διδασκαλίας της Ενότητας 6

Η σχεδίαση του εκπαιδευτικού υλικού της κάθε διδακτικής παρέμβασης βασίστηκε στο διδακτικό μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006). Η πλειοψηφία των μαθησιακών έργων-δραστηριοτήτων ήταν ομαδικού χαρακτήρα και αποσκοπούσαν στην ενεργοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών, ως προαπαιτούμενο για την οικοδόμηση της νέας γνώσης.

### **Ερευνητικό Εργαλείο**

Για τη συλλογή των δεδομένων, σχεδιάστηκε με βάση τη σχετική βιβλιογραφία (Bar & Travis, 1991, Parageorgiou et al., 2008, Prain et al., 2009), ένα ανοικτού τύπου γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές μία εβδομάδα πριν και τρεις εβδομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση. Το ερωτηματολόγιο αποτελούσαν δύο μέρη: το πρώτο μέρος περιλάμβανε τρία έργα σχετικά με τη διαδικασία της εξάτμισης, ενώ το δεύτερο τέσσερα έργα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την εξάτμιση.

### **Τρόπος ανάλυσης των δεδομένων**

Η ποιότητα των επιχειρημάτων αξιολογήθηκε με βάση τη δομή (ύπαρξη συστατικών στοιχείων) και το περιεχόμενό τους (καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων, σε σχέση με τη σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης) (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014). Σε σχέση με τη δομή, αξιολογήθηκε το αν υπήρχε ή όχι το κάθε συστατικό στοιχείο σε μια απάντηση. Για την αξιολόγηση του περιεχομένου των αποδεικτικών στοιχείων, του συλλογισμού και της αντίκρουσης χρησιμοποιήθηκε μία κλίμακα τεσσάρων βαθμών (0-3), βασισμένη στο αναλυτικό πλαίσιο των Chen et al. (2016). Για τον ισχυρισμό χρησιμοποιήθηκε μία κλίμακα δύο βαθμών (0, 1), καθώς οι μαθητές είχαν να επιλέξουν τη σωστή απάντηση, από έναν αριθμό προτεινόμενων απόψεων.

### **Αποτελέσματα**

Στον Πίνακα 2 αποτυπώνεται μία συνολική εικόνα της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο ομάδων, ΠΟ και ΟΕ, μετά τη διδακτική παρέμβαση. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 2, υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, τόσο στη δομή, όσο και στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών. Όσον αφορά στη δομή, η διαφορά εντοπίζεται κυρίως στο συστατικό του συλλογισμού, με τους μαθητές της ΠΟ να τον χρησιμοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό στα επιχειρήματά τους, σε σχέση με τους μαθητές της ΟΕ (βλ. ΔΑ, Πίνακας 2). Όσον αφορά στο περιεχόμενο, φαίνεται ότι οι μαθητές της ΠΟ κατάφεραν να συνθέσουν επιχειρήματα με πιο κατάλληλο περιεχόμενο. Αν και η καταλληλότητα του περιεχομένου σε αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμούς και αντικρούσεις στην ΠΟ, βαθμολογήθηκε στην πλειοψηφία με 1, υπήρχαν και αρκετές περιπτώσεις βαθμολογίας 2 και 3, κάτι που για την ΟΕ ισχύει μόνο για δύο περιπτώσεις βαθμολογίας 2.

Έργο	Βαθμολογία	Ισχυρισμός		Αποδεικτικά Στοιχεία		Συλλογισμός		Αντίκρουση	
		ΟΕ	ΠΟ	ΟΕ	ΠΟ	ΟΕ	ΠΟ	ΟΕ	ΠΟ
1	0	10	2	22	7		1	21	7
	1	28	37	14	23	4	15	14	25
	2				3	1	7		5
	3				2		1		
	ΔΑ			2	4	33	15	3	2
2	0	7	5	20	12			23	19
	1	31	34	16	20	2	13	4	10
	2				4		3		4
	3				1				
	ΔΑ			2	2	36	23	11	6
3	0	25	18	34	18	2	1	26	20
	1	13	21	2	18		14	3	12
	2						3		1
	3								
	ΔΑ			2	3	36	21	9	6
4	0	8	9	21	11			25	14
	1	30	30	14	24	5	13	3	15
	2				3	1	2		2
	3				1				
	ΔΑ			3		32	24	10	8
5	0	16	14	25	19	1		24	18
	1	22	25	11	13	1	6	2	10
	2				5		4		1
	3								
	ΔΑ			2	2	36	29	12	10
6	0	15	5	24	15			22	16
	1	23	33	10	18	1	2		8
	2				3		2		1
	3						1		
	ΔΑ		1	4	3	37	34	16	14
7	0	15	16	23	19			23	19
	1	22	23	7	15	3	8	2	6
	2						1		1
	3								
	ΔΑ	1		8	5	35	30	13	13

Πίνακας 2 Η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών της ΟΕ και της ΠΟ, μετά τη διδακτική παρέμβαση (συχνότητες)



## Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της εργασίας συμπεραίνεται ότι η διδασκαλία της σωματιδιακής θεωρίας συνέβαλε σε αξιοσημείωτο βαθμό στην παραγωγή πιο ποιοτικών επιχειρημάτων από τους μαθητές. Η βελτίωση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην καλύτερη κατανόηση του φαινομένου της εξάτμισης από τους μαθητές της ΠΟ. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να ενισχύουν τη θέση ότι η πληρέστερη εννοιολογική κατανόηση ενός θέματος από τον μαθητή οδηγεί σε παραγωγή πιο ποιοτικών επιχειρημάτων (Cetin, 2014). Έτσι, στην περίπτωση του φαινομένου της εξάτμισης, η σωματιδιακή θεωρία φαίνεται πως συνεισφέρει προς αυτή την κατεύθυνση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραπάνω βελτίωση στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών επιτεύχθηκε χωρίς να έχει προηγηθεί η ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας στους μαθητές. Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, υπάρχουν ενδείξεις ότι η ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας συμβάλλει στη βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών (Bell & Linn, 2000· Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007· Kaya, 2013· McNeill & Krajcik, 2007· Sampson & Clark, 2009· Zohar & Nemet, 2002). Πιο συγκεκριμένα, οι δραστηριότητες επιχειρηματολογίας έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών, καθώς κατά τη συμμετοχή τους σε αυτές, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εδραιώσουν τις ιδέες τους, να μοιραστούν ιδέες με άλλους μαθητές, αλλά και να εξαλείψουν λανθασμένες κατανοήσεις (Cetin, 2014· Cross et al. 2008· Passmore & Svoboda, 2012· von Aufschnaiter et al., 2008). Έτσι, φαίνεται πως η ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας θα μπορούσε να συνεισφέρει περαιτέρω στην ενίσχυση της κατανόησης του φαινομένου της εξάτμισης και κατά συνέπεια και στη βελτίωση των δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας των μαθητών για το θέμα αυτό, κάτι που δεν έχει διερευνηθεί ακόμη.

## Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδακτόρων» (Αριθμός Υποτροφίας: 1422).

## Βιβλιογραφία

- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9-19.
- Bağ, H., & Çalik, M. (2017). A thematic review of argumentation studies at the K-8 level. *Education and Science*, 42(190), 281–303. <https://doi.org/10.15390/EB.2017.6845>
- Bar, V., & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363–382. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280409>
- 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. <https://doi.org/10.1080/095006900412284>

- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Cetin, P. S. (2014). Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, 32(1), 1-20. <http://dx.doi.org/10.1080/02635143.2013.850071>
- Chang, J. Y. (1999). Teachers' college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling. *Science Education*, 83(5). [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199909\)83:5%3C511::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-E](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199909)83:5%3C511::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-E)
- Chen, H. T., Wang, H. H., Lu, Y. Y., Lin, H. S., & Hong, Z. R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170-191. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1134849>
- Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S., Hickey, D. T., Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S., Hickey, D. T., Cross, D., Taasobshirazi, G., & Hendricks, S. (2008). Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*, 30(6), 837-861. <https://doi.org/10.1080/09500690701411567>
- Garcia-Mila, M., Gilabert, S., Erduran, S., & Felton, M. (2013). The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. *Science Education*, 97(4), 497-523. <https://doi.org/10.1002/sce.21057>
- Jimenez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3 – 27). Springer.
- Johnson, P., & Papageorgiou, G. (2010). Rethinking the introduction of particle theory: A substance-based framework. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(2), 130-150. <https://doi.org/10.1002/tea.20296>
- Kaya, E. (2013). Argumentation Practices in Classroom: Pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1139-1158. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.770935>
- Kirbulut, Z. D., & Beeth, M. E. (2013). Consistency of Students' Ideas across Evaporation, Condensation, and Boiling. *Research in Science Education*, 43(1), 209-232. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9264-z>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. Lovett & P. Shah (Eds.), *Thinking with data* (pp. 233 – 265). Taylor & Francis.
- Papageorgiou, G., Grammaticopoulou, M., & Johnson, P. M. (2010). Should we teach primary pupils about chemical change? *International Journal of Science Education*, 32(12), 1647-1664. <https://doi.org/10.1080/09500690903173650>
- Papageorgiou, G., & Johnson, P. (2005). Do particle ideas help or hinder pupils' understanding of phenomena? *International Journal of Science Education*, 27(11), 1299-1317. <https://doi.org/10.1080/09500690500102698>
- 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. <https://doi.org/10.1080/02635140802037336>
- Passmore, C. M., & Svoboda, J. (2012). Exploring opportunities for argumentation in modeling classrooms. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1535-1554. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.577842>
- Prain, V., Tytler, R., & Peterson, S. (2009). Multiple representation in learning about evaporation. *International Journal of Science Education*, 31(6), 787-808. <https://doi.org/10.1080/09500690701824249>

- Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science education*, 93(3), 448-484. <https://doi.org/10.1002/sce.20306>
- 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: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131. <https://doi.org/10.1002/tea.20213>
- 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. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>

## Ερμηνείες απλών φυσικών φαινομένων – Η αξιοποίηση σωματιδιακών ιδεών από μελλοντικούς νηπιαγωγούς

**Νικόλαος Ζαρκάδης, Γεώργιος Παπαγεωργίου**

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η αξιοποίηση σωματιδιακών ιδεών από 37 μελλοντικούς νηπιαγωγούς για την εξήγηση τριών απλών φυσικών φαινομένων (αλλαγή κατάστασης, θερμική διαστολή και διάλυση), αλλά και οι ιδέες τους για πιθανές διδακτικές προσεγγίσεις για τη μελέτη τους από νήπια. Η μελέτη έγινε με χρήση ερωτηματολογίου που περιλάμβανε τρία έργα, ένα για κάθε φαινόμενο. Τα αποτελέσματα δείχνουν τις δυσκολίες που έχουν οι μελλοντικοί νηπιαγωγοί στην υιοθέτηση και χρήση σωματιδιακών ιδεών, αλλά και τις προτεραιότητές τους στη χρήση διδακτικών εργαλείων που προσεγγίζουν τα φαινόμενα αυτά από μια μακροσκοπική προσέγγιση.

**Λέξεις κλειδιά:** σωματιδιακές ιδέες, προσχολική εκπαίδευση, φυσικά φαινόμενα

## Explanations of simple physical phenomena – The use of particle ideas by prospective preschool teachers

**Nikolaos Zarkadis, George Papageorgiou**

*Democritus University of Thrace, Department of Primary Education*

### Abstract

The main objective of the present work is to study the use of particle ideas by 37 prospective preschool teachers for the explanation of three simple physical phenomena (change of state, thermal expansion and dissolving), as well as teachers' suggestions for possible relevant teaching approaches in preschool education. For the implementation of the study, a questionnaire was used, which includes three tasks, each one for a phenomenon. Results provide evidence for the prospective teachers' difficulties in using particulate ideas and for their preferences to use didactic tools focusing on macroscopic approaches of these phenomena.

**Keywords:** particle ideas, preschool education, physical phenomena

## Εισαγωγή

Η έρευνα σχετικά με τη κατανόηση της σωματιδιακής δομής της ύλης από μαθητές διαφόρων ηλικιακών επιπέδων ή και φοιτητές έχει αναδείξει πολλές μαθησιακές δυσκολίες, οι οποίες φαίνεται να επηρεάζουν την περαιτέρω κατανόηση πολλών φαινομένων (π.χ. Adadan et al., 2010· Johnson & Papageorgiou, 2010· Papageorgiou et al., 2016). Έτσι, ο βαθμός κατανόησης της σωματιδιακής δομής παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη μελέτη και εξήγηση φαινομένων όπως οι αλλαγές κατάστασης, η θερμική διαστολή ή και η διάλυση. Συχνά η εξήγηση τέτοιων φαινομένων παρουσιάζει αρκετές παρανοήσεις είτε λόγω υιοθέτησης αποκλειστικά μακροσκοπικών ιδεών είτε λόγω εναλλακτικών σωματιδιακών ιδεών (π.χ. Adadan et al., 2010· Adbo & Taber, 2009· Harisson & Treagust, 1996· Johnson, 1998· Johnson & Papageorgiou, 2010· Lee et al., 1993· Papageorgiou et al., 2016· Renström et al., 1990· Talanquer, 2009).

Σε σχέση με τις αλλαγές κατάστασης, τα προβλήματα κατανόησης φαίνεται ότι ξεκινούν από τον τρόπο προσέγγισης των ίδιων των καταστάσεων της ύλης. Η αναφορά σε στερεά, υγρά και αέρια οδηγεί συχνά στην ιδέα της ύπαρξης τριών διαφορετικών ειδών ουσιών, τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των οποίων μεταφέρονται στα αντίστοιχα σωματίδια που αποτελούν τις ουσίες αυτές (π.χ. υγρά σωματίδια για το νερό) (π.χ. Johnson, 1998· Papageorgiou et al., 2010). Έτσι, οι μαθητές αδυνατούν να αποδώσουν τις ιδιότητες της ύλης στη συμπεριφορά των σωματιδίων ως ένα σύνολο, οπότε οποιαδήποτε αλλαγή κατάστασης μιας ουσίας εξηγείται με βάση την αλλαγή κατάστασης των σωματιδίων που την αποτελούν.

Ωστόσο, η μεταφορά αυτή των μακροσκοπικών ιδιοτήτων μιας ουσίας στα σωματίδια που την αποτελούν είναι εμφανής και σε προπτυχιακούς φοιτητές δημοτικής εκπαίδευσης (π.χ. Kokotas et al., 1998), αλλά και σε εν ενεργεία δασκάλους (π.χ. Papageorgiou et al., 2010) και νηπιαγωγούς (π.χ. Cruz-Guzman et al., 2020). Συχνά παρατηρείται δυσκολία στην αναγνώριση του σωματιδιακού μοντέλου στην περιγραφή της αέριας κατάστασης (Johnson, 1998· Papageorgiou & Johnson, 2005) παρόλο που εν ενεργεία δάσκαλοι έχει διαπιστωθεί ότι δυσκολεύονται να ενσωματώσουν το σωματιδιακό μοντέλο κυρίως στην στερεή κατάσταση (Papageorgiou et al., 2010). Βέβαια, τέτοιου είδους εννοιολογικές δυσκολίες φαίνεται ότι περιορίζονται μετά από κάποια διδακτική παρέμβαση. Για παράδειγμα, μετά από σχετική διδακτική παρέμβαση (Cruz-Guzman et al., 2020), εν ενεργεία νηπιαγωγοί παρουσίασαν πιο εξελιγμένες αναπαραστάσεις της δομής του μορίου του νερού και της εικόνας του σε διαφορετικές καταστάσεις του νερού.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, προβλήματα κατανόησης υπάρχουν και στην περίπτωση του φαινομένου της διάλυσης, τόσο σε μαθητές, όσο και σε εν ενεργεία δασκάλους και νηπιαγωγούς. Οι μαθητές συγχέουν συχνά τη διάλυση με την τήξη (Calik & Ayas, 2005· Demirbas & Ertugrul, 2014), αναδεικνύοντας την επίδραση της καθημερινής γλώσσας και εμπειρίας στη κατανόηση επιστημονικών εννοιών (π.χ. στην περίπτωση της διάλυσης της ζάχαρης σε νερό, όπου μιλούν για εξαφάνιση της ζάχαρης και για λιώσιμο της ζάχαρης). Παρόμοια, έχει διαπιστωθεί ότι εν ενεργεία δάσκαλοι (Jarvis et al., 2003) δυσκολεύονται να ενσωματώσουν το σωματιδιακό μοντέλο στις σχετικές προσεγγίσεις τους και έτσι είτε συγχέουν συχνά τη διάλυση της ζάχαρης με την τήξη (όπου μιλούν για λιώσιμο της ζάχαρης) είτε δίνουν ορατές μακροσκοπικές

περιγραφές της διάλυσης της ζάχαρης είτε χρησιμοποιούν το σωματιδιακό μοντέλο (σωματίδια/μόρια ζάχαρης) με παρανοήσεις.

Γενικότερα, διαπιστώνεται μια δυσκολία στη προσέγγιση του φαινομένου της διάλυσης από τις μικρές ακόμη ηλικίες. Για παράδειγμα, παιδιά 5-6 ετών, όταν κληθήκαν να προβλέψουν τη διάλυση της ζάχαρης σε δύο διαφορετικά υγρά, στο λάδι και στο νερό (Panagiotaki & Ravanis, 2014), ελάχιστα απάντησαν ικανοποιητικά, καθώς απεικόνισαν τη ζάχαρη να διαλύεται και στο λάδι και στο νερό. Ωστόσο, υπάρχουν και ενθαρρυντικά ευρήματα σε σχέση με το φαινόμενο αυτό, καθώς παιδιά 3 ετών φαίνεται να αναγνωρίζουν ότι η ζάχαρη δεν εξαφανίζεται όταν διαλύεται στο νερό και μπορούν να αναγνωρίσουν ότι ζάχαρη και νερό εμφανίζονται μέσα και ανάμεσα το ένα στο άλλο (Adbo & Carulla, 2018). Ακόμη, παιδιά μικρών ηλικιών (3-5 ετών) φαίνεται να μπορούν να εξηγήσουν τη διατήρηση της ύπαρξης της ύλης και των ιδιοτήτων της κατά τη διάλυση στο πλαίσιο μικρών αόρατων σωματιδίων ή κομματιών της ύλης (π.χ. Au et al., 1993· Rosen & Rosin, 1993).

Αναφορικά με το φαινόμενο της διαστολής, οι εξηγήσεις των μαθητών και πάλι σχετίζονται με το μακροσκοπικό επίπεδο και τη δυσκολία των μαθητών να δώσουν εξηγήσεις στο μικροσκοπικό επίπεδο των σωματιδίων (Crespo & Pozo, 2004· Lee et al., 1993). Η μακροσκοπική προσέγγιση του φαινομένου από τους μαθητές αποδίδεται στο άμεσα παρατηρήσιμο αποτέλεσμα της θέρμανσης/ψύξης με την διαστολή/συστολή (Ravanis et al., 2013), αλλά και στην απόδοση μακροσκοπικών χαρακτηριστικών στα σωματίδια (Crespo & Pozo, 2004). Ωστόσο, το ενθαρρυντικό στοιχείο είναι και πάλι το γεγονός ότι μέσα από διδακτικές παρεμβάσεις φαίνεται ότι τα παιδιά (5-6 ετών) μπορούν να προσεγγίσουν το φαινόμενο. Για παράδειγμα, φαίνεται να αναγνωρίζουν ότι η θέρμανση/ψύξη μιας μεταλλικής σφαίρας προκαλεί την διαστολή/συστολή της (Ravanis et al., 2013). Ακόμη, παιδιά 6 ετών μπορούν σε κάποιο βαθμό, μετά από διδακτική παρέμβαση να οικειοποιηθούν την έννοια του μορίου, καθώς μπορούν να κατανοήσουν ότι υπάρχουν διαφορετικά είδη μορίων (π.χ. μόρια νερού, μόρια ζάχαρης), αλλά και μπορούν να συνδέσουν το νερό με την έννοια του μορίου του νερού και την κίνηση των μορίων του νερού με τη θερμοκρασία (Åkerblom et al., 2019· Åkerblom & Pramling, 2020). Επίσης, είναι σημαντικό ότι σε έρευνα των Adbo & Vidal Carulla (2020), βρέθηκε ότι παιδιά 3-5 ετών μπορούν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, σε κάποιο βαθμό και μετά από διδακτική παρέμβαση (οπτικές αναπαραστάσεις-video animation activities), να προσεγγίσουν την έννοια του μορίου και του ατόμου. Στην ίδια έρευνα (Adbo & Vidal Carulla, 2020) φαίνεται ότι κατά τη μετατροπή του νερού από στερεό σε υγρό και αέριο, τα παιδιά μπορούσαν (μέσα από zoom στο video) να αναγνωρίσουν την ύπαρξη μορίων, να αναγνωρίσουν και να ονομάσουν την κάθε κατάσταση και να συμπεράνουν ότι τα άτομα βρίσκονται παντού.

Με βάση τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι από τη μία η κατανόηση και εφαρμογή του σωματιδιακού μοντέλου για τη περιγραφή απλών φυσικών φαινομένων δημιουργεί δυσκολίες ακόμη και σε προπτυχιακούς δασκάλους και νηπιαγωγούς, αλλά από την άλλη φαίνεται ότι οι σωματιδιακές ιδέες μπορούν να προσεγγιστούν ακόμη και από τα μικρά παιδιά. Έτσι, επειδή τέτοια φαινόμενα και ιδιαίτερα οι αλλαγές κατάστασης και τα φαινόμενα διάλυσης απασχολούν ακόμη και την προσχολική ηλικία (έστω και ως μια πρώτη προσέγγιση μέσω του κύκλου του νερού και της αλατότητας της θάλασσας), θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί ο βαθμός κατανόησής τους από μελλοντικούς-προπτυχιακούς νηπιαγωγούς στη βάση της σωματιδιακής θεώρησης, αλλά και πιθανές διδακτικές προσεγγίσεις που θα μπορούσαν να υιοθετήσουν οι

φοιτητές για τη μελέτη τους στη νηπιακή ηλικία. Στο πλαίσιο αυτό, γίνεται μια προσπάθεια απάντησης των παρακάτω ερευνητικών ερωτημάτων:

1. Σε ποιο βαθμό οι προπτυχιακοί νηπιαγωγοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ιδέα της σωματιδιακής δομής της ύλης για να περιγράψουν και να εξηγήσουν απλά φυσικά φαινόμενα;
2. Σε ποιο βαθμό οι προπτυχιακοί νηπιαγωγοί μπορούν να προτείνουν κατάλληλα διδακτικά εργαλεία για να περιγράψουν και να εξηγήσουν τα απλά αυτά φαινόμενα;

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα που σχεδιάστηκε συμμετείχαν 37 προπτυχιακοί νηπιαγωγοί (Γ' έτος) του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης. Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα ερωτηματολόγιο που σχεδιάστηκε ειδικά για τη συγκεκριμένη έρευνα. Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε για την διερεύνηση της κατανόησης των σωματιδιακής δομής της ύλης μέσα από την εξήγηση συγκεκριμένων φαινομένων και πιθανών διδακτικών προσεγγίσεων που θα μπορούσαν να υιοθετήσουν οι φοιτητές για τη μελέτη και διδασκαλία τους στην νηπιακή ηλικία.

---

*Χρησιμοποίησε το ότι η ύλη αποτελείται από μικρές δομικές μονάδες που συνήθως τις αναφέρουμε ως σωματίδια, όπως είναι για παράδειγμα τα μόρια, τα άτομα, τα ιόντα, τα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια, τα νετρόνια για να απαντήσεις στα ακόλουθα:*

---

Έργο	Περιεχόμενο ανά έργο
1	α. Πώς το νερό μπορεί να βρίσκεται στη στερεή (πάγος), στην υγρή και στην αέρια (υδρατμός) κατάσταση; β. Πώς, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα διδακτικά εργαλεία, θα μπορούσες να κάνεις κατανοητές αυτές τις περιγραφές σε νήπια;
2	α. Πώς η ζάχαρη διαλύεται στο νερό; β. Πώς, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα διδακτικά εργαλεία, θα μπορούσες να κάνεις κατανοητή αυτήν την περιγραφή σε νήπια;
3	α. Πώς μια μεταλλική σφαίρα, όταν τη ζεστάνουμε, μεγαλώνει σε μέγεθος (διαστέλλεται); β. Πώς, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα διδακτικά εργαλεία, θα μπορούσες να κάνεις κατανοητή αυτήν την περιγραφή σε νήπια;

---

*Πίνακας 28 Το περιεχόμενο των τριών (3) έργων του ερευνητικού εργαλείου*

Τα έργα που επιλέχθηκαν, αφορούσαν στην κατανόηση της σωματιδιακής δομής της ύλης και παρουσίαζαν φαινόμενα που συναντώνται ακόμη και σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Τέτοια φαινόμενα είναι οι αλλαγές κατάστασης (Έργο 1), τα φαινόμενα διάλυσης (Έργο 2) και η διαστολή/συστολή των σωμάτων (Έργο 3), όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 1. Σε καθένα από τα έργα, οι προπτυχιακοί νηπιαγωγοί θα έπρεπε να εξηγήσουν το φαινόμενο στη βάση της σωματιδιακής θεώρησης και να προτείνουν πιθανές διδακτικές προσεγγίσεις για τη μελέτη του φαινομένου από νήπια. Το ερωτηματολόγιο ελέγχθηκε στα πλαίσια πιλοτικής φάσης σε δείγμα 14 φοιτητών

(χωρίς να προκύψουν αλλαγές) και στη συνέχεια χορηγήθηκε στα πλαίσια της κύριας έρευνας. Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειάς του αξιολογήθηκε με τον δείκτη  $\alpha$  του Cronbach που βρέθηκε 0,71. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγινε από τους φοιτητές στη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας. Οι απαντήσεις των φοιτητών σε σχέση με τις εξηγήσεις τους για τα φαινόμενα, αξιολογήθηκαν σε κάθε έργο και κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο την ορθότητα και πληρότητά τους σε σχέση με την επιστημονική άποψη για τη σωματιδιακή δομή της ύλης. Επιπλέον, μια δεύτερη κατηγοριοποίηση αφορούσε τα προτεινόμενα διδακτικά εργαλεία, τα οποία παρουσιάζονται μέσα από τις σχετικές διδακτικές προσεγγίσεις.

## Αποτελέσματα

Οι εξηγήσεις των φαινομένων από τους φοιτητές ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Κατηγορία «Α»: Σωματιδιακό μοντέλο
- Κατηγορία «Β»: Σωματιδιακό μοντέλο με παρανοήσεις (π.χ. τα μόρια του νερού ανάλογα με τη θερμοκρασία αλλάζουν και κατάσταση (Έργο 1), τα μόρια της ζάχαρης γίνονται μικρότερα στη διάλυση γι αυτό και δεν μπορούμε να τα δούμε (Έργο 2), τα άτομα που αποτελείται η σφαίρα με τη βοήθεια της θερμότητας διαστέλλονται και για αυτό τον λόγο η σφαίρα μεγαλώνει σε μέγεθος (Έργο 3))
- Κατηγορία «C»: Μακροσκοπικό μοντέλο, (π.χ. η ζάχαρη έλιωσε)
- Κατηγορία «D»: Ασαφείς ή λάθος απαντήσεις

Τα διδακτικά εργαλεία που επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν από τους φοιτητές είναι τα ακόλουθα:

- I. Απλή λεκτική περιγραφή σε μακρο- ή και υπομίκρο- επίπεδο (εμπεριέχει και την αφήγηση παραμυθιού και τη χρήση ερωτήσεων)
- II. Αναπαραστάσεις /απεικονίσεις σε μακρο- ή και υπομικρο- επίπεδο (εμπεριέχει και τη χρήση εννοιολογικού χάρτη)
- III. Πείραμα/δραστηριότητα
- IV. Αναλογία
- V. Παιχνίδι ρόλων σε μακρο- ή και υπομίκρο- επίπεδο
- VI. Γενικόλογες απαντήσεις
- VII. Δεν απάντησαν

Από τον Πίνακα 2 φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των φοιτητών δυσκολεύεται να χρησιμοποιήσει σωματιδιακές ιδέες για να εξηγήσει τα φαινόμενα, ανεξάρτητα από το υπό εξήγηση φαινόμενο, αν και μια μικρή αύξηση των μακροσκοπικών αντιλήψεων (κατηγορία C) φαίνεται να υπάρχει καθώς βαδίζουμε από το Έργο 1 προς το Έργο 3. Όσο για την κατηγορία «Α», τα ποσοστά του Πίνακα 2 δείχνουν ότι στα δύο πρώτα Έργα (1α και 2α) το «Σωματιδιακό μοντέλο» εκφράζεται σε υπερδιπλάσιο ποσοστό (24,3%) σε σχέση με το Έργο 3α (10,8%), αν και γενικότερα, τα ποσοστά αυτά είναι ιδιαίτερα χαμηλά.



Κατηγορία	Έργο 1α	Έργο 2 <sup>α</sup>	Έργο 3 <sup>α</sup>
«Α»	9(24,3%)	9(24,3%)	4(10,8%)
«Β»	3(8,1%)	3(8,1%)	4(10,8%)
«C»	19(51,4%)	20(54,1%)	24(64,9%)
«D»	6(16,2%)	5(13,5%)	5(13,5%)

Πίνακας 2 Κατανομή των εξηγήσεων των φοιτητών ανά έργο (συχνότητες και ποσοστά) Α: «Σωματιδιακό μοντέλο», Β: «Σωματιδιακό μοντέλο με παρανοήσεις», C: «Μακροσκοπικό», D: «Ελλείπουσες τιμές, ασαφείς ή λάθος απαντήσεις»

Διδακτικό εργαλείο	Έργο 1β	Έργο 2β	Έργο 3β
«I»	5(13,5%)	4(10,8%)	3(8,1%)
«II»	2(5,4%)	-	2(5,4%)
«III»	19(51,4%)	26(70,3%)	21(56,8%)
«IV»	2(5,4%)	-	1(2,7%)
«V»	-	1(2,7%)	3(8,1%)
«VI»	2(5,4%)	2(5,4%)	1(2,7%)
«VII»	7(18,9%)	4(10,8%)	6(16,2%)

Πίνακας 3 Κατανομή των προτεινόμενων διδακτικών εργαλείων ανά έργο (συχνότητες και ποσοστά) I: «Απλή λεκτική περιγραφή», II: «Αναπαραστάσεις/απεικονίσεις», III: «Πείραμα/Δραστηριότητα», IV: «Παιχνίδι ρόλων», V: «Αναλογία», VI: «Γενικόλογες απαντήσεις», VII: «Ελλείπουσες τιμές, ασαφείς ή λάθος απαντήσεις»

Σε σχέση με τα διδακτικά εργαλεία που προτάθηκαν από τους φοιτητές (Πίνακας 3), φαίνεται ότι το «Πείραμα/Δραστηριότητα» («III») εμφανίζεται σε μεγαλύτερο ποσοστό σε όλα τα έργα και ιδιαίτερα στο Έργο 2β. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας το εργαλείο αυτό, οι προσεγγίσεις παραμένουν στο μακροσκοπικό επίπεδο, ενώ άλλα εργαλεία, όπως το παιχνίδι ρόλων ή οι αναπαραστάσεις, που θα μπορούσαν να κινηθούν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο, είναι ιδιαίτερα περιορισμένες.

## Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν τις δυσκολίες που συναντούν οι μελλοντικοί Νηπιαγωγοί όταν καλούνται να εξηγήσουν φαινόμενα, όπως οι αλλαγές κατάστασης, η θερμική διαστολή και η διάλυση. Σχετικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, οι μελλοντικοί Νηπιαγωγοί φαίνεται να μη μπορούν να συνδέσουν ικανοποιητικά τη σωματιδιακή προσέγγιση με την εξήγηση των παραπάνω φαινομένων, αναδεικνύοντας παράλληλα αρκετές παρανοήσεις που συνδέονται είτε με αλλαγές σε χαρακτηριστικά των δομικών μονάδων (π.χ. Griffiths & Preston, 1992· Harisson & Treagust, 1996· Papageorgiou et al., 2016) είτε με την υιοθέτηση αποκλειστικά μακροσκοπικών ιδεών (π.χ. Adadan et al., 2010· Adbo & Taber, 2009· Harisson & Treagust, 1996· Johnson, 1998· Johnson & Papageorgiou, 2010· Papageorgiou et al., 2016· Renström et al., 1990· Talanquer, 2009). Σχετικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, οι μελλοντικοί Νηπιαγωγοί φαίνεται να δυσκολεύονται να προτείνουν κατάλληλα διδακτικά εργαλεία για να περιγράψουν (και να εξηγήσουν) τα συγκεκριμένα φαινόμενα. Αν και η χρήση του πειράματος/δραστηριότητας που κύρια

προτείνεται από τους φοιτητές, είναι κάτι το θετικό που συμβάλλει στη μελέτη των σχετικών φαινομένων στο νηπιαγωγείο, ωστόσο, άλλα διδακτικά εργαλεία που θα μπορούσαν να βοηθήσουν τα νήπια να αναπτύξουν αναπαραστάσεις ενός μικροσκοπικού κόσμου (ώστε αργότερα να αποδεχθούν ευκολότερα τις σωματιδιακές απόψεις) φαίνεται ότι δεν αξιοποιούνται από τους μελλοντικούς νηπιαγωγούς. Ενδεχομένως, το σχολικό πλαίσιο στο οποίο οι μελλοντικοί νηπιαγωγοί έχουν διδαχθεί το σωματιδιακό μοντέλο να είναι ένας από τους παράγοντες που δυσκολεύουν την αναγνώριση και χρήση του μοντέλου από αυτούς, με αποτέλεσμα να μην μεταφέρουν στους μαθητές τη σωματιδιακή προσέγγιση στον επιθυμητό βαθμό. Συνεπώς, αν στους στόχους μας είναι η ανάπτυξη τέτοιων ιδεών από μικρή ηλικία, θα ήταν χρήσιμο να ληφθούν υπόψη τα ευρήματα αυτά στον σχεδιασμό αντίστοιχων μαθημάτων στο πλαίσιο των φυσικών επιστημών στα Τμήματα Νηπιαγωγών. Επομένως, χρειάζεται μια αναδιαμόρφωση στην εισαγωγή του σωματιδιακού μοντέλου μέσα από ταυτόχρονη εισαγωγή κατάλληλων οπτικών αναπαραστάσεων της σωματιδιακής δομής και λεκτικών περιγραφών σε διαφορετικά πλαίσια (task contexts), συνδέοντας τη μακροσκοπική εικόνα με τον μικρόκοσμο. Για παράδειγμα, η σύνδεση των εμπειριών των παιδιών με τον μικρόκοσμο θα μπορούσε να γίνει μέσα από κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις, οι οποίες θα εμπεριέχουν τη χρήση βίντεο και προσομοιώσεων για την αναπαράσταση των φαινομένων σε μοριακό/ατομικό επίπεδο (π.χ. Adbo & Vidal Carulla, 2020) ή/και το παιχνίδι ρόλων και τη δραματοποίηση (π.χ. Åkerblom et al., 2019).

## Βιβλιογραφία

- Adbo, K., & Vidal Carulla, C. (2020). Learning about science in preschool: Play-based activities to support children's understanding of chemistry concepts. *International Journal of Early Childhood*, 52(1), 17-35. <https://doi.org/10.1007/s13158-020-00259-3>
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690701799383>
- Adadan, E., Trundle, K. C., & Irving, K. E. (2010). Exploring grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multirepresentational instruction. *Journal of research in science teaching*, 47(8), 1004-1035. <https://doi.org/10.1002/tea.20366>
- Åkerblom, A., & Pramling, N. (2020). Children's understanding of representations of basic chemistry after participating in an early childhood drama pedagogical activity. *Journal Of Early Childhood Education Research*, 9(2), 290-313.
- Åkerblom, A., Součková, D., & Pramling, N. (2019). Preschool children's conceptions of water, molecule, and chemistry before and after participating in a playfully dramatized early childhood education activity. *Cultural Studies of Science Education*, 14(4), 879-895. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9894-9>
- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18(1), 53-85. <https://doi.org/10.1080/03057269008559981>
- Au, T. K., Sidle, A. L., & Rollins, K. B. (1993). Developing an intuitive understanding of conservation and contamination: Invisible particles as a plausible mechanism. *Developmental Psychology*, 29(2), 286-299. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.29.2.286>
- Calik, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of research in science teaching*, 42(6), 638-667. <https://doi.org/10.1002/tea.20076>

- Crespo, M. Á. G., & Pozo, J. I. (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: understanding how matter changes. *International journal of science education*, 26(11), 1325-1343. <https://doi.org/10.1080/0950069042000205350>
- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., & Criado, A. M. (2020). Analysis of the models proposed by prospective pre-primary teachers when studying water. *International Journal of Science Education*, 42(17), 2876-2897. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1841327>
- Demirbas, M., & Ertugrul, N. (2014). A study on preschoolers' conceptual perceptions of states of matter: a case study of Turkish students. *South African Journal of Education*, 34(3). <https://doi.org/10.15700/201409161115>
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science teaching*, 29(6), 611-628. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290609>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F)
- Jarvis, T., Pell, A., & McKeon, F. (2003). Changes in primary teachers' science knowledge and understanding during a two year in-service programme. *Research in Science & Technological Education*, 21(1), 17-42. <https://doi.org/10.1080/02635140308341>
- Johnson, P. (1998). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20(4), 393-412. <https://doi.org/10.1080/0950069980200402>
- Johnson, P., & Papageorgiou, G. (2010). Rethinking the introduction of particle theory: A substance-based framework. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(2), 130-150. <https://doi.org/10.1002/tea.20296>
- Kokkotas, P., Vlachos, I., & Koulaidis, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20(3), 291-303. <https://doi.org/10.1080/0950069980200303>
- Lee, O., Eichinger, D., Anderson, C., Berkheimer, C., & Blakeslee, T. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 249-270. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300304>
- Panagiotaki, M. A., & Ravanis, K. (2014). What would happen if we strew sugar in water or oil? Predictions and drawings of preschoolers. *International Journal of Research in Education Methodology*, 5(2), 579-585.
- Papageorgiou, G., Markos, A., & Zarkadis, N. (2016). Understanding the Atom and Relevant Misconceptions: Students' Profiles in Relation to Three Cognitive Variables. *Science Education International*, 27(4), 464-488.
- Papageorgiou, G., Stamovlasis, D., & Johnson, P. M. (2010). Primary Teachers' Particle Ideas and Explanations of Physical Phenomena: Effect of an in-service training course. *International Journal of Science Education*, 32(5), 629-652. <https://doi.org/10.1080/09500690902738016>
- Ravanis, K., Papandreou, M., Kampeza, M., & Vellopoulou, A. (2013). Teaching activities for the construction of a precursor model in 5-to 6-year-old children's thinking: the case of thermal expansion and contraction of metals. *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(4), 514-526. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.845440>
- Renstrom, L., Andersson, B., & Marton, F. (1990). Students' conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 555-569. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.82.3.555>
- Rosen, A. B., & Rozin, P. (1993). Now you see it, now you don't: The preschool child's conception of invisible particles in the context of dissolving. *Developmental Psychology*, 29(2), 300-311. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.29.2.300>

Talanquer, V. (2009). On cognitive constraints and learning progressions: The case of “structure of matter”. *International Journal of Science Education*, 31(15), 2123-2136.  
<https://doi.org/10.1080/09500690802578025>

## Η διδασκαλία του μοντέλου του Bohr με τη χρήση γραμμικών φασμάτων

**Ιωάννης Καρδαράς, Μαρία Καλλέρη**

*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα*

### Περίληψη

Τα γραμμικά φάσματα που παράγονται από τις μεταβάσεις ηλεκτρονίων μεταξύ των ατομικών ενεργειακών σταθμών έθεσαν τα θεμέλια για τη διαμόρφωση της Σύγχρονης Φυσικής. Η διδασκαλία τους με πειραματικές δραστηριότητες, μπορεί να δώσει κίνητρα στους μαθητές για την απόκτηση μιας πιο ουσιαστικής και ποιοτικής κατανόησης της Δομής του Ατόμου. Σε αυτή τη μελέτη, παρουσιάζουμε μία παρέμβαση για τη διδασκαλία του μοντέλου του ατόμου του Bohr χρησιμοποιώντας τα γραμμικά φάσματα των χημικών στοιχείων. Ο σχεδιασμός της παρέμβασης βασίστηκε στο Μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (ΜΕΑ). Οι μαθητές του Λυκείου συμμετείχαν σε έναν συνδυασμό πειραματικών δραστηριοτήτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση είχε σημαντική θετική επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών.

**Λέξεις κλειδιά:** Γραμμικά φάσματα, Άτομο του Bohr, Διδασκαλία βασισμένη στη διερεύνηση

## Teaching the model of the Bohr atom using the line spectra

**Ioannis Kardaras, Maria Kallery**

*Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece*

### Abstract

Line spectra generated by electron transitions between energy levels of the atoms laid the groundwork for the formulation of contemporary physics. Teaching them with experimental activities can motivate students to learn and help them obtain a more profound and qualitative understanding of the atomic structure. In this study, we present a module for the teaching of the model of the Bohr atom using linear spectra of chemical elements. The design of the module was based on the model of educational reconstruction. The students of the upper secondary education were engaged in a combination of computer simulations and hands-on activities. The results showed that the intervention had a significant positive impact on students' learning outcomes.

**Keywords:** Line spectra, Bohr's atom, Inquiry-based teaching

## Εισαγωγή

Η κατανόηση των γραμμικών φασμάτων διαδραμάτισε έναν καθοριστικό ρόλο στη μελέτη της Ατομικής δομής. Παρόλο που η διδασκαλία των γραμμικών φασμάτων αποτελεί θεμελιώδες μέρος της εισαγωγής των μαθητών στη Σύγχρονη Φυσική, η έρευνα για τη διδασκαλία τους, όπως διαπιστώνεται από τη βιβλιογραφία, δεν είναι εκτενής (Ivanjek, 2012; Savall-Aleman et al., 2019).

Ειδικά στο ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) η έμφαση που δίνεται στον μαθηματικό φορμαλισμό παρά στη γνώση του φαινομένου οδηγεί τους μαθητές στην απλή απομνημόνευση, χωρίς να μετασχηματίζεται το περιεχόμενο κατάλληλα για το γνωστικό επίπεδο των μαθητών και για τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους. Η σχεδιαζόμενη διδασκαλία εντάσσεται στο πλαίσιο μελέτης κυρίως του ατομικού φάσματος του Υδρογόνου, αφού η ερμηνεία του απαιτεί καλή γνώση της κβάντωσης των ενεργειακών σταθμών του ατόμου και της αλληλεπίδρασης φωτός – ύλης (Savall-Aleman et al., 2016).

Με βάση τα παραπάνω, τα κύρια ερευνητικά μας ερωτήματα διατυπώνονται ως εξής:

Πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε μια διδακτική σειρά βασισμένη σε μια αλληλουχία δραστηριοτήτων που υποστηρίζει την κατανόηση του ατομικού μοντέλου του Bohr από τους μαθητές μέσα στο πλαίσιο διδασκαλίας των γραμμικών φασμάτων και παράλληλα τους κινεί το ενδιαφέρον;

Ποια είναι η αποτελεσματικότητα στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στο θέμα που αφορά τα γραμμικά φάσματα των ατόμων και κυρίως του ατόμου του Υδρογόνου, της σχεδιαζόμενης διδακτικής σειράς;

### *Θεωρητικό υπόβαθρο*

Το 19<sup>ο</sup> αιώνα οι επιστήμονες με τη χρήση του φασματοσκοπίου ανακάλυψαν ότι κάθε χημικό στοιχείο παράγει ένα σύνολο από φασματικές γραμμές. Η σειρά των γραμμών που δημιουργούνται ονομάζεται γραμμικό φάσμα εκπομπής του στοιχείου και είναι χαρακτηριστικό του χημικού στοιχείου που το εκπέμπει. Η ερμηνεία του φαινομένου δόθηκε από τον Bohr το 1913, ο οποίος εφαρμόζοντας τη κβαντική θεωρία των Planck και Einstein στο ατομικό μοντέλο του Rutherford διαμόρφωσε το δικό του μοντέλο. Οι βασικές ιδέες του δικού του μοντέλου, για την περιγραφή του ατόμου του υδρογόνου, συνοψίζονται στις εξής: α) το ηλεκτρόνιο κινείται σε κυκλικές τροχιές διαφορετικών ακτίνων γύρω από το πρωτόνιο με την επίδραση της δύναμης του Coulomb, β) αυτές οι τροχιές έχουν καθορισμένη ενέργεια και στροφορμή και το ηλεκτρόνιο δεν εκπέμπει ακτινοβολία καθώς περιστρέφεται σε αυτές, γ) ενέργεια ακτινοβολείται από το άτομο κατά τη μετάβαση του ηλεκτρονίου μεταξύ αυτών των τροχιών η οποία περιγράφεται από την εξίσωση

$$\Delta E = E_i - E_f = h \cdot f$$

όπου  $E_i$  είμαι η ενέργεια της αρχικής και  $E_f$  η ενέργεια της τελικής κατάστασης.

Για την περιγραφή του μοντέλου του ατόμου του Bohr, αρκετές έννοιες και φαινόμενα, όπως η κυκλική κίνηση, ο νόμος του Coulomb, η κινητική και η δυναμική ενέργεια, η εκπομπή και η απορρόφηση του φωτός καθώς και οι διακριτές ενεργειακές

στάθμες απαιτούνται να κατανοηθούν, ώστε ο μαθητής να αποκτήσει βαθύτερη κατανόηση του μοντέλου (Arons, 1990). Το μοντέλο του ατόμου του Bohr μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα υδρογονοειδή άτομα και ο Bohr έδειξε ότι αρκετές από τις γραμμές που παρατηρήθηκαν στον Ήλιο και στους Αστέρες θα μπορούσαν να αποδοθούν στο ιονισμένο άτομο του χημικού στοιχείου Ήλιο (Serway et al., 2004).

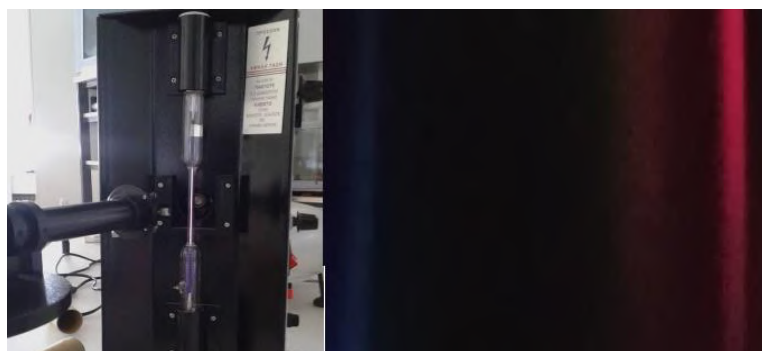
## Μεθοδολογία

### *Η παρέμβαση*

Η διδακτική μας παρέμβαση σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη το Πρόγραμμα Σπουδών για τη Φυσική και βασίστηκε στο Μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (Duit et al., 2012). Προκειμένου να βοηθήσουμε τους μαθητές να εμβαθύνουν τη γνώση τους για το μοντέλο του Bohr, αναπτύξαμε πειραματικές δραστηριότητες για άμεση και σαφή εμπειρία των ατομικών φασμάτων. Ο κύριος μαθησιακός στόχος αυτών των δραστηριοτήτων ήταν να κατανοήσουν οι μαθητές την περιγραφή του μοντέλου, να μετρήσουν τα μήκη κύματος των φασματικών γραμμών, να προσδιορίσουν τη σχέση μεταξύ αυτών των μηκών κύματος και των ηλεκτρονιακών μεταβάσεων, να συσχετίσουν τη θεωρία με το φάσμα των Αστέρων και να επεξεργαστούν το Ηλιακό φάσμα. Η παρέμβασή μας είχε διάρκεια 5 διδακτικών ωρών (σχεδόν όσες προτείνονται στο Βιβλίο του Καθηγητή) και εφαρμόστηκε σε 38 μαθητές της Β΄ Λυκείου. Η διδακτική προσέγγιση που υιοθετήθηκε ήταν αυτή της δομημένης διερεύνησης.

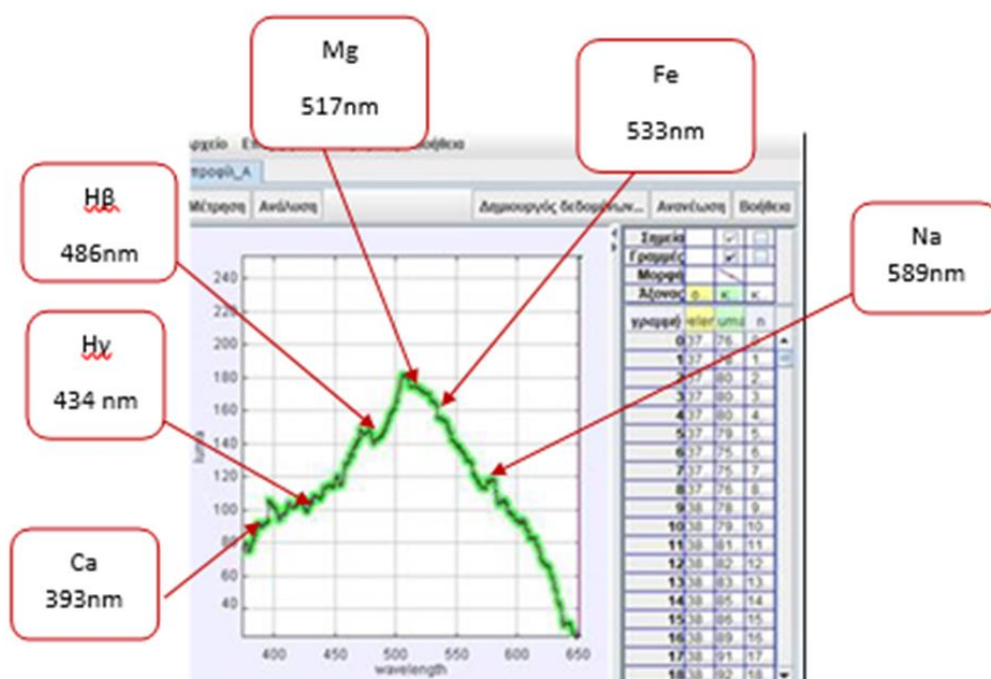
Η παρέμβασή μας περιλαμβάνει τρεις δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν κυρίως γύρω από την παρατήρηση και μελέτη του φάσματος του Υδρογόνου: Στην πρώτη δραστηριότητα, οι μαθητές εισάγονται στο μοντέλο του Bohr μέσω προσομοίωσης του ατόμου του Υδρογόνου (Phet Colorado). Σε αυτή, οι μαθητές προβλέπουν και επιβεβαιώνουν τις υποθέσεις του μοντέλου. Στη δεύτερη δραστηριότητα, οι μαθητές παρατηρούν τα γραμμικά φάσματα από λαμπτήρες αερίων (ένα φασματοσκόπιο ανά ομάδα των τεσσάρων μαθητών) και μετρούν τα μήκη κύματος των γραμμών που εμφανίζονται στο φάσμα τους, εστιάζοντας σε αυτό του Υδρογόνου (Εικόνα 1). Έπειτα, εφαρμόζουν τις μαθηματικές εξισώσεις του μοντέλου του Bohr υπολογίζοντας την ενέργεια των φωτονίων που δημιουργούν οι φωτεινές γραμμές και στη συνέχεια βρίσκουν τις μεταβάσεις των ηλεκτρονίων που παράγουν τις αντίστοιχες γραμμές.

Έχοντας εισάγει την περιγραφή του μοντέλου και προκειμένου να διεγείρουμε το ενδιαφέρον των μαθητών, να ενθαρρύνουμε τη συζήτηση και να τους παροτρύνουμε στη χρήση της επιστημονικής μεθόδου, θέτουμε το ακόλουθο ερώτημα: Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε τη σταθερά του Planck χρησιμοποιώντας το φασματοσκόπιο και μια λάμπα που περιέχει θερμό αέριο Υδρογόνου;



Εικόνα 1 Φως εκπνεόμενο από μια λάμπα που περιέχει αέριο Υδρογόνο και το αντίστοιχο φάσμα του.

Στην τρίτη δραστηριότητα, αρχικά διατυπώνουμε στους μαθητές το ακόλουθο ερώτημα: Πώς μπορούμε από τις σκοτεινές γραμμές του Ηλιακού φάσματος να προσδιορίσουμε τα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται; Για την απάντηση της ερώτησης αυτής ο διδάσκων περιγράφει πρώτα τον σχηματισμό των φασμάτων απορρόφησης των Αστέρων. Στη συνέχεια οι μαθητές χρησιμοποιώντας ένα φασματοσκόπιο παρατηρούν το φάσμα (Kardaras & Kallery, 2020) και καλούνται να αναγνωρίσουν τα χημικά στοιχεία που αποτελούν τον Ήλιο από τις γραμμές του φάσματος (Εικόνα 2). Ιδιαίτερως για το Υδρογόνο οι μαθητές υπολογίζουν τις αντίστοιχες ενεργειακές μεταβάσεις που δημιουργούν τις γραμμές.



Εικόνα 2 Προσδιορισμός χημικών στοιχείων από το Ηλιακό φάσμα.

### Συλλογή δεδομένων

Για τη συλλογή δεδομένων, επιπροσθέτως των άλλων εργαλείων (φύλλα εργασίας και συνεντεύξεις), χρησιμοποιήσαμε ερωτηματολόγιο 10 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, δύο από τις οποίες παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.



Διεγερμένα άτομα Υδρογόνου είναι στη στάθμη με κβαντικό αριθμό  $n$ . Αν υπάρχουν έξι γραμμές στο γραμμικό φάσμα εκπομπής, τότε ο αριθμός  $n$  είναι  
 α.  $n=3$  β.  $n=6$  γ.  $n=5$  δ.  $n=4$

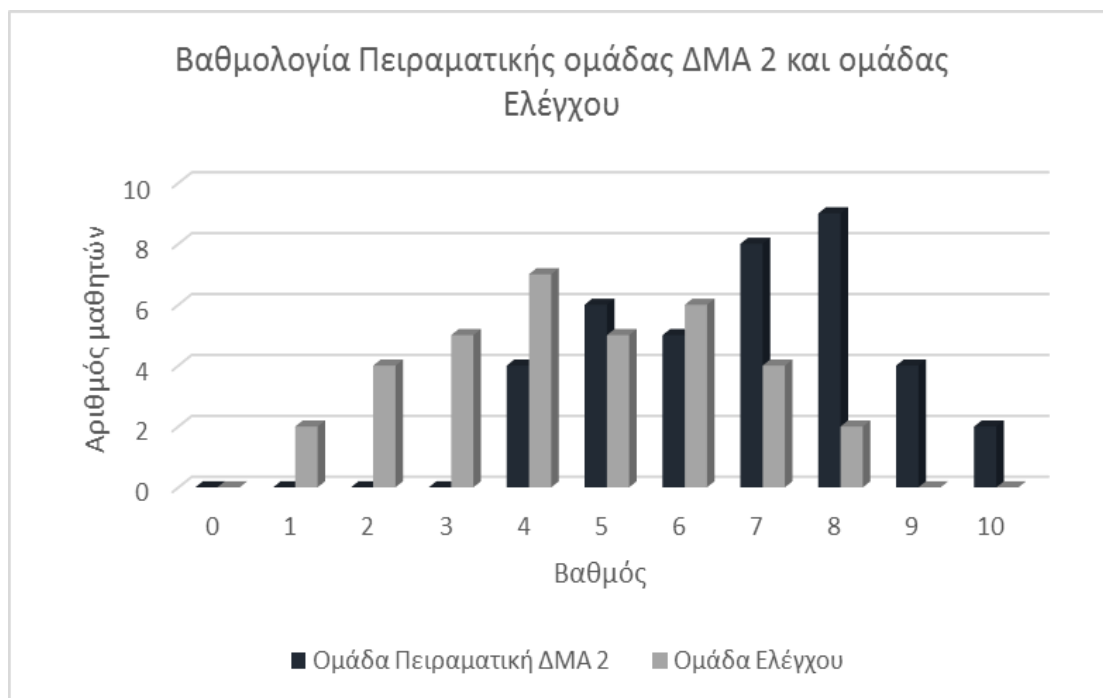
Το διάγραμμα δείχνει τις ενεργειακές στάθμες του ατόμου του Υδρογόνου και τα μήκη κύματος των αντίστοιχων φωτονίων που εκπέμπονται κατά τις αποδιεγέρσεις του. Μεγαλύτερη συχνότητα έχει το φωτόνιο μήκους κύματος  
 α.  $\lambda_1$  β.  $\lambda_2$  γ.  $\lambda_3$  δ.  $\lambda_4$

Εικόνα 3 Δείγμα ερωτήσεων για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από τους μαθητές που συμμετείχαν στην παρέμβασή μας (πειραματική ομάδα) καθώς και από αυτούς που ακολούθησαν την παραδοσιακή διδασκαλία (ομάδα ελέγχου).

### Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση των απαντήσεων (independent t-test) έδειξε ότι ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση για την παρέμβασή μας και την παραδοσιακή διδασκαλία ήταν  $M=6.84$ ,  $TA=1.70$  και  $M=4.51$ ,  $TA=1.93$  αντιστοίχως (Εικόνα 4). Οι διαφορές στις επιδόσεις, όπως μετρήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS 23, είναι στατιστικά σημαντικές ( $t=5.476$ ,  $df=71$ ,  $p<10^{-4}$ ).



Εικόνα 4 Σύγκριση της κατανομής της βαθμολογίας των μαθητών μεταξύ των δύο ομάδων, πειραματικής και ελέγχου

## Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώνεται ότι οι μαθητές, μετά την παρέμβαση, εμβαθύνουν στην περιγραφή του μοντέλου και εφαρμόζουν αποτελεσματικά τις παραδοχές του. Σημαντικός αριθμός μαθητών κατανοεί την περιγραφή των ενεργειακών σταθμών, τη δημιουργία των φασματικών γραμμών και τις συνθήκες του μοντέλου του Bohr. Η παρούσα μελέτη μπορεί να αποτελέσει οδηγό για τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές της Β' Λυκείου μπορούν να διδαχθούν έννοιες και νόμους, που περιγράφουν τα ατομικά ενεργειακά επίπεδα του μοντέλου του ατόμου του Bohr χρησιμοποιώντας γραμμικά φάσματα. Τα ευρήματα της μελέτης είναι ενθαρρυντικά για τη διδασκαλία τέτοιων σύνθετων και δύσκολων εννοιών και νόμων στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

## Βιβλιογραφία

- Arons, A. B. (1990). *A guide to introductory physics teaching*. New York: Wiley.
- Duit, R., Gropengieser, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction—A framework for improving teaching and learning science. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-37). Brill Sense.  
<https://doi.org/10.13140/2.1.2848.6720>
- Ivanjek, L. (2012). *An investigation of conceptual understanding of atomic spectra among university students* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Science. Department of Physics). <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:780646>
- Kardaras, I., & Kallery, M. (2020). A teaching module for blackbody radiation using the continuous spectra of stars. *Physics Education*, 55(4), 045010.  
<https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab853c>
- Savall-Aleman, F., Domènech-Blanco, J. L., Guisasola, J., & Martínez-Torregrosa, J. (2016). Identifying student and teacher difficulties in interpreting atomic spectra using a quantum model of emission and absorption of radiation. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010132.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010132>
- Savall-Aleman, F., Guisasola, J., Cintas, S. R., & Martínez-Torregrosa, J. (2019). Problem-based structure for a teaching-learning sequence to overcome students' difficulties when learning about atomic spectra. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020138.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020138>
- Serway, R. A., Moses, C. J., & Moyer, C. A. (2004). *Modern physics*. Cengage Learning.  
<https://phet.colorado.edu/el/simulations/hydrogen-atom>

## Οπτικές αναπαραστάσεις της δομής του ατόμου από μαθητές Λυκείου: Η επίδραση της κατανόησης των κβαντικών αριθμών

**Γεώργιος Παπαγεωργίου, Νικόλαος Ζαρκάδης**

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης*

### Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές της Γ' Λυκείου Θετικής κατεύθυνσης συνδέουν συγκεκριμένες τιμές κβαντικών αριθμών με οπτικές αναπαραστάσεις της δομής του ατόμου. Τα δεδομένα συλλέχτηκαν με χρήση ερωτηματολογίου, στο οποίο οι μαθητές κλήθηκαν να απεικονίσουν τη δομή του ατόμου με δεδομένες τιμές κβαντικών αριθμών. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν δυσκολίες στην υιοθέτηση του κβαντικού μοντέλου, συνδέσεις των τιμών των κβαντικών αριθμών με ντετερμινιστικές ή και υβριδικές οπτικές αναπαραστάσεις, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις του πρώτου και τετάρτου κβαντικού αριθμού, καθώς και ελλιπείς οπτικές αναπαραστάσεις.

**Λέξεις κλειδιά:** κβαντικοί αριθμοί, οπτικές αναπαραστάσεις, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

## High school students' representations of the atomic structure: The effect of quantum number understanding

**George Papageorgiou, Nikolaos Zarkadis**

*Democritus University of Thrace, Department of Primary Education*

### Abstract

The purpose of this work is to investigate the way in which, students of the 12th grade of secondary education (Math and Science Direction) connect specific values of quantum numbers with visual representations of the atomic structure. Data were collected through a questionnaire, in which students were asked to visually represent the structure of the atom, when specific values of quantum numbers are given. Results highlight a number of difficulties in the adoption of the quantum model, connections of quantum numbers values with deterministic and/or hybrid visual representations especially in the cases of the first and fourth quantum numbers, as well as incomplete visual representations.

**Keywords:** quantum numbers, visual representations, secondary education

## Εισαγωγή

Η έρευνα σχετικά με τις αναπαραστάσεις της δομής του ατόμου από μαθητές ή και φοιτητές έχει αναδείξει πολλές μαθησιακές δυσκολίες και παρανοήσεις σε σχέση με την κατανόηση του κβαντικού πλαισίου περιγραφής του ατόμου (π.χ. Ardac, 2002; Temel & Özcan, 2018). Εστιάζοντας στους «κβαντικούς αριθμούς», οι παρανοήσεις αυτές συνδέονται συχνά με την ηλεκτρονιακή δόμηση και την κβαντική κατάσταση του ηλεκτρονίου (π.χ. Ardac, 2002; Temel & Özcan, 2018), με την έννοια των κβαντικών αριθμών αυτών καθαυτών (π.χ. Papaphotis & Tsaparlis, 2008; Sunyono et al., 2016; Temel & Özcan, 2018; Tsaparlis & Papaphotis, 2009), με τις σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών των τροχιακών και των τιμών των κβαντικών αριθμών (π.χ. Sunyono et al., 2016), καθώς και με οπτικές αναπαραστάσεις της ατομικής δομής (π.χ. Dangur et al., 2014; Tsaparlis & Papaphotis, 2009).

Εστιάζοντας στις παρανοήσεις που σχετίζονται με τις οπτικές αναπαραστάσεις της ατομικής δομής, φαίνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές απεικονίζουν ντετερμινιστικές ή υβριδικές αναπαραστάσεις, όπου συγχωνεύουν χαρακτηριστικά διαφορετικών μοντέλων και εμφανίζουν πολλά χαρακτηριστικά του μοντέλου του Bohr συγχέοντας τις έννοιες των στιβάδων, των τροχιών και των τροχιακών (π.χ. Allred & Bretz, 2019; Dangur et al., 2014; Nakiboglu, 2003; Özcan, 2013; Papaphotis & Tsaparlis, 2008; Taber, 2002, 2005; Tsaparlis & Papaphotis, 2009; Zarkadis et al., 2017). Μέσα από αυτές τις αναπαραστάσεις γίνεται εμφανές ότι οι μαθητές κατανοούν αντίστοιχα τους κβαντικούς αριθμούς μέσω μιας απλής ντετερμινιστικής/μηχανιστικής προσέγγισης (π.χ. Dangur et al., 2014; Papaphotis & Tsaparlis, 2008; Park & Light, 2009; Tsaparlis & Papaphotis, 2009), κάτι που δεν είναι πάντα εναρμονισμένο με την περίπτωση που ορίζουν τους κβαντικούς αριθμούς μέσα από λεκτικές περιγραφές (π.χ. Özcan, 2013; Papaphotis & Tsaparlis, 2008; Taber, 2002, 2005; Temel & Özcan, 2018). Η απλοϊκή αυτή προσέγγιση είναι εμφανής και από τις ασυνέπειες που καταγράφονται μεταξύ των λεκτικών περιγραφών των μαθητών για το τι ορίζουν οι κβαντικοί αριθμοί και των αντίστοιχων αναπαραστάσεων της ατομικής δομής (π.χ. Dangur et al., 2014; Park & Light, 2009). Για παράδειγμα, όταν οι μαθητές προσπαθούν να απεικονίσουν τα «τροχιακά» που ορίζονται από συγκεκριμένες τιμές κβαντικών αριθμών, αυτά αναπαρίστανται ως τροχιές όπου κινείται το ηλεκτρόνιο στο γενικότερο πλαίσιο της επίδρασης του μοντέλου του Bohr (π.χ. Park & Light, 2009).

Συνεπώς, με δεδομένο ότι οι «κβαντικοί αριθμοί» σχετίζονται με την έννοια του τροχιακού και οι τιμές τους επηρεάζουν τις οπτικές αναπαραστάσεις του τροχιακού και του ηλεκτρονιακού νέφους, είναι σημαντικό να διερευνηθεί πιο συστηματικά ο τρόπος με τον οποίο οι κβαντικοί αριθμοί επηρεάζουν τις αναπαραστάσεις αυτές στο γενικότερο πλαίσιο της δομής του ατόμου αναδεικνύοντας τις σχετικές παρανοήσεις των μαθητών.

## Μεθοδολογία

Στη παρούσα έρευνα συμμετείχαν 192 μαθητές της Γ' Λυκείου (17-18 ετών) Θετικής κατεύθυνσης, που φοιτούσαν σε Λύκεια του Νομού Έβρου και οι οποίοι καλύπτουν ένα

ευρύ φάσμα κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου. Για να διερευνηθούν οι κατανοήσεις των μαθητών για τους κβαντικούς αριθμούς και το πώς αυτοί επιδρούν στην οπτική αναπαράσταση της δομής του ατόμου, διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο, στο οποίο τέσσερα έργα εξυπηρετούσαν τον βασικό αυτό στόχο της παρούσας εργασίας (Πίνακας 1). Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε ειδικά για τις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας, αφού προηγουμένως ελέγχθηκε στα πλαίσια πιλοτικής φάσης σε δείγμα 74 ατόμων (χωρίς να προκύψουν αλλαγές), και χορηγήθηκε στη συνέχεια στα πλαίσια της κύριας έρευνας. 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 σε κάθε τάξη.

Έργο	Περιεχόμενο ανά έργο
1	Για δεδομένη τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού ( $n=1$ ), κάνε την αντίστοιχη απεικόνιση της ατομικής δομής. Ονόμασε ό,τι απεικονίζεις.
2	Για δεδομένη τιμή του δευτερεύοντος κβαντικού αριθμού ( $l= 0$ ) του κύριου κβαντικού αριθμού $n=2$ , κάνε την αντίστοιχη απεικόνιση της ατομικής δομής. Ονόμασε ό,τι απεικονίζεις.
3	Για δεδομένη τιμή του του μαγνητικού κβαντικού αριθμού ( $m_l= -1$ ) του κύριου κβαντικού αριθμού $n=2$ , κάνε την αντίστοιχη απεικόνιση της ατομικής δομής. Ονόμασε ό,τι απεικονίζεις.
4	Για δεδομένη τιμή του κβαντικού αριθμού του spin ( $m_s= -1/2$ ) του κύριου κβαντικού αριθμού $n=2$ , κάνε την αντίστοιχη απεικόνιση της ατομικής δομής. Ονόμασε ό,τι απεικονίζεις.

Πίνακας 29 Το περιεχόμενο των τεσσάρων (4) έργων του ερευνητικού εργαλείου

Οι οπτικές αναπαραστάσεις των μαθητών σε κάθε έργο αξιολογήθηκαν σε σχέση με την επιστημονική άποψη, όπως αυτή περιγράφεται στα αντίστοιχα σχολικά εγχειρίδια, λαμβάνοντας υπόψη σχετικά σχήματα κωδικοποίησης που έχουν κατά καιρούς κατατεθεί στη βιβλιογραφία (π.χ. Akaygun, 2016; Dangur et al., 2014; Tang et al., 2019). Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκαν: α) οι τρόποι με τους οποίους οι μαθητές απεικονίζουν τα ηλεκτρόνια ή τα ηλεκτρονιακά νέφη (απεικόνιση για παράδειγμα της κατανομής της πυκνότητας ηλεκτρονίων χρησιμοποιώντας τελείες), β) το σχήμα των τροχιακών, γ) το μέγεθος των τροχιακών ή των ηλεκτρονιακών νεφών και δ) ο προσανατολισμός των τροχιακών ή των ηλεκτρονιακών νεφών και ο προσανατολισμός της ιδιοπεριστροφής (spin). Στα παραπάνω λήφθηκαν υπόψη σχετικά χωρικά χαρακτηριστικά, όπως θέση, ευθυγράμμιση, σχετικό μέγεθος και κλίμακα (Tang et al., 2019) καθώς και η πολυπλοκότητα της απεικόνισης (π.χ. Dangur et al., 2014). Σε κάθε περίπτωση, κριτήρια αξιολόγησης αποτέλεσαν η ορθότητα και η πληρότητα της απεικόνισης.

## Αποτελέσματα

Οι οπτικές αναπαραστάσεις των μαθητών ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Κατηγορία «Α»: Κβαντικό μοντέλο πλήρες, που περιελάμβανε πλήρη και σωστά κβαντικά χαρακτηριστικά των τροχιακών/ηλεκτρονιακών νεφών (μέγεθος, σχήμα, προσανατολισμός, ιδιοπεριστροφή),

- Κατηγορία «B»: Κβαντικό μοντέλο με ελλείψεις ή παρανοήσεις, που περιελάμβανε σωστά και λανθασμένα ή ελλιπή χαρακτηριστικά των κβαντικών αριθμών των τροχιακών ή/και ηλεκτρονιακών νεφών ή περιπτώσεις όπου συνυπάρχουν χαρακτηριστικά του ντετερμινιστικού και του κβαντικού μοντέλου,
- Κατηγορία «C»: Μη πιθανοκρατικό μοντέλο, ντετερμινιστική προσέγγιση των κβαντικών αριθμών,
- Κατηγορία «D»: Ασαφείς ή λάθος αναπαραστάσεις - Χωρίς αναπαραστάσεις.

Ο Πίνακας 2 συνοψίζει την κατανομή των ποσοστών των μαθητών στα έργα 1 έως 4. Μια πιο λεπτομερής ανάλυση της κατηγορίας «B» αποκάλυψε τέσσερις συγκεκριμένες περιπτώσεις ελλείψεων ή παρανοήσεων (Π), οι οποίες κωδικοποιήθηκαν επίσης ως ξεχωριστές και αμοιβαία αποκλειστικές κατηγορίες, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.

Κατηγορία	Έργο 1	Έργο 2	Έργο 3	Έργο 4
«A»	77 (40,1%)	73 (38,0%)	19 (9,9%)	9 (4,7%)
«B»	24 (12,5%)	100 (52,1%)	153 (79,7%)	120 (62,6%)
«C»	91 (47,4%)	14 (7,3%)	9 (4,7%)	47 (24,5%)
«D»	-	5 (2,6%)	11 (5,7%)	16 (8,3%)

Πίνακας 2 Κατανομή των αναπαραστάσεων των μαθητών ανά Έργο (συχνότητες και ποσοστά)

Σε σχέση με την κατηγορία «A», τα ποσοστά του Πίνακα 2 δείχνουν ότι οι δύο πρώτοι κβαντικοί αριθμοί (Έργα 1 και 2) εκφράζονται σε ικανοποιητικό βαθμό μέσα από το πλήρες κβαντικό μοντέλο, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους κβαντικούς αριθμούς, ενώ η κατανόηση του κβαντικού αριθμού του spin φαίνεται να δυσκολεύει ιδιαίτερα τους μαθητές. Το κβαντικό μοντέλο με ελλείψεις ή παρανοήσεις (κατηγορία «B») εμφανίζεται εντονότερα στον μαγνητικό κβαντικό αριθμό (Έργο 3), ενώ στον κύριο κβαντικό αριθμό και τον κβαντικό αριθμό του spin (Έργα 1 και 4, αντίστοιχα) φαίνεται να υπάρχει μια αρκετά έντονη ντετερμινιστική ή και μακροσκοπική προσέγγιση (Κατηγορία «C»).

Σε σχέση με τις κατηγορίες αναπαραστάσεων του Πίνακα 3, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα της κατηγορίας «B» είναι οι ελλιπείς αναπαραστάσεις των τροχιακών ή ηλεκτρονιακών νεφών (Π2), ιδιαίτερα στην περίπτωση του τρίτου κβαντικού αριθμού (Έργο 3). Αυξημένα ποσοστά υπάρχουν επίσης και στην κατηγορία λανθασμένων χωρικά οπτικών αναπαραστάσεων (Π3) για όλους τους κβαντικούς αριθμούς εκτός από τον κύριο κβαντικό αριθμό (Έργο 1).

## Συμπεράσματα

Οι οπτικές αναπαραστάσεις των μαθητών υποδεικνύουν τη δυσκολία τους να συσχετίσουν τις τιμές των κβαντικών αριθμών με μια αναπαράσταση της ατομικής δομής συμβατή με το κβαντικό μοντέλο. Η δυσκολία αυτή φαίνεται να αυξάνει καθώς διατρέχουμε την πορεία από τον πρώτο κβαντικό αριθμό προς τον τέταρτο, ενώ παντού υπάρχει και ένα ποσοστό συνύπαρξης ντετερμινιστικών προσεγγίσεων παράλληλα με τη κβαντική, δηλαδή μια υβριδική προσέγγιση (Tsarparlis & Paparhotis, 2009). Η άποψη ότι η ντετερμινιστική προσέγγιση του μοντέλου Bohr είναι πολύ ανθεκτική στη σκέψη των

μαθητών (Papaphotis & Tsapralis, 2008) επιβεβαιώνεται και στην παρούσα εργασία (κατηγορία «C»), ιδιαίτερα στην περίπτωση του πρώτου αλλά και τετάρτου κβαντικού αριθμού (Temel & Özcan, 2018). Σε κάθε περίπτωση, τα χαμηλά ποσοστά της κατηγορίας «Α», υποδηλώνουν ότι οι αντίστοιχες οπτικές αναπαραστάσεις των βιβλίων της Γ΄ Λυκείου με τις όποιες λεκτικές περιγραφές και διευκρινίσεις τους, δεν έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν στους μαθητές την κβαντική προσέγγιση στον επιθυμητό βαθμό. Αυτό ενδεχομένως μεταφέρει ένα μεγαλύτερο βάρος στον εκπαιδευτικό, ο οποίος καλείται να βοηθήσει τους μαθητές να αποβάλουν το ντετερμινιστικό πλαίσιο, ιδιαίτερα από τον πρώτο και τον τέταρτο κβαντικό αριθμό, αλλά και να αποσαφηνίσει το κβαντικό μοντέλο, ώστε να περιοριστούν φαινόμενα υβριδικών αλλά και ελλιπών αναπαραστάσεων.

Κατ/ρία	Περιγραφή υποκατηγοριών	Έργο 1	Έργο 2	Έργο 3	Έργο 4
Π1	Τροχιακά / ηλεκτρονιακά νέφη συνυπάρχουν με ντετερμινιστικά χαρακτηριστικά (πχ. τροχιές ή μακροσκοπική προσέγγιση της ιδιοπεριστροφής)	8 (4,2%)/ 4 (2%)	12 (6,3%)/ 6 (3,1%)	5 (2,6%)/ 4 (2%)	9 (4,7%)/ 4 (2%)
Π2	Τροχιακά ή και ηλεκτρονιακά νέφη στα οποία κάποια σχήματα λείπουν	10 (5,2%)	40 (20,8%)	103 (53,6%)	71 (37%)
Π3	Λανθασμένη χωρικά απεικόνιση τροχιακών ή και ηλεκτρονιακών νεφών	2 (1%)	42 (21,9%)	41 (21,4%)	36 (18,8%)

Πίνακας 3 Κατανομή των ελλείψεων ή παρανοήσεων των μαθητών ανά Έργο (συχνότητες και ποσοστά)

Επομένως, αν το δει κανείς από την πλευρά του εκπαιδευτικού, οι λεκτικές περιγραφές και διευκρινήσεις τους θα πρέπει να συνοδεύονται από αναπαραστάσεις με χρήση κατάλληλων χωρικών χαρακτηριστικών, όπως είναι για παράδειγμα, οι άξονες, οι σχετικές θέσεις, το μέγεθος και η κλίμακα, ώστε να μπορούν να διευκολύνουν αποτελεσματικά τους μαθητές στην κατανόηση των κβαντικών αριθμών και την επίδρασή τους στην αναπαράσταση της δομής του ατόμου. Από την άλλη, οι αντίστοιχες οπτικές αναπαραστάσεις των μαθητών αναδεικνύονται ως ένα ιδιαίτερα χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς, με το οποίο μπορούν να εντοπίσουν πιθανές παρανοήσεις των μαθητών, που ενδεχομένως οι λεκτικές περιγραφές τους να μην είναι σε θέση να αποσαφηνίσουν.

## Βιβλιογραφία

- Akaygun, S. (2016). Is the oxygen atom static or dynamic? The effect of generating animations on students'. Mental models of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 788–807. <https://doi.org/10.1039/C6RP00067C>
- Allred, Z. D. R., & Bretz, S. L. (2019). University chemistry students' interpretations of multiple representations of the helium atom. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(2), 358–368. <https://doi.org/10.1039/C8RP00296G>
- Ardac, D. (2002). Solving quantum number problems: An examination of novice performance in terms of conceptual base requirements. *Journal of Chemical Education*, 79(4), 510–513. <https://doi.org/10.1021/ed079p510>
- Dangur, V., Avargil, S., Peskin, U., & Dori, Y. J. (2014). Learning quantum chemistry via a visualconceptual approach: Students' bidirectional textual and visual understanding. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 297–310. <https://doi.org/10.1039/C4RP00025K>
- Nakiboglu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 171–188. <https://doi.org/10.1039/B2RP90043B>
- Özcan, Ö. (2013). Investigation of mental models of Turkish pre-service physics students for the concept of "spin". *Eurasian Journal of Educational Research*, 52, 21–36.
- Papaphotis, G., & Tsaparlis, G. (2008). Conceptual versus algorithmic learning in high school chemistry: The case of basic quantum chemical concepts. Part 2. Students' common errors, misconceptions and difficulties in understanding. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(4), 332–340. <https://doi.org/10.1039/B818470B>
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690701675880>
- Sunyono, S., Tania, L., & Saputra, A. (2016). A learning exercise using simple and real-time visualization tool to counter misconceptions about orbitals and quantum numbers. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4), 452-463.
- Taber, K. S. (2002). Conceptualizing quanta: Illuminating the ground state of student understanding of atomic orbitals. *Chemistry Education Research and Practice*, 3(2), 145–158. <https://doi.org/10.1039/B2RP90012B>
- Taber, K. S. (2005). Learning quanta: Barriers to stimulating transitions in student understanding of orbital ideas. *Science Education*, 89(1), 94–116. <https://doi.org/10.1002/sci.20038>
- Tang, K. S., Won, M., & Treagust, D. (2019). Analytical framework for student-generated drawings. *International Journal of Science Education*, 41(16), 2296–2322. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1672906>
- Temel, S., & Özcan, Ö. (2018). Students' Understanding of Quantum Numbers: A Qualitative Study. In SHS Web of Conferences (Vol. 48, p. 01002). EDP Sciences
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690801891908>
- 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>



## Η επίδραση της αυτοαποτελεσματικότητας των μαθητών στη μάθησή τους στη φυσική: η περίπτωση της έννοιας της ενέργειας

**Γεωργία Τόλη, Μαρία Καλλέρη**

*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική παρέμβαση για την έννοια της ενέργειας, που σκοπό είχε την ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας και της εμπλοκής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία με στόχο καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Οι δραστηριότητες και στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρέμβαση στοχεύουν στην ανάπτυξη των εμπειριών που προέρχονται από τις τέσσερις πηγές, από τις οποίες διαμορφώνονται οι πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας. Συγκρίθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών της πειραματικής και της ομάδας ελέγχου και διερευνήθηκε η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ αυτοαποτελεσματικότητας και εμπλοκής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της αυτοαποτελεσματικότητας και της εμπλοκής των μαθητών καθώς και διαφοροποίηση των μαθησιακών τους αποτελεσμάτων.

**Λέξεις κλειδιά:** αυτοαποτελεσματικότητα, διδακτική παρέμβαση, εμπλοκή, ενέργεια

## The effect of students' self-efficacy in their learning in physics: the case of the concept of energy

**Georgia Toli, Maria Kallery**

*Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This paper presents a didactic intervention aiming to develop students' self-efficacy and enhance their engagement in order to achieve desired learning outcomes in the concept of energy. The activities and strategies used in the intervention aim to develop experiences from the four sources from which self-efficacy beliefs are built. The performance of the experimental and control group students was compared and the correlation between self-efficacy and involvement was investigated. The results showed that there is a significant positive correlation between self-efficacy and student involvement as well as differentiation of their learning outcomes.

**Keywords:** self-efficacy, didactic intervention, engagement, energy

## Εισαγωγή

Η αυτοαποτελεσματικότητα διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στη διαδικασία μάθησης, απόκτησης γνώσεων και ανάπτυξης δεξιοτήτων (Schunk, 1987). Οι πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας των ατόμων διαμορφώνονται μέσα από εμπειρίες που αποκτούν τα άτομα από το περιβάλλον τους, όπως αυτό του σχολείου, και προέρχονται από τέσσερις βασικές πηγές (Pajares, 2002):

- Προσωπικές εμπειρίες (mastery experiences)
- Εμπειρίες μέσω προτύπου (vicarious experiences)
- Κοινωνική πειθώ (social persuasion)
- Σωματική και συναισθηματική διέγερση ( physiological and emotional state).

Σύμφωνα με τον Bandura (1997) οι προσωπικές εμπειρίες θεωρούνται η πιο σημαντική πηγή διαμόρφωσης των πεποιθήσεων αυτοαποτελεσματικότητας. Η επίδραση των προσωπικών εμπειριών στη διαμόρφωση της αυτοαποτελεσματικότητας υποστηρίζεται επίσης από τα ερευνητικά ευρήματα των Britner & Pajares (2006), των Lopez & Lent (1992) αλλά και των Usher & Pajares (2008). Συγκεκριμένα, η επιτυχής διεκπεραίωση ενός συγκεκριμένου έργου παρέχει την πιο αυθεντική απόδειξη για την ικανότητα ενός ατόμου ενισχύοντας την αυτοαποτελεσματικότητά του, ενώ αντίθετα η αποτυχία την υπονομεύει και την αποδυναμώνει. Η διαμόρφωση της αυτοαποτελεσματικότητας πραγματοποιείται και μέσω έμμεσων εμπειριών που αποκτώνται από την παρακολούθηση της επίδοσης άλλων ατόμων, τα οποία λειτουργούν ως κοινωνικά πρότυπα. Σύμφωνα με τον Bandura (1982) η επιτυχής εκτέλεση ενός έργου από πρόσωπα-πρότυπα με παρόμοιες ικανότητες ενισχύει την αυτοαποτελεσματικότητα του ατόμου-παρατηρητή, καθώς αντιλαμβάνεται την επίδοση του προτύπου ως διαγνωστικό κριτήριο της δικής του επίδοσης. Στα πλαίσια της εκπαίδευσης κοινωνικά πρότυπα για τους μαθητές αποτελούν κατά κύριο λόγο οι συμμαθητές τους (Bandura, 1986) αλλά και οι εκπαιδευτικοί.

Με τον όρο «κοινωνική πειθώ» εννοείται η λεκτική υποστήριξη που παρέχεται από τα άτομα με τα οποία συναναστρέφεται κανείς και έχει σκοπό να πείσει ότι είναι εφικτή η επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου. Είναι βασικό να τονιστεί ότι για να συμβάλει η κοινωνική πειθώ ουσιαστικά στην ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας, πρέπει να γίνεται εντός ρεαλιστικών ορίων και να πραγματοποιείται από άτομα που εμπνέουν εμπιστοσύνη. Στα πλαίσια του σχολείου οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρέχουν λεκτική υποστήριξη έχοντας την εμπιστοσύνη των μαθητών λόγω της ιδιότητάς τους και μπορούν να ενισχύσουν την αυτοαποτελεσματικότητα μέσω παρότρυνσης, ενθάρρυνσης, θετικών αξιολογήσεων και ανατροφοδότησης. Η σωματική και συναισθηματική διέγερση συνοδεύονται από συναισθήματα τα οποία εκλαμβάνονται από τους ανθρώπους ως ενδείξεις αυτοαποτελεσματικότητας. Όπως τονίζει ο Bandura (1997, σ. 106) οι έντονες συναισθηματικές αντιδράσεις και οι καταστάσεις υψηλής σωματικής διέγερσης κατά την εκτέλεση ενός έργου ερμηνεύονται από το άτομο ως ενδείξεις ευπάθειας στην αποτυχία.

Έρευνες καταδεικνύουν την αυτοαποτελεσματικότητα ως σημαντικό παράγοντα στην εμπλοκή του μαθητή σε μαθησιακές διαδικασίες και μάλιστα μαθητές με υψηλά επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα εμπλοκής, η οποία επηρεάζει άμεσα τις επιδόσεις τους (Schunk & Mullen, 2012). Σύμφωνα με τους

Linnenbrink & Pintrich (2003) η αυτοαποτελεσματικότητα αποτελεί προβλεπτικό παράγοντα για την εμπλοκή του μαθητή (γνωστική και συμπεριφορική), η οποία με τη σειρά της επηρεάζει τη μάθησή του. Δυστυχώς, ευρήματα αρκετών ερευνών (π.χ. Dorfman & Fortus, 2019) καταδεικνύουν πτώση της αυτοαποτελεσματικότητας και της εμπλοκής των μαθητών στο μάθημα της φυσικής. Ένα τέτοιο αντικείμενο στο οποίο παρατηρείται το παραπάνω πρόβλημα αποτελεί η έννοια της ενέργειας, που αναγνωρίζεται ως σημαντικός μαθησιακός στόχος, καθώς θεωρείται ακρογωνιαίος λίθος για την κατανόηση από τους μαθητές άλλων εννοιών και φαινομένων της φυσικής.

Παίρνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, στην παρούσα μελέτη, γίνεται μια προσπάθεια ενίσχυσης των πεποιθήσεων αυτοαποτελεσματικότητας των μαθητών και κατ' επέκταση της εμπλοκής τους στη μαθησιακή διαδικασία με στόχο επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα μέσω μιας παρέμβασης, που περιλαμβάνει στρατηγικές και ειδικά διαμορφωμένες δραστηριότητες που συγκροτήθηκαν για τον παραπάνω σκοπό. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα είδη δραστηριοτήτων και οι στρατηγικές που επιλέχθηκαν για την ενίσχυση των δύο παραπάνω παραγόντων και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα συσχέτισεων μεταξύ αυτοαποτελεσματικότητας, εμπλοκής και επίδοσης των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου.

## Μεθοδολογία

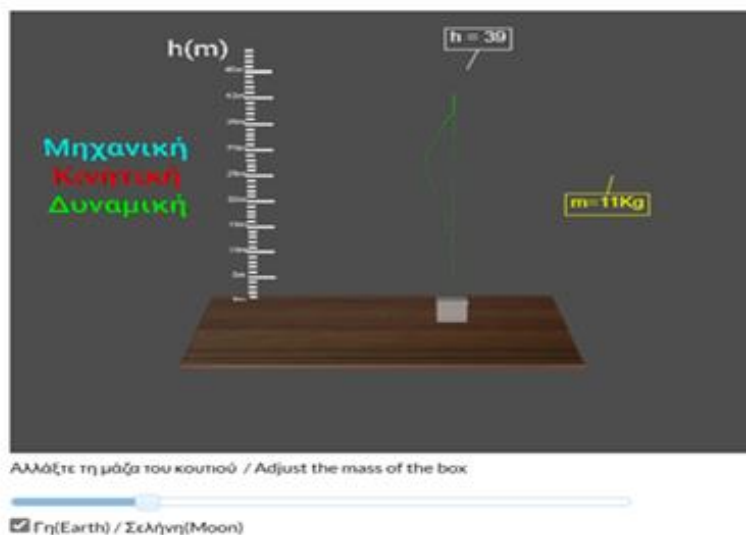
*Δραστηριότητες και στρατηγικές για την ενίσχυση των πηγών αυτοαποτελεσματικότητας*  
 Οι τύποι των δραστηριοτήτων και στρατηγικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρέμβασή μας, στοχεύουν στην ανάπτυξη εμπειριών που προέρχονται από τις τέσσερις πηγές από τις οποίες διαμορφώνονται οι πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας. Αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πηγές διαμόρφωσης αυτοαποτελεσματικότητας	Διαδασκτικές ενέργειες/ Στρατηγικές
1 <sup>η</sup> πηγή διαμόρφωσης: Προσωπικές εμπειρίες	<p>Διαδασκτικές ενέργειες</p> <p>Χρήση λογισμικού από το σύνολο των μαθητών σε όλες τις ενότητες (δυνατότητα κατανόησης με πολύ εύκολο τρόπο εννοιών σχετικών με την ενέργεια, δυνατότητα επανάληψης του ίδιου πειράματος).</p> <p>Εκτέλεση πειραμάτων από το σύνολο των μαθητών σε όλες τις ενότητες</p> <p>Κατασκευή εννοιολογικών χαρτών σε όλες τις ενότητες (Οργάνωση νέας ύλης, δυνατότητα σύνδεσης περιεχομένου μεταξύ των ενότητων)</p>
2 <sup>η</sup> πηγή διαμόρφωσης: Εμπειρίες μέσω προτύπου	<p>Στρατηγικές</p> <p>Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία (παρατήρηση του τρόπου εργασίας συμμαθητών και αίσια έκβαση της ομαδικής προσπάθειας)</p>
3 <sup>η</sup> πηγή διαμόρφωσης: Λεκτική πειθώ	<p>Στρατηγικές</p> <p>Ανατροφοδότηση και καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό μέσω ατομικής αξιολόγησης σε όλες τις ενότητες (ο εκπαιδευτικός αποτελεί έγκυρη πηγή ανατροφοδότησης για το μαθητή). Η ατομική αξιολόγηση πραγματοποιούνταν στο τέλος κάθε ενότητας περιλάμβανε βασικές ερωτήσεις και σκόπευε στην ανατροφοδότηση και στον εντοπισμό αδυναμιών των μαθητών.</p>
4 <sup>η</sup> πηγή διαμόρφωσης: Σωματική και συναισθηματική διέγερση	<p>Διαδασκτικές ενέργειες και στρατηγικές</p> <p>Θετικό κλίμα συνεργασίας μέσω εκτέλεσης ευχάριστων δραστηριοτήτων (STEM, πρακτικές δραστηριότητες κ.τ.λ.) και ελαχιστοποίησης άγχους των μαθητών.</p>

Πίνακας 1 Δραστηριότητες/στρατηγικές για την ενίσχυση πηγών αυτοαποτελεσματικότητας

Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να ενισχύουν την ενεργό φυσική και νοητική συμμετοχή/εμπλοκή των μαθητών δημιουργώντας ένα πλαίσιο ανάπτυξης,

άσκησης και επιβεβαίωσης γνωστικών και φυσικών δεξιοτήτων και λειτουργιών των μαθητών. Οι διδακτικές ενέργειες και στρατηγικές αφορούν όλες τις ενότητες της ενέργειας (έργο, κινητική, δυναμική, μηχανική ενέργεια). Στα πλαίσια της παρέμβασης, πλην των άλλων δραστηριοτήτων, σχεδιάστηκε σύμφωνα με τους μαθησιακούς στόχους κατάλληλο λογισμικό σε γλώσσα VPython (Toli & Kallery, 2021), που αφορά το γνωστικό κομμάτι της ενέργειας. Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται ένα δείγμα του περιβάλλοντος του λογισμικού που σχεδιάστηκε.



Εικόνα 1 Δείγμα από το περιβάλλον του λογισμικού που σχεδιάστηκε

#### Υλοποίηση και Συλλογή δεδομένων

Στην έρευνα συμμετείχαν δύο ομάδες μαθητών, η πειραματική (N=110) και η ομάδα ελέγχου (N=96). Η παρέμβαση υλοποιήθηκε δύο συνεχή σχολικά έτη στους μαθητές της πειραματικής ομάδας. 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 τη συλλογή δεδομένων μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης δόθηκαν στους μαθητές και των δύο ομάδων ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς, με τα οποία μετρήθηκε η αυτοαποτελεσματικότητα και η εμπλοκή καθώς και τεστ για την αξιολόγηση των μαθησιακών τους αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα το ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς για τη μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας αποτελούνταν από 13 ερωτήσεις. Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν κατά πόσο αισθάνονται ικανοί να εκτελέσουν ένα συγκεκριμένο έργο, το οποίο αφορούσε το γνωστικό κομμάτι της έννοιας της ενέργειας, αλλά και πόσο σίγουροι αισθάνονται σε θέματα που συνδέονται με την επίδοσή τους στη συγκεκριμένη ενότητα. Το ερωτηματολόγιο κατασκευάστηκε με βάση ήδη υπάρχοντα έγκυρα ερωτηματολόγια (Tuan et al., 2005). Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου υπολογίστηκε ο παράγοντας Cronbach alpha, ο οποίος βρέθηκε υψηλός (0,864). Χρησιμοποιήθηκε τετραβάθμια κλίμακα τύπου Likert από το 1 έως το 4, στην οποία οι μαθητές απαντούσαν κατά πόσο συμφωνούν η διαφωνούν με μία ερώτηση. Η τιμή 1 αντιστοιχεί στη χαμηλότερη τιμή του μέσου όρου αυτοαποτελεσματικότητας και η τιμή 4 στη μέγιστη τιμή του μέσου όρου. Για τη μέτρηση της εμπλοκής των μαθητών κατασκευάστηκε ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς

το οποίο βασίστηκε στο “The Math and Science Engagement Scale” (Fredricks et al., 2016). Χρησιμοποιήθηκε κι εδώ με τον ίδιο τρόπο η κλίμακα Likert και για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου υπολογίστηκε ο παράγοντας Cronbach alpha, ο οποίος βρέθηκε επίσης υψηλός (0,866).

Για τη μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων δόθηκε αρχικά σε όλους τους μαθητές ένα τεστ, το οποίο περιείχε ερωτήσεις από όλες τις ενότητες για την έννοια της ενέργειας. Το τεστ αυτό δόθηκε πιλοτικά σε δείγμα N=38 μαθητών κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2015-2016, δηλαδή του έτους πριν την επίσημη μελέτη μας, για να εξεταστεί:

- κατά πόσο τα θέματα είναι κατανοητά από τους μαθητές.
- η ύπαρξη ασαφειών και εάν είναι απαραίτητη η αναδιατύπωσή τους.
- ποιος είναι ο απαιτούμενος χρόνος για την επίλυσή τους.

Το τεστ αυτό ελέγχθηκε ως προς την επιστημονική του αρτιότητα από ομάδα 6 εκπαιδευτικών του κλάδου ΠΕ04.01. Τα θέματα ήταν κλιμακούμενης δυσκολίας και εξέτασαν κατά πόσο οι μαθητές έχουν κατανοήσει όχι μόνο τα βασικά σημεία που αφορούν την ενέργεια και τις συνδεόμενες με αυτή έννοιες αλλά και ζητήματα μεγαλύτερης δυσκολίας, τα οποία όμως εντάσσονται στο πλαίσιο της διδακτέας ύλης, όπως αυτή προβλέπεται από το πρόγραμμα σπουδών. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται δείγμα ερωτήσεων για τη μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας, της εμπλοκής και της επίδοσης των μαθητών.

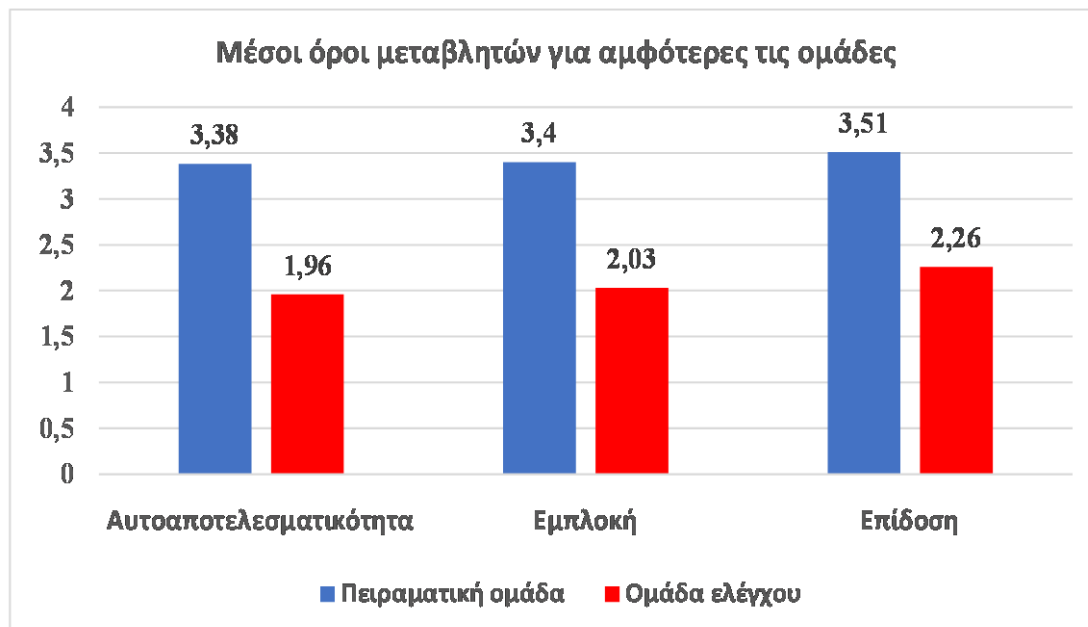
Αυτοαποτελεσματικότητα	Είμαι σίγουρος/η ότι μπορώ να υπολογίσω την κινητική ενέργεια ενός σώματος κι ότι γνωρίζω από τι αυτή εξαρτάται
Εμπλοκή	Στη διάρκεια του μαθήματος όταν συνεργαζόμασταν με τους συμμαθητές μου, μοιραζόμασταν τις ιδέες μας για την ενέργεια
Επίδοση	Σώμα μάζας m έχει κινητική ενέργεια 50 Joule. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος τριπλάσιας μάζας και ίδιας ταχύτητας είναι: Α)Μεγαλύτερη κατά 150 Joule Β)Μεγαλύτερη κατά 100 Joule Γ)Δεν είναι μεγαλύτερη αλλά ίση με 100 Joule Δ)Δεν μπορούμε να υπολογίσουμε. Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.....

Πίνακας 2 Δείγμα ερωτήσεων για μέτρηση αυτοαποτελεσματικότητας, εμπλοκής, επίδοσης

## Ανάλυση δεδομένων και αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι μέσοι όροι της αυτοαποτελεσματικότητας, της εμπλοκής και της επίδοσης των μαθητών της πειραματικής ομάδας ήταν μεγαλύτεροι από αυτούς της ομάδας ελέγχου. Στο Γράφημα 1 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της αυτοαποτελεσματικότητας, της εμπλοκής και της επίδοσης για αμφότερες τις ομάδες. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα του t-test που διενεργήθηκε έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων όρων όλων των μεταβλητών:  $t(204)=12,004$ ,  $p<0,05$  για την αυτοαποτελεσματικότητα,  $t(204)=11,723$ ,  $p<0,05$  για την εμπλοκή και  $t(204)=9,414$ ,  $p <0,05$  για την επίδοση. Επίσης, βρέθηκε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ αυτοαποτελεσματικότητας και εμπλοκής και για τις δύο ομάδες μέσω του υπολογισμού του συντελεστή Pearson r. Για τη συσχέτιση αυτοαποτελεσματικότητας και εμπλοκής βρέθηκε:  $r(204)=0,91$ ,  $p<0,001$ , που σημαίνει ότι η υψηλή αυτοαποτελεσματικότητα της πειραματικής ομάδας συνδέεται με αυξημένη εμπλοκή, ενώ η χαμηλή αυτοαποτελεσματικότητα των μαθητών της ομάδας ελέγχου συνδέεται με χαμηλή εμπλοκή. Επιπρόσθετα, ο υπολογισμός του συντελεστή Pearson r κατέδειξε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της αυτοαποτελεσματικότητας και της επίδοσης των μαθητών.

Συγκεκριμένα βρέθηκε:  $r(204)=0,81$ ,  $p<0,001$ , που σημαίνει ότι η υψηλή αυτοαποτελεσματικότητα της πειραματικής ομάδας συνδέεται με υψηλότερη επίδοση, ενώ η χαμηλή αυτοαποτελεσματικότητα των μαθητών της ομάδας ελέγχου συνδέεται με χαμηλότερη επίδοση.



Γράφημα 1 Μέσοι όροι της αυτοαποτελεσματικότητας, της εμπλοκής και της επίδοσης για αμφότερες τις ομάδες

## Συμπεράσματα

Τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα της μελέτης μας δικαιολογούν τις επιλογές συγκεκριμένων δραστηριοτήτων και στρατηγικών που χρησιμοποιήσαμε στη διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας. Η μελέτη καταδεικνύει τη σημασία της ανάπτυξης της αυτοαποτελεσματικότητας των μαθητών και επιβεβαιώνει τις απόψεις που εκφράζονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Η συσχέτιση της αυτοαποτελεσματικότητας στο μάθημα της φυσικής με τη μάθηση υποστηρίζεται από τις έρευνες των Cavallo et al. (2004) αλλά και των Kost et al. (2009). Επιπλέον, έρευνες υποστηρίζουν ότι η αυτοαποτελεσματικότητα στις φυσικές επιστήμες είναι προβλεπτικός παράγοντας στη δημιουργία κινήτρων και στην επίδοση των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Britner, 2008). Δεδομένου ότι η αυτοαποτελεσματικότητα αποδεικνύεται ζωτικής σημασίας για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, την εμπλοκή τους και την αποτελεσματική μάθηση, διαφαίνεται η αναγκαιότητα σχεδιασμού διδακτικών παρεμβάσεων, που ευνοούν την ανάπτυξη των εμπειριών που προέρχονται από τις πηγές από τις οποίες διαμορφώνονται οι πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας. Οι δραστηριότητες και οι στρατηγικές που επιλέχθηκαν για την έννοια της ενέργειας, μπορούν να εφαρμοστούν και ευρύτερα για τη διδασκαλία και άλλων εννοιών της Φυσικής.

## Βιβλιογραφία

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change, *Psychol. Rev.* 84, 191
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American psychologist*, 37(2), 122. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.37.2.122>
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: Freeman. ISBN 978-0-7167-2850-4
- Bandura, A., & National Inst of Mental Health (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.
- Britner, S. L. (2008). Motivation in high school science students: A comparison of gender differences in life, physical, and earth science classes. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(8), 955-970. <https://doi.org/10.1002/tea.20249>.
- Britner S. L. & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(5), 485-499.
- Cavallo, A. M., Potter, W. H., & Rozman, M. (2004). Gender differences in learning constructs, shifts in learning constructs, and their relationship to course achievement in a structured inquiry, yearlong college physics course for life science majors. *School Science and Mathematics*, 104(6), 288-300. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2004.tb18000.x>
- Dorfman, B. S., & Fortus, D. (2019). Students' self-efficacy for science in different school systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(8), 1037-1059.
- Fredricks, J. A., Wang, M. T., Linn, J. S., Hofkens, T. L., Sung, H., Parr, A., & Allerton, J. (2016). Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. *Learning and Instruction*, 43, 5-15.
- Kost, L. E., Pollock, S. J., & Finkelstein, N. D. (2009). Unpacking gender differences in students' perceived experiences in introductory physics. In *AIP conference proceedings* (Vol. 1179, No. 1, pp. 177-180). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.3266708>
- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2003). The role of self-efficacy beliefs in student engagement and learning in the classroom. *Reading & Writing Quarterly*, 19(2), 119-137.
- Lopez, F. G., & Lent, R. W. (1992). Sources of mathematics self-efficacy in high school students. *The Career Development Quarterly*, 41(1), 3-12. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/j.2161-0045.1992.tb00350.x>
- Pajares, F. (2002). Gender and perceived self-efficacy in self-regulated learning. *Theory into practice*, 41(2), 116-125.
- Schunk, D. H. (1987). Self-Efficacy and Cognitive Achievement. Paper presented at the *Annual Meeting of the American Psychological Association* (New York, NY, August 28-September 1, 1987).
- Schunk, D. H., & Mullen, C. A. (2012). Self-efficacy as an engaged learner. In *Handbook of research on student engagement* (pp. 219-235). Springer, Boston, MA.
- Toli, G. & Kallery, M. (2021). Enhancing Student Interest to Promote Learning in Science: The Case of the Concept of Energy. *Education Sciences*, 11(5), 220. <https://doi.org/10.3390/educsci11050220>
- Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323737>
- Usher, E. L., & Pajares, F. (2008). Sources of self-efficacy in school: Critical review of the literature and future directions. *Review of Educational Research*, 78(4), 751-796. <https://doi.org/10.3102/0034654308321456>

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021

11:30 – 13:30

**Προφορικές Ανακοινώσεις**

***ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ - ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ***

ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ



## Ανάλυση εργαστηριακών δραστηριοτήτων σχεδιασμένων από φοιτητές για τη διδασκαλία εννοιών χημείας

**Γεώργιος Αμπατζίδης, Χρυσή Κ. Καραπαναγιώτη**

*Πανεπιστήμιο Πατρών*

### Περίληψη

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες θεωρούνται αναπόσπαστο κομμάτι της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών καθώς συνεισφέρουν σημαντικά στην ανάπτυξη σχετικών δεξιοτήτων και υποστηρίζουν τους μαθητές στην οικοδόμηση κατανόησης. Σε αυτή την εργασία διερευνούμε τις επιλογές φοιτητών της εκπαίδευσης και των φυσικών επιστημών αναφορικά με τη διεξαγωγή εργαστηριακών δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία εννοιών γενικής χημείας στην τάξη. Η ανάλυση και η συζήτηση εστιάζει στα είδη δραστηριοτήτων που επιλέγουν οι φοιτητές να χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία καθώς και τα υλικά που επιλέγουν για την πραγματοποίησή τους.

**Λέξεις κλειδιά:** εργαστηριακές δραστηριότητες, έννοιες χημείας, διδασκαλία φυσικών επιστημών, διδασκαλία χημείας, πανεπιστημιακή εκπαίδευση

## Analysis of laboratory activities designed by students to teach chemistry concepts

**Georgios Ampatzidis, Hrisi K. Karapanagioti**

*University of Patras*

### Abstract

Laboratory activities are considered an integral part of science teaching as they support students in (a) developing relevant skills and (b) building understanding on science concepts. In this study, we explore the choices of university students of educational sciences and natural sciences in regard to the use of laboratory activities for teaching general chemistry in class. The analysis and discussion focus on the types of activities students choose to use in class, as well as the materials they choose in order to incorporate these activities in teaching.

**Keywords:** laboratory activities, chemistry concepts, natural sciences teaching, chemistry teaching, university teaching

## Εισαγωγή

Στόχος της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών είναι η εξοικείωση των μαθητών με οπτικές του φυσικού κόσμου (Ραβάνης, 2016). Ο εκπαιδευτικός που διδάσκει φυσικές επιστήμες υποστηρίζει τη συμμετοχή των μαθητών σε ειδικά σχεδιασμένες δραστηριότητες στις οποίες αλληλεπιδρούν με υλικά και αντικείμενα με στόχο να οικοδομήσουν κατανόηση για έννοιες και φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Οι δραστηριότητες αυτές συχνά χαρακτηρίζονται εργαστηριακές και έχουν βασικό στόχο να βοηθήσουν τους μαθητές να δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ του κόσμου των υλικών αντικειμένων και του κόσμου των ιδεών (Millar et al., 2002).

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες έχουν μεγάλη ιστορία στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ήδη από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, όταν και η διδασκαλία φυσικών επιστημών έγινε συστηματικό κομμάτι της εκπαίδευσης, οι εργαστηριακές δραστηριότητες αποτελούν διακριτό στοιχείο της σχολικής πρακτικής. Έχει διατυπωθεί η ιδέα πως οι εργαστηριακές δραστηριότητες είναι για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών ό,τι ο κήπος για την κηπουρική και η κουζίνα για τη μαγειρική (Hofstein et al., 2013). Οι εργαστηριακές δραστηριότητες θεωρούνται αναπόσπαστο κομμάτι της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών καθώς φαίνεται να συνεισφέρουν σημαντικά στην ανάπτυξη σχετικών δεξιοτήτων και την οικοδόμηση κατανόησης από πλευράς των μαθητών (Kang & Wallace, 2005).

Πιο συγκεκριμένα, οι εργαστηριακές δραστηριότητες φαίνεται να (α) υποστηρίζουν την οικοδόμηση γνώσης σχετικά με έννοιες φυσικών επιστημών (β) υποστηρίζουν την οικοδόμηση γνώσης σχετικά με τη φύση της επιστήμης, (γ) βοηθούν τους μαθητές στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, και (δ) βοηθούν τους μαθητές στην ανάπτυξη επιστημονικής μεθοδολογίας (Hofstein & Lunetta, 2004). Παράλληλα, οι εργαστηριακές δραστηριότητες προσφέρουν κίνητρα για μάθηση και κάνουν τη διδασκαλία πιο ενδιαφέρουσα για τους μαθητές. Δημιουργώντας ένα αυθεντικό περιβάλλον επίλυσης «επιστημονικών προβλημάτων», φαίνεται πως οι εργαστηριακές δραστηριότητες είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας φυσικών επιστημών, όπως αναδεικνύεται σε σχετικές μελέτες, αν και συχνά η συμβολή τους στην επίτευξη των διδακτικών στόχων είναι δύσκολο να απομονωθεί από την υπόλοιπη διδασκαλία (Psillos & Niedderer, 2002).

Εστιάζοντας στη διδασκαλία της χημείας, οι Hofstein et al. (2013) αναφέρουν ότι τα οφέλη των εργαστηριακών δραστηριοτήτων είναι πως (1) βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν σύνθετες επιστημονικές έννοιες, (2) δημιουργούν κίνητρα για συμμετοχή, (3) υποστηρίζουν τη διαμόρφωση θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη, (4) αναπτύσσουν επιστημονικές δεξιότητες και δεξιότητες επίλυσης προβλήματος, (5) αναπτύσσουν επιστημονικό τρόπο σκέψης, (6) βοηθούν την οικοδόμηση κατανόησης σχετικά με τη φύση της επιστήμης και (7) προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα να δουλέψουν με τον τρόπο των επιστημόνων. Για να τονίσουν την αναγκαιότητα των εργαστηριακών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία της χημείας οι Beach και Stone (1988) γράφουν πως «το να διδάσκεις χημεία χωρίς εργαστήριο είναι σαν να διδάσκεις τέχνη χωρίς μπογιές και καμβά ή σαν να μαθαίνεις να οδηγείς ποδήλατο διαβάζοντας τις οδηγίες» (σ. 619). Αν και στη σχετική βιβλιογραφία δεν αναδεικνύεται μια ξεκάθαρη σχέση μεταξύ μάθησης και συμμετοχής σε εργαστηριακές δραστηριότητες, τα οφέλη

τους στην αποτελεσματική διδασκαλία χημείας υποστηρίζονται από πλήθος μελετών (Hofstein et al., 2013).

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία των εργαστηριακών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και συγκεκριμένα της γενικής χημείας, όπως σκιαγραφείται από τα παραπάνω, αποφασίσαμε να διερευνήσουμε τις επιλογές που κάνουν φοιτητές της εκπαίδευσης και φοιτητές των φυσικών επιστημών όταν σχεδιάζουν τη διεξαγωγή εργαστηριακών δραστηριοτήτων στην τάξη. Συγκεκριμένα, οι επιλογές των φοιτητών που αφορούν τη συγκεκριμένη μελέτη είχαν να κάνουν με το είδος εργαστηριακών δραστηριοτήτων και τα υλικά που χρειάζονταν για τη διενέργειά τους (σκεύη, συσκευές, αντικείμενα γενικής χρήσης και αντιδραστήρια). Έτσι, τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται είναι τα εξής:

- Ποιες εργαστηριακές δραστηριότητες επιλέγουν φοιτητές φυσικών επιστημών και φοιτητές επιστημών της εκπαίδευσης για να διεξάγουν στην τάξη;
- Ποια υλικά επιλέγουν φοιτητές φυσικών επιστημών και φοιτητές επιστημών της εκπαίδευσης για τη διεξαγωγή εργαστηριακών δεξιοτήτων στην τάξη;

## Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της έρευνας αναλύσαμε τα φύλλα περιγραφής εργαστηριακών δραστηριοτήτων φοιτητών δύο τμημάτων ενός ελληνικού πανεπιστημίου (ένα τμήμα φυσικής και ένα παιδαγωγικό τμήμα δημοτικής εκπαίδευσης). Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο παρακολούθησης ενός υποχρεωτικού μαθήματος γενικής χημείας που δίδασκε η δεύτερη συγγραφέας ζητήθηκε από τους φοιτητές να περιγράψουν γραπτώς μια εργαστηριακή δραστηριότητα που θα μπορούσαν να διεξάγουν στο πλαίσιο διδασκαλίας εννοιών της χημείας και να κάνουν μια σύντομη επίδειξη της δραστηριότητας στην τάξη. Οι φοιτητές δούλεψαν σε ομάδες 2-4 ατόμων και κάθε ομάδα έπρεπε να επιδείξει μια δραστηριότητα και να την περιγράψει αναλυτικά.

Οι φοιτητές είχαν την οδηγία η εργαστηριακή δραστηριότητα να περιλαμβάνει, όσο το δυνατόν, υλικά που υπάρχουν στο μέσο νοικοκυριό ή είναι εύκολο να προμηθευτεί κάποιος με χαμηλό κόστος. Ακόμα, οι φοιτητές είχαν την οδηγία να μη θέσουν σε κίνδυνο την υγεία των ίδιων και των συμφοιτητών που θα βρίσκονταν στην τάξη τηρώντας όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας και αποφεύγοντας τη διενέργεια εργαστηριακών δραστηριοτήτων υψηλού κινδύνου (π.χ. κίνδυνος έκρηξης ή απελευθέρωση επικίνδυνων αερίων). Τέλος, οι φοιτητές ήταν ελεύθεροι να χρησιμοποιήσουν πηγές όπως διαδικτυακές σελίδες, σχολικά βιβλία, επιστημονικά βιβλία κ.α. για να περιγράψουν τις εργαστηριακές δραστηριότητες.

Αναλύθηκαν 134 φύλλα περιγραφής (35 ομάδων φοιτητών παιδαγωγικού δημοτικής εκπαίδευσης και 99 ομάδων φοιτητών φυσικής) ως προς το είδος της δραστηριότητας και τα υλικά που ανέφεραν οι συνεργαζόμενοι φοιτητές. Η κατηγοριοποίηση των φύλλων περιγραφής σε είδη εργαστηριακών δραστηριοτήτων έγινε σε αμοιβαία αποκλειόμενες κατηγορίες από τους δύο συγγραφείς (συμφωνία περίπου 90%). Ο υπολογισμός της εμφάνισης των υλικών έγινε από τον πρώτο συγγραφέα. Τελικά, υπολογίστηκε η συχνότητα εμφάνισης καθενός από 12 είδη εργαστηριακών δραστηριοτήτων (για παράδειγμα, αντίδραση διπλής αντικατάστασης, διαχωρισμός μειγμάτων κλπ.) και η συχνότητα εμφάνισης καθενός από τα 124 υλικά (για παράδειγμα, σκεύη, όργανα, αντιδραστήρια κλπ.).

## Αποτελέσματα

Η δημοφιλέστερη κατηγορία είδους εργαστηριακής δραστηριότητας στα φύλλα περιγραφής των φοιτητών ήταν η αντίδραση διπλής αντικατάστασης (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα, από τις 65 αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης που περιέγραψαν οι φοιτητές ως πρόταση για διεξαγωγή στο πλαίσιο διδασκαλίας εννοιών χημείας, οι 62 αφορούσαν αντίδραση οξέος και ανθρακικού άλατος.

Είδος εργαστηριακής δραστηριότητας	N
αντίδραση απλής αντικατάστασης	7
αντίδραση διάσπασης	12
αντίδραση διπλής αντικατάστασης	65
δείκτης αμύλου-ιωδίου	2
διαχωρισμός μειγμάτων	11
διεπιφανειακή τάση	3
ζύμωση	1
καταστάσεις της ύλης	2
καύση	8
παραγωγή σαπουνιού	1
ώσμωση	1
pH και δείκτες	21
σύνολο	134

Πίνακας 1 Συχνότητα εμφάνισης (N) ειδών εργαστηριακών δραστηριοτήτων στα φύλλα περιγραφής με αλφαθητική σειρά

Αρκετά δημοφιλείς ανάμεσα στους φοιτητές αναδείχθηκαν να είναι οι εργαστηριακές δραστηριότητες που αφορούσαν τη χρήση δεικτών του pH (21/65), ενώ κάποια είδη εργαστηριακών δραστηριοτήτων εμφανίστηκαν ελάχιστες φορές στα φύλλα περιγραφής των φοιτητών. Για παράδειγμα, εργαστηριακές δραστηριότητες που αφορούσαν εναλλαγή καταστάσεων της ύλης εμφανίστηκαν μόλις δύο φορές, ενώ μόνο μία φορά εμφανίστηκε εργαστηριακή δραστηριότητα που αφορούσε την παραγωγή σαπουνιού.

Ακόμα, παρατηρήθηκε μεγάλη ποικιλία στα υλικά που ανέφεραν οι φοιτητές στα φύλλα περιγραφής των εργαστηριακών δραστηριοτήτων. Αν εστιάσουμε στα σκεύη φαίνεται πως οι φοιτητές, ακολουθώντας την οδηγία, λίγες φορές αναφέρουν τυπικά εργαστηριακά σκεύη χρησιμοποιώντας την εργαστηριακή ορολογία όπως η ύαλος ωρολογίου ή η κάψα πορσελάνης, ενώ η πλειοψηφία των φοιτητών σημειώνουν σκεύη καθημερινής χρήσης όπως η λεκάνη, το ποτήρι, το μπουκάλι, η κατσαρόλα. Ακόμα, σε κάποια φύλλα περιγραφής αναφέρονται υλικά γενικής χρήσης όπως το μαντήλι, το καλαμάκι, το μπαλόνι και συσκευές όπως το πεχάμετρο. Σημειώνουμε πως μέσα προστασίας, όπως είναι τα γάντια ή, πιο γενικά, ο προστατευτικός εξοπλισμός, αναφέρονται σε λίγες περιπτώσεις – τέσσερις φορές και μία φορά αντίστοιχα (Πίνακας 2).

Υλικό	N	Υλικό	N	Υλικό	N
αναπτήρας	10	λαστιχένιος σωλήνας	1	πλαστικό ποτήρι	9
βάση από πλαστικό μπουκάλι	1	λεκάνη	4	ποτήρι	27
γάντια	4	μαντήλι	1	ποτήρι ζέσεως	5
γκαζάκι	4	μαχαίρι	3	προστατευτικός εξοπλισμός	1
γυάλινη φιάλη	1	μεταλλικό κουτί	1	ράβδος	1
γυάλινο βάζο	3	μετροταινία	1	σουρωτήρι	2
γυάλινο δοχείο	3	μπαλόνι	31	σταγονόμετρο	2
γυάλινο μπουκάλι	4	μπαταρία	2	σύριγγα	1
γυάλινο ποτήρι	3	μπατονέτα	5	σωλήνας	2
διηθητικό χαρτί	1	μπολ	5	ύαλος ωρολογίου	1
δοκιμαστικός σωλήνας	8	μπουκάλι	21	φελλός	1
δοχείο	5	μπρίκι	1	φιάλη	3
ηλεκτρόδιο	1	ξυλάκι	2	φιάλη διηθήσεως κενού	1
καλαμάκι	2	ογκομετρικό ποτήρι	1	φίλτρο καφέ	2
κατσαρόλα	1	πεχαμετρικό χαρτί	1	φλιτζάνι	1
κάψα πορσελάνης	2	πεχάμετρο	2	χαρτονόμισμα	1
κόλλα χαρτί	6	πιάτο	6	χαρτοπετσέτα	1
κουβάς	2	πλαστελίνη	1	χωνί	6
κουτάλι	25	πλαστικό δοχείο	1	ψαλίδι	1
κωνική φιάλη	1	πλαστικό μπουκάλι	8		

Πίνακας 2 Συχνότητα εμφάνισης (N) σκευών, συσκευών και υλικών γενικής χρήσης στα φύλλα περιγραφής με αλφαθητική σειρά (με πλάγια γραφή είναι όσα από αυτά περιγράφονται με εργαστηριακή ορολογία)

Αν εστιάσουμε στα αντιδραστήρια, φαίνεται πως οι φοιτητές, ακολουθώντας την οδηγία, συχνά περιλαμβάνουν υλικά που υπάρχουν στο μέσο νοικοκυριό ή είναι εύκολο να προμηθευτεί κάποιος με χαμηλό κόστος. Έτσι, αναφέρονται με μεγάλη ή αρκετά μεγάλη συχνότητα υλικά όπως η σόδα, το ξίδι, το λεμόνι, το κόκκινο λάχανο και το κερύ, υλικά που είναι συνήθως άμεσα διαθέσιμα στα περισσότερα σπίτια και έχουν χαμηλό κόστος (Πίνακας 3). Παρακάτω παρουσιάζεται ένα απόσπασμα από το φύλλο περιγραφής μιας ομάδας φοιτητών:

«Στο πείραμά μας θα πραγματοποιήσουμε τρεις διαχωρισμούς, με χρήση μερικών τεχνικών από αυτές που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Ο πρώτος διαχωρισμός αφορά αυτόν του χρώματος ενός κόκκινου μαρκαδόρου στα συστατικά του. Θα κόψουμε ένα φίλτρο του καφέ σε μία λωρίδα και θα σημειώσουμε στο κάτω μέρος του μία κουκίδα με τον μαρκαδόρο. Θα τοποθετήσουμε τη λωρίδα αυτή σε ένα ποτήρι με οινόπνευμα, με τέτοιο τρόπο ώστε να ακουμπάει σε αυτό μόνο το κάτω μέρος της».

Υλικό	N	Υλικό	N	Υλικό	N
ακουαφόρτε	3	ζάχαρη	7	οινόπνευμα	10
αλάτι	3	θειικό οξύ	2	οξυζενέ	9
αλατόνερο	2	θειικός χαλκός	1	πάγος	1
αλεύρι	1	ιωδιούχο κάλιο	5	πατάτα	2
αλκοόλ	1	καθαριστικό τζαμιών	6	πορτοκάλι	1
αλουμινόχαρτο	7	καλώδιο	1	σαπούνι	4
άμμος	1	καραμέλες με μέντα	6	σόδα	62
αμμωνία	6	καυστικό νάτριο	3	σπίρτα	2
αναψυκτικό	2	κερί	20	σταφίδες	1
αναψυκτικό τύπου κόλα	8	κιμωλία	9	στιγμιαίος καφές	1
ανθρακικό νάτριο	1	κόκκινο λάχανο	16	συνδετήρας	1
απορρυπαντικό ρούχων	10	κόκκινο του μεθυλίου	1	τσάι	2
αποφρακτικό σωληνώσεων	2	λάδι	2	υγρό πιάτων	7
ασβεστόνερο	2	λεμόνι	16	υδροχλωρικό οξύ	15
ασημένιο αντικείμενο	2	μαγιά	3	υπερμαγγανικό κάλιο	1
ασπιρίνη	2	μανταρίνι	1	φαινολοφθαλείνη	7
ατσαλόμαλλο	1	μαρκαδόρος	2	χαλίκια	1
αυγό	3	μελάνι	1	χαλκός	1
βάζο	2	μολύβι	2	χαρτόνι	1
βάμμα ιωδίου	2	μπίρα	1	χλωρίνη	3
βενζίνη	1	νερό	37	χρώματα ζαχαροπλαστικής	7
γάλα	4	ξίδι	58		

Πίνακας 3 Συχνότητα εμφάνισης (N) υλικών ως αντιδραστηρίων στα φύλλα περιγραφής με αλφαθητική σειρά (με πλάγια γραφή είναι όσα από αυτά περιγράφονται με εργαστηριακή ορολογία)

## Συμπεράσματα

Η δημοφιλέστερη (65/134) εργαστηριακή δραστηριότητα φαίνεται πως είναι η αντίδραση διπλής αντικατάστασης (αντίδραση οξέος και ανθρακικού άλατος και αντίδραση εξουδετέρωσης), ενώ εμφανίστηκαν στα φύλλα περιγραφής των φοιτητών με αρκετά μεγάλη συχνότητα (21/134) εργαστηριακές δραστηριότητες που αφορούσαν τη χρήση δεικτών του pH και με λίγο μικρότερη συχνότητα εργαστηριακές δραστηριότητες που αφορούσαν αντιδράσεις διάσπασης (12/134) και διαχωρισμό μειγμάτων (11/134). Από την άλλη μεριά, μόλις δύο φορές εμφανίστηκαν εργαστηριακές δραστηριότητες που αφορούσαν εναλλαγή καταστάσεων της ύλης και από μία φορά εργαστηριακές δραστηριότητες που αφορούσαν ζύμωση, παραγωγή σαπουνιού και ώσμωση. Ακόμα, σημειώνεται πως οι περισσότεροι φοιτητές περιέγραψαν και πραγματοποίησαν εργαστηριακές δραστηριότητες που αφορούσαν

χημικές αντιδράσεις, ενώ λίγες εργαστηριακές δραστηριότητες αφορούσαν φαινόμενα όπως η αλλαγή κατάστασης της ύλης.

Φαίνεται πως οι περισσότεροι φοιτητές ακολούθησαν αποτελεσματικά την οδηγία να χρησιμοποιήσουν υλικά τα οποία είναι εύκολο να προμηθευτούν. Η μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών σημείωσαν στα φύλλα περιγραφής υλικά που υπάρχουν στο μέσο σπίτι και έχουν χαμηλό κόστος. Παρατηρούμε, για παράδειγμα, πως το ξίδι και η σόδα έχουν τη μεγαλύτερη συχνότητα ανάμεσα στα υλικά και οι περισσότεροι φοιτητές σημείωσαν σκεύη καθημερινής χρήσης όπως μπουκάλια και ποτήρια αντί για τυπικά εργαστηριακά σκεύη. Έτσι, θεωρούμε πως ένας από τους λόγους για τους οποίους η αντίδραση διπλής αντικατάστασης, και συγκεκριμένα η αντίδραση οξέος και ανθρακικού άλατος, αναφέρθηκε σε τόσο μεγάλη συχνότητα είναι πως μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση απλών υλικών, γρήγορα και με χαμηλό κόστος σε συνθήκες τάξης. Υποστηρίζουμε πως η ικανότητα των μαθητών να σχεδιάσουν εργαστηριακές δραστηριότητες με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι πολύ σημαντική καθώς η διαθεσιμότητα και το κόστος των υλικών έχουν αναδειχθεί συχνά στη σχετική βιβλιογραφία ως αποτρεπτικοί παράγοντες για την πραγματοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων από τους εκπαιδευτικούς (π.χ. Cheung, 2008; Ramnarain, 2016).

Τέλος, η ανάλυση των φύλλων περιγραφής έδειξε πως οι φοιτητές τείνουν να παραλείπουν υλικά που χρησιμοποίησαν. Για παράδειγμα, ενώ όλοι οι φοιτητές πήραν τα απαραίτητα μέτρα προστασίας για τη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων που πρότειναν, λίγοι είναι εκείνοι που σημείωσαν τα αντίστοιχα υλικά (π.χ. γάντια) στα φύλλα περιγραφής. Ακόμα, πολλοί από τους φοιτητές που χρησιμοποίησαν φωτιά στην εργαστηριακή δραστηριότητα που πραγματοποίησαν και περιέγραψαν, δεν σημείωσαν την πηγή της φλόγας – αναφέρονται ο αναπτήρας 10 φορές και τα σπίρτα 2 φορές, τη στιγμή που σε μεγάλο αριθμό φύλλων περιγραφής σημειώνεται η θέρμανση ή η καύση κάποιου σκεύους ή υλικού.

## Βιβλιογραφία

- Ραβάνης, Κ. (2016). *Εισαγωγή στη διδακτική και στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Beach, D. H., & Stone, H. M. (1988). Survival of the high school chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 65(7), 619. <https://doi.org/10.1021/ed065p619>
- Cheung, D. (2008). Facilitating Chemistry Teachers to Implement Inquiry-based Laboratory Work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 107–130. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9102-y>
- 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: A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers* (pp. 153–182). SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5_6)
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Kang, N.-H., & Wallace, C. S. (2005). Secondary science teachers' use of laboratory activities: Linking epistemological beliefs, goals, and practices. *Science Education*, 89(1), 140–165. <https://doi.org/10.1002/sce.20013>
- Millar, R., Tiberghien, A., & Le Maréchal, J.-F. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (pp. 9–20). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/0-306-48196-0\\_3](https://doi.org/10.1007/0-306-48196-0_3)

- Psillos, D., & Niedderer, H. (Eds.). (2002). *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/0-306-48196-0>
- Ramnarain, U. (2016). Understanding the influence of intrinsic and extrinsic factors on inquiry-based science education at township schools in South Africa. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(4), 598–619. <https://doi.org/10.1002/tea.21315>



## Στάσεις εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για την αξιοποίηση των πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής

**Ιωάννης Βλάχος, Γεώργιος Στύλος, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης**

ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

### Περίληψη

Η εκτέλεση πειραμάτων είναι καθοριστικής σημασίας για τη διδασκαλία της Φυσικής, διότι απορρέουν πολλά πλεονεκτήματα όχι μόνο για τον γνωστικό, αλλά και για τον συναισθηματικό, κοινωνικό και ψυχοκινητικό τομέα των μαθητών. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της έρευνας που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης των νομών Άρτας, Ιωαννίνων, Θεσπρωτίας και Αιτωλοακαρνανίας σχετικά με τις στάσεις τους για την αξιοποίηση των πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής. Η ποσοτική ανάλυση της έρευνας δείχνει ότι η μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών έχει θετικές στάσεις για την αξιοποίηση των πειραμάτων Φυσικής, καθώς και κάποιες αιτίες μη υλοποίησής τους.

**Λέξεις κλειδιά:** πείραμα, Φυσική, στάσεις

## Primary School teachers' attitudes towards the use of experiments in the teaching of Physics

**Ioannis Vlahos, Georgios Stylos, Konstantinos T. Kotsis**

Department of Primary School Education, University of Ioannina

### Abstract

The performance of experiments is crucial for the teaching of Physics, because many advantages arise, not only for the cognitive, but also for the emotional, social and psychomotor field of the students. The aim of this study is to present the research conducted among Primary Education teachers in the prefectures of Arta, Ioannina, Thesprotia and Aitoloakarnania, evaluating their attitudes towards the use of experiments in the teaching of Physics. The quantitative analysis of the research shows that the vast majority of teachers have positive attitudes towards the use of physics experiments, as well as some reasons for not performing them.

**Keywords:** experiment, Physics, attitudes

## Εισαγωγή

Το πείραμα έχει εξέχουσα σημασία στη διδασκαλία των Φ.Ε. και σχεδόν όλα τα βιβλία αναφέρονται στο γεγονός ότι η γνώση της Φυσικής βασίζεται στα πειράματα (Κορονεν & Μαντύλα, 2006). Το πείραμα, κατά τη διάρκεια του οποίου το πραγματικό φαινόμενο εξελίσσεται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, είναι απαραίτητο στη διδασκαλία της Φυσικής και η χρήση του αντιμετωπίζεται διαφορετικά από τις κυρίαρχες τάσεις που καταγράφονται στο πεδίο της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000):

- Παραδοσιακή προσέγγιση (Θεωρία μάθησης: Συμπεριφορισμός): α) πείραμα επίδειξης, β) επιβεβαίωση της θεωρίας, όπως αυτή παρουσιάζεται ή εξηγείται από τον διδάσκοντα.
- Ανακαλυπτική προσέγγιση (Θεωρία μάθησης: Ανακαλυπτική μάθηση μέσω της δράσης στα αντικείμενα): α) πείραμα επίδειξης, β) ομαδικά κυρίως πειράματα.
- Εποικοδομητική προσέγγιση (Θεωρία μάθησης: Εποικοδόμηση της γνώσης μέσω των ιδεών των παιδιών): α) ομαδικές πειραματικές δραστηριότητες, β) ρόλος του πειράματος: πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης, γ) αναδόμηση ιδεών, γνωστική σύγκρουση, συζήτηση, εφαρμογή-εμπέδωση.

Η νοητική ικανότητα των μαθητών στις μικρές ηλικίες, όπου δεν υπάρχει ανάπτυξη της αφαιρετικής σκέψης, μας κατευθύνει στο ότι η Φυσική τουλάχιστον στο δημοτικό σχολείο πρέπει να διδάσκεται μέσω πειραμάτων, διότι τα παιδιά έχουν ανάγκη να βλέπουν και να παρατηρούν (Κώτσης, 2005).

Η διδασκαλία της Φυσικής με πειράματα, εκτός από τους γνωστικούς έχει και άλλους στόχους, οι οποίοι αλληλοσυνδέονται (Κουμαράς, 2002β):

- α) Γνωστικής ανάπτυξης, δηλαδή στόχοι που σχετίζονται με τη μάθηση περιεχομένου ή μεθοδολογίας με σκοπό όχι μόνο τη δημιουργία μελλοντικών επιστημόνων αλλά και την ευρύτερη νοητική ανάπτυξη των μαθητών.
- β) Συναισθηματικοί, δηλαδή στόχοι που επιδιώκουν την καλλιέργεια θετικής στάσης του μαθητή απέναντι στο μάθημα της Φυσικής.
- γ) Κοινωνικοί, δηλαδή ο μαθητής αναλαμβάνοντας να κάνει πειράματα ανά μικρές ομάδες μαθαίνει να συνεργάζεται με τους άλλους, να συζητά τις απόψεις του και να τις υποστηρίζει, να αποδέχεται τις απόψεις των συμμαθητών του.
- δ) Ψυχοκινητικοί, δηλαδή στόχοι για την απόκτηση χειρωνακτικών δεξιοτήτων από τον μαθητή.

Στα ελληνικά δημοτικά σχολεία, έχει αποδειχθεί από σχετικές έρευνες ότι οι εκπαιδευτικοί αποφεύγουν τη χρήση πειραμάτων. Οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει αυτό είναι (Κώτσης, 2005· Κώτσης & Μπασιάκος, 2009· Στύλος, 2014):

- Η έλλειψη υλικών και οργάνων στα σχολεία.
- Ο φόβος της αποτυχίας κατά την υλοποίηση του πειράματος.
- Ο φόβος ατυχήματος κατά την εκτέλεση του πειράματος.
- Η έλλειψη χρόνου για την οργάνωση και εκτέλεση των πειραμάτων.
- Η έλλειψη ειδικών αιθουσών στα σχολεία.

Επίσης, οφείλεται στην αρνητική στάση των εκπαιδευτικών για τη Φυσική (η οποία είχε ήδη δημιουργηθεί κατά τη διάρκεια των δικών τους μαθητικών χρόνων), στην ελλιπή γνώση του περιεχομένου της και στην ελλιπή γνώση της Διδακτικής της

(Χαλκιά, 1995).

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, τα πειράματα πρέπει να εκτελούνται με απλά υλικά καθημερινής χρήσης, τα οποία συμβάλλουν (Κώτσης & Μπασιάκος, 2009) :

- Στη σύνδεση των όσων διδάσκονται τα παιδιά στο σχολείο με την καθημερινή τους ζωή.
- Στην έλλειψη του φόβου ατυχήματος, γιατί τα υλικά είναι γνωστά και οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές δεν νιώθουν ότι είναι επικίνδυνα να προκαλέσουν ατύχημα.
- Στη συσχέτιση της επιστήμης με το περιβάλλον των μαθητών.
- Στην ενθάρρυνση των μαθητών από χαμηλότερα οικονομικά και κοινωνικά στρώματα, καθώς και των μαθητών με χαμηλές επιδόσεις να συμμετέχουν στο μάθημα.
- Στη δυνατότητα του μαθητή να εκτελέσει ξανά αυτόνομα στο σπίτι τα πειράματα που εκτελούνται στο σχολείο.

Για να εκτελεστεί ένα πείραμα έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικό, θα πρέπει (Millar, 2004):

- Να έχει σαφείς μαθησιακούς στόχους.
- Να έχει ελάχιστους μαθησιακούς στόχους.
- Να έχει αναπτυχθεί προηγουμένως σε ικανοποιητικό βαθμό μια πιθανώς απαραίτητη απαιτούμενη δεξιότητα.

Το πείραμα χρησιμοποιείται στη διδασκαλία των Φ.Ε. βασιζόμενο στον εποικοδομητισμό για την αναδόμηση των ιδεών των μαθητών με την πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης ή για την εκμάθηση μιας έννοιας στην περίπτωση που δεν υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες (Κόκκοτας κ.ά., 2002β).

Σύμφωνα με τον Gardner (1975a): «Η στάση είναι μια επίκτητη προδιάθεση που αξιολογεί με ορισμένους τρόπους αντικείμενα, ανθρώπους, δράσεις, καταστάσεις ή προτάσεις που εμπλέκονται στη μάθηση των επιστημών. Τα βασικά στοιχεία των στάσεων είναι τρία: οι στάσεις μαθαίνονται, οι στάσεις γίνονται πιο έντονες καθώς περνά ο χρόνος, οι στάσεις συνδέονται με τη συμπεριφορά (Koballa, 1998). Κάποιοι άλλοι ερευνητές εντόπισαν και ένα τέταρτο βασικό στοιχείο των στάσεων, το οποίο είναι πως η στάση είναι το αποτέλεσμα των πεποιθήσεων του ατόμου (Ajzen, 1988· Zint, 2002).

Έρευνες που έχουν διεξαχθεί σε εκπαιδευτικούς Π.Ε. έχουν αποδείξει πως πολλοί από αυτούς έχουν αρνητικές στάσεις για τις Φ.Ε. (Denessen et al., 2015· van Aalderen-Smeets et al., 2017). Οι εκπαιδευτικοί αυτοί μπορούν, μέσω των δικών τους στάσεων και πρακτικών για αυτές, να μεταδώσουν αυτή τη στάση στους μαθητές τους (Jarvis & Pell, 2004· Koballa & Crawley, 1985). Σύμφωνα με τους Nichols & Tippins (2000) και Tippins et al. (1999), οι εκπαιδευτικοί αυτοί βιώνουν ταλαιπωρία, ανησυχία, αποξένωση, φόβο, απογοήτευση και άλλα αρνητικά συναισθήματα, όταν πρόκειται να διδάξουν Φ.Ε. Έχουν χαμηλή αυτοπεποίθηση, δεν αφιερώνουν τον χρόνο που πρέπει για τη διδασκαλία των Φ.Ε., εφαρμόζουν παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και δεν είναι αποτελεσματικοί στη ενίσχυση των θετικών στάσεων των μαθητών τους για τις Φ.Ε. (van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013). Έχουν επίσης ανεπαρκή επιστημονική γνώση (Trundle et al., 2002) και έλλειψη αυτοπεποίθησης στο να διδάξουν (Appleton, 2006· Nilsson, 2009). Οι εκπαιδευτικοί που έχουν υψηλή

αυτοπεποίθηση και θετικές στάσεις για τις Φ.Ε. τις διδάσκουν πιο ορθολογικά και ενισχύουν τις θετικές στάσεις των μαθητών τους για αυτές (Denessen et al., 2015). Η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας και η υπερβολική χρήση επιστημονικών πληροφοριών δημιουργούν αρνητικές στάσεις στους μαθητές για τις επιστήμες, ενώ ο επικοινωνιακός δημιουργεί θετικές στάσεις (Oh & Yager, 2004).

Όσο καλύτερη είναι η εννοιολογική κατανόηση του γνωστικού αντικείμενου των εκπαιδευτικών, τόσο πιο θετικές στάσεις έχουν για να διδάξουν τις Φ.Ε. (McDonald et al., 2019). Οι εκπαιδευτικοί που έχουν διδαχθεί μαθήματα επιστημονικής έρευνας των Φ.Ε. έχουν θετικές στάσεις και συγκεκριμένα νιώθουν περισσότερη ευχαρίστηση κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε. και λιγότερο άγχος (Riegle-Crumb et al., 2015). Η ικανότητα των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν τα πειράματα στη διδασκαλία των Φ.Ε. σχετίζεται άμεσα με την κατανόησή τους για το αντικείμενο (Andersen et al., 2019).

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να εφαρμόζει τις κατάλληλες επιστημονικές μεθόδους στην τάξη έτσι ώστε να δημιουργηθεί θετικές στάσεις στους μαθητές για τα επιστημονικά θέματα (Kurriawan, 2019).

Η θετική στάση ενός μαθητή καθορίζει το επίπεδο γνώσεων που θα κατακτήσει στη μαθησιακή διαδικασία. Η επιτυχία των μαθητών να εμπεδώσουν σε ικανοποιητικό βαθμό τη διδασκαλία εξαρτάται από τον τρόπο της, ο οποίος αν είναι ο ενδεδειγμένος, θα οδηγήσει σε σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα στις Φ.Ε. (Astalini et al., 2019).



Σχήμα 1 Θεωρητικό πλαίσιο για την οικοδόμηση της στάσης των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη διδασκαλία των Φ.Ε. (van Aalderen-Smeets et al., 2012).

## Μεθοδολογία

Ο πληθυσμός της έρευνας αποτελείται από εκπαιδευτικούς δημόσιων Δημοτικών Σχολείων που έχουν διδάξει το μάθημα της Φυσικής, των νομών Άρτας, Ιωαννίνων, Θεσπρωτίας και Αιτωλοακαρνανίας. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 178 εκπαιδευτικοί. Από αυτούς το 39,3% ήταν άντρες και το 60,7% γυναίκες. Το 53,9% ήταν κάτοχοι μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών ενώ το 46,1% όχι. Το 52,8% του δείγματος είχε διδάξει Φυσική από 1-5 έτη, το 30,3% από 6-10 έτη και το 16,9% από 11-32 έτη. Ο μέσος όρος των ετών υπηρεσίας είναι 13,7 έτη και ο μέσος όρος των ετών διδασκαλίας Φυσικής τα 6,7 έτη.

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που αποτελούνταν από ερωτήσεις κλειστού τύπου, με ερωτήσεις που είχαν θετική αλλά και αρνητική διατύπωση, οι οποίες προέρχονται από βιβλιογραφική ανασκόπηση (Στύλος κ.ά., 2016) και από την προσωπική διδακτική εμπειρία. Οι απαντήσεις δόθηκαν σύμφωνα με την πενταβάθμια κλίμακα Likert.

Η κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου βασίστηκε στο εργαλείο μέτρησης στάσεων των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη διδασκαλία των Φ.Ε. DAS (Dimension of Attitude Toward Science) (van Aalderen-Smeets et al., 2012). Αυτό το εργαλείο μέτρησης στάσεων δημιουργήθηκε βασιζόμενο στο θεωρητικό πλαίσιο του Σχήματος 1.

Στάσεις εκπαιδευτικών	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Ουδέτερα (%)	Αρκετά (%)	Πάρα Πολύ (%)
<b>Πείραμα και συναισθήματα</b>					
Με ενθουσιάζουν τα πειράματα Φυσικής.	1,1	4,5	9	38,2	47,2
Η προετοιμασία και η εκτέλεση ενός πειράματος είναι μια διαδικασία που μου προσφέρει ευχαρίστηση.	3,4	7,3	16,9	38,8	33,7
Μου αρέσει να χειρίζομαι υλικά και όργανα Φυσικής.	1,7	6,2	9,6	39,9	42,7
Νιώθω ευχαρίστηση κάθε φορά που πραγματοποιώ ένα πείραμα	0,6	2,8	6,7	42,7	47,2
<b>Αξία και χρησιμότητα πειραμάτων</b>					
Οι μαθητές, με τα πειράματα, αναπτύσσουν δεξιότητες (χειρισμός υλικών, οργάνων, κ.λπ.).	0,6	1,1	3,9	36,5	57,9
Το πείραμα προωθεί τον επιστημονικό τρόπο σκέψης.	0,6	1,7	3,9	28,1	65,7
Το πείραμα βοηθά τους μαθητές να εκτιμήσουν και εν μέρει να μιμηθούν τον ρόλο του επιστήμονα.	0,6	0,6	9	33,7	56,2
Οι μαθητές, με την αξιοποίηση των πειραμάτων, αναπτύσσουν την κριτική σκέψη και ικανότητα.	0,6	0,6	2,2	37,6	59
Το πείραμα κάνει τη θεωρία να φαίνεται πιο «αληθινή».	0,6	0,6	0,6	19,7	78,7

Πίνακας 1 Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου

### Αποτελέσματα

Οι εκπαιδευτικοί ενθουσιάζονται με τα πειράματα Φυσικής (85,4%), δηλώνουν ότι η προετοιμασία και η εκτέλεση ενός πειράματος τους προσφέρει ευχαρίστηση (72,5%), νιώθουν ευχαρίστηση κάθε φορά που πραγματοποιούν ένα πείραμα (89,9%) και τους αρέσει να χειρίζονται υλικά και όργανα Φυσικής (86%).

Στάσεις εκπαιδευτικών	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Ουδέτερα (%)	Αρκετά (%)	Πάρα Πολύ (%)
<b>Κίνητρα-παρώθηση για την εκτέλεση πειραμάτων</b>					
Παρακολουθώ/θέλω να παρακολουθήσω σεμινάρια, επιμορφώσεις και συνέδρια σχετικά με την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής.	3,9	8,4	15,7	39,9	32
Ανατρέχω και σε άλλες πηγές, εκτός του σχολικού εγχειριδίου, για αναζήτηση πειραμάτων για τη διδασκαλία της Φυσικής.	4,6	9,6	8,4	43,4	34,3
Για να αξιοποιήσω νέα πειράματα στη διδασκαλία της Φυσικής, διαθέτω ευχαρίστως κάποιες ώρες από τον ελεύθερο χρόνο μου για να προετοιμαστώ.	2,8	11,2	15,7	41,6	28,7
Θέλω να μάθω ακόμα περισσότερα για τα πειράματα Φυσικής.	1,1	3,4	8,4	42,7	44,4
<b>Πείραμα και εμπιστοσύνη</b>					
Κάθε φορά που πραγματοποιώ ένα πείραμα, φοβάμαι μήπως αποτύχει.	17,4	32,6	22,5	22,5	5,1
Όταν παρουσιάζονται τεχνικά προβλήματα κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων, δεν είμαι σε θέση να καθοδηγήσω τους μαθητές μου ώστε να τα αντιμετωπίσουν.	37,6	37,1	14,6	6,7	3,9
Δεν είμαι πολύ αποτελεσματικός/ή, όταν αναλαμβάνω με τους μαθητές ή μόνος/η τη διεξαγωγή (εκτέλεση, εποπτεία) ενός πειράματος.	53,4	28,1	12,4	6,2	0
Αναρωτιέμαι εάν έχω τις απαραίτητες δεξιότητες για να διδάξω τις έννοιες της Φυσικής με πειράματα.	48,3	25,8	9,6	14,6	1,7
Απογοητεύομαι όταν σκέφτομαι πως ένα πείραμα ίσως αποτύχει.	41	30,9	12,9	10,1	5,1
Αποφεύγω να αξιοποιώ πειράματα τα οποία θεωρώ δύσκολα να πραγματοποιήσω.	36,5	18,5	18,5	16,9	9,6

Πίνακας 2 Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου

Συμφωνούν σε συντριπτικά ποσοστά ότι οι μαθητές με τα πειράματα, αναπτύσσουν δεξιότητες (94,4%), καθώς και τον επιστημονικό τρόπο σκέψης (93,8%), κριτική σκέψη και ικανότητα (96,6%), ωθούνται στην εκτίμηση και εν μέρει στη μίμηση του ρόλου του επιστήμονα (89,9%) και πιστεύουν ότι το πείραμα κάνει τη θεωρία πιο «αληθινή» (98,2%).

Δηλώνουν ότι παρακολουθούν/θέλουν να παρακολουθήσουν σεμινάρια, επιμορφώσεις και συνέδρια σχετικά με την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής (71,9%), ότι ανατρέχουν και σε άλλες πηγές εκτός του σχολικού εγχειριδίου για αναζήτηση πειραμάτων για τη διδασκαλία της Φυσικής (77,6%), ότι διαθέτουν ευχαρίστως κάποιες ώρες από τον ελεύθερο χρόνο τους για να προετοιμαστούν για την αξιοποίηση πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής (70,3%), καθώς και ότι θέλουν να μάθουν ακόμα περισσότερα για τα πειράματα Φυσικής (87,1%).

Στάσεις εκπαιδευτικών	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Ουδέτερα (%)	Αρκετά (%)	Πάρα Πολύ (%)
<b>Λόγοι μη υλοποίησης πειραμάτων</b>					
Τα χρονικά περιθώρια που υπάρχουν για τη διδασκαλία της Φυσικής είναι ένας σημαντικός λόγος, για τον οποίο δεν εκτελώ όλα τα πειράματα που περιλαμβάνονται στην ύλη.	13,5	21,3	6,7	39,3	19,1
Η έλλειψη υλικών για πειράματα στο σχολείο, καθώς και των απαραίτητων οργάνων, είναι ένας αποθαρρυντικός παράγοντας για την εκτέλεσή τους.	11,2	14	4,5	30,9	39,3
Ο περιορισμένος χρόνος που έχω λόγω προσωπικών, οικογενειακών και άλλων υποχρεώσεων συμβάλλει στην παράλειψη εκτέλεσης κάποιων πειραμάτων.	42,7	24,2	15,2	14	3,9
Οι αυξημένες υποχρεώσεις μου στη σχολική μονάδα είναι ένας λόγος μη διεξαγωγής κάποιων πειραμάτων.	37,1	24,2	18,5	16,3	3,9
Η στάση που είχα απέναντι στη Φυσική από τα μαθητικά μου χρόνια σχετίζεται με τη διάθεσή μου να εκτελώ πειράματα.	32	15,7	10,1	13,5	28,7

Πίνακας 3 Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου

Δηλώνουν πως φοβούνται την πιθανή αποτυχία ενός πειράματος κάθε φορά που το πραγματοποιούν (27,6% και 22,5% ουδετερότητα), πως αποφεύγουν να αξιοποιούν πειράματα που θεωρούν δύσκολο να πραγματοποιήσουν (26,5% και 18,5% ουδετερότητα), πως δεν αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην καθοδήγηση των μαθητών τους όταν εμφανίζονται τεχνικά προβλήματα κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων (74,7%), πως είναι πολύ αποτελεσματικοί όταν αναλαμβάνουν με τους μαθητές ή μόνοι τη διεξαγωγή ενός πειράματος (81,5%), πως δεν αμφιβάλουν για το αν έχουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να υλοποιήσουν πειράματα (74,1%) καθώς και ότι δεν απογοητεύεται στη σκέψη μιας πιθανής αποτυχίας ενός πειράματος (71,9%).

Συμφωνούν ότι δεν εκτελούν όλα τα πειράματα που περιλαμβάνονται στην ύλη λόγω των χρονικών περιθωρίων που υπάρχουν (58,4%), λόγω της έλλειψης υλικών στο

σχολείο, καθώς και των απαραίτητων οργάνων (70,2%), διαφωνούν πως ο περιορισμένος χρόνος για την προετοιμασία των πειραμάτων λόγω προσωπικών και άλλων υποχρεώσεων αποτελεί λόγο μη εκτέλεσης πειραμάτων (66,9%), διαφωνούν πως δεν εκτελούν πειράματα λόγω αυξημένων υποχρεώσεών τους στη σχολική μονάδα (61,3%) και συμφωνούν πως η στάση τους για την εκτέλεση πειραμάτων σχετίζεται με τη στάση που είχαν για το μάθημα της Φυσικής από τα μαθητικά τους χρόνια (42,2%).

## Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία επιβεβαιώνει σε μεγάλο βαθμό τα ευρήματα και άλλων εργασιών σχετικά με τις θετικές στάσεις των εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση των πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής (Παρασκευάς & Τσίρος, 2011· Στύλος, 2014· Στύλος κ.ά., 2018).

Επιβεβαιώνει, επίσης, την αξία και τη χρησιμότητα που έχουν τα πειράματα για τους μαθητές, σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς, κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Κώτσης & Μπασιάκος, 2009· Στύλος, 2014· Στύλος κ.ά., 2018).

Αναδεικνύει τα υψηλά επίπεδα παρώθησης και κινήτρων αξιοποίησης των πειραμάτων από τους εκπαιδευτικούς (Στύλος, 2014).

Παράλληλα, όμως, οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν μια ανασφάλεια λόγω πιθανής αποτυχίας ή βαθμού δυσκολίας υλοποίησης κάποιων πειραμάτων (Κουμαράς, 2002· Στύλος, 2014).

Επιπλέον, αποδίδουν τη μη πραγματοποίησή τους στην έλλειψη υλικών, οργάνων και διδακτικού χρόνου (Κουμαράς, 2002· Κώτσης & Μπασιάκος, 2009· Παρασκευάς & Τσίρος, 2011) και στην αρνητική στάση που έχουν για το μάθημα της Φυσικής από τα μαθητικά τους χρόνια (Στύλος κ.ά., 2018· Χαλκιά, 1995).

## Βιβλιογραφία

- Κόκκοτας, Π., & Βλάχος, Ι. (2000). *Ο ρόλος του πειράματος στην επιστήμη, τη διδασκαλία και τη μάθηση. Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Τυπωθήτω. Γ. Δαρδανός
- Κόκκοτας, Π., Ριζάκη, Αν. Αικ., Χαβιάρης, Σ. Π., & Χατζή, Β. Μ. (2002), *Φυσικές Επιστήμες ΣΤ' τάξης, Βιβλίο για το μαθητή*, Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Κουμαράς, Π. (2002). Μια πρόταση για την επιμόρφωση εκπαιδευτικών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στην πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο. σελ. 480-485.
- Κουμαράς, Π. (2002β). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη. Θεσσαλονίκη
- 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 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της Διδασκαλίας και της Μάθησης των Φυσικών Επιστημών». Παιδαγωγική Σχολή Φλώρινας, Φλώρινα, σελ. 479-486



- 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 εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη διδασκαλία της Φυσικής*. Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.  
<https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/36692#page/1/mode/2up>
- Στύλος, Γ., Κώτσης, Κ., & Μαυρίδης Δ. (2016). Ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός εργαλείου για τη μέτρηση των στάσεων των φοιτητών στην αξιοποίηση των πειραμάτων στη διδακτική πρακτική. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «*Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες*». Θεσσαλονίκη. Σελ. 533-541
- Στύλος, Γ., Κώτσης, Κ., & Εμβαλωτής, Α. (2018). Στάσεις και πεποιθήσεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το περιεχόμενο και τη διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο. Στο: *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 11, (1), (1-14).
- Χαλκιά, Κ. (1995). *Οι Έλληνες εκπαιδευτικοί της Α΄/θμιας και της Β΄/θμιας εκπαίδευσης απέναντι στο μάθημα της φυσικής. Διερεύνηση των απόψεων και των στάσεων των Ελλήνων εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσική, μελέτη των συνεπειών τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και διατύπωση σχετικών προτάσεων*. Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ajzen, I. (1988). *Attitude, personality, and behavior*. Chicago: Dorsey
- Andersen, H. K., Mayerl, J., Hornung, G., & Thyssen, C. (2019). Attitude-behaviour relations in teaching natural science. Results from a longitudinal study using the theory of planned behaviour. *SocArXiv*, 1-40
- Appleton, K. (2006). *Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers*. In K. Appleton (Ed.), *Elementary science teacher education* (pp. 31–54). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Astalini, A., Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Destianti, A. (2019). Description of the Dimensions Attitudes towards Science in Junior High School at Muaro Jambi. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 47(1), 1-11.
- Denessen, E., Vos, N, Hasselman, F., & Louws, M. (2015). The Relationship between Primary School Teacher and Student Attitudes towards Science and Technology. *Education Research International*, 1-7.
- Gardner, P. L. (1975a). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1–41
- Jarvis, T., & Pell, A. (2004). Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two-year science inservice programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26, 1787 – 1811.
- Koballa, T.R. Jr. (1988). Attitudes and related concepts in science education. *Science Education*, 72, 115–126
- Koballa, T. R., & Crawley, F. E. (1985). The influence of attitude on science teaching and learning. *School Science and Mathematics*, 85, 222–232.
- 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).
- Kurniawan, D. A., Astalini, A., Darmaji, D., & Melsayanti, R. (2019). Students' attitude towards natural sciences. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(3), 455–460.
- McDonald, C.V., Klieve, H., & Kanasa, H. (2019). Exploring Australian Preservice Primary Teachers' Attitudes Toward Teaching Science Using the *Dimensions of Attitude toward Science* (DAS). *Research in Science Education*.

- Millar, R., (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. Paper prepared for the meeting: High School Science Laboratories: Role and rising (pp. 1 – 22), *National Academy of Science*, Washington, DC.
- Nichols, S., & Tippins, D. (2000). Prospective elementary science teachers and biomythographies: An exploratory approach to autobiographical research. *Research in Science Education*, 30, 141–153.
- Nilsson, P. (2009). From lesson plan to new comprehension: Exploring student teachers' pedagogical reasoning in learning about teaching. *European Journal of Teacher Education*, 32, 239–258
- Oh, P. S., & Yager, R. E. (2004). Development of Constructivist Science Classrooms and Changes in Student Attitudes toward Science Learning. *Science Education International*, 15(2), 105-113
- Riegler-Crumb, C., Morton, K., Moore, C., Chimonidou, A., & Kopp, S. (2015). Do Inquiring Minds Have Positive Attitudes? The Science Education of Preservice Elementary Teachers. *Science Education*, 99(5), 819-836.
- Tippins, D., Nichols, S., & Dana, T. (1999). Exploring novice and experienced elementary teachers' science teaching and learning referents through videocases. *Research in Science Education*, 29, 331–352
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Education*, 39, 633–658.
- van Aalderen-Smeets, S.I., Walma Van Der Molen, J.H., & Asma, L.J.F. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96, 158-182.
- van Aalderen-Smeets, S.I. & Walma van der Molen, J.H. (2013). Investigating and stimulating primary teachers' attitudes towards science: Summary of a large-scale research project. *Frontline Learning Research*, 1(2), 3-11.
- van Aalderen-Smeets, S. I., & van der Molen, J. H. (2015). Improving Primary teachers' attitudes toward science by attitude-focused professional development. *Journal of research in science teaching*, 52(5), 710-734
- van Aalderen-Smeets, S. I., Walma van der Molen, J. H., van Hest, E. G. W. C. M., & Poortman, C. (2017). Primary teachers conducting inquiry projects: effects on attitudes towards teaching science and conducting inquiry. *International Journal of science education*, 39(2), 238-256.
- Zint, M. (2002). Comparing three attitude-behavior theories for predicting science teachers' intention. *Journal of Research in Science*, 39(9), 819–844

Διερεύνηση συσχέτισης της κατεύθυνσης σπουδών στο λύκειο με τις αντιλήψεις φοιτητών για την Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων και των ασύρματων δικτύων

**Λεωνίδας Γαβρίλας, Παναγιώτης Γκόντας, Κωνσταντίνος Κώτσης**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων*

### **Περίληψη**

Η ηλεκτρομαγνητική θεωρία αποτελεί ένα από τα πλέον δυσνόητα ζητήματα της Φυσικής για μαθητές και φοιτητές. Παρόλα αυτά οι έρευνες στον τομέα αυτό είναι σχετικά λίγες. Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση συσχέτισης της κατεύθυνσης σπουδών που είχαν ακολουθήσει οι ερωτώμενοι στο λύκειο, με τις βασικές γνώσεις και αντιλήψεις που έχουν διαμορφώσει για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από τα κινητά τηλέφωνα και τα ασύρματα δίκτυα. Στην έρευνα συμμετείχαν 204 φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Θετική κατεύθυνση, 157 Τεχνολογική και 258 Θεωρητική κατεύθυνση σαν μαθητές λυκείου. Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο σχετίζεται σημαντικά με τις αντιλήψεις που έχουν διαμορφώσει για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

**Λέξεις κλειδιά:** ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, αντιλήψεις, φοιτητές, κατεύθυνση λυκείου, κινητά τηλέφωνα, ασύρματα δίκτυα

Investigating the correlation between the direction of studies in high school education and students' perceptions of Electromagnetic Radiation of mobile phones and wireless networks

**Leonidas Gavrilas, Panagiotis Gontas, Konstantinos Kotsis**

*Pedagogical Department of Primary Education, University of Ioannina*

### **Abstract**

Electromagnetic theory is one of the most difficult issues in Physics for students. However, there is relatively little research in this area. The aim of the present study was to investigate the correlation of the study direction followed by the respondents in high school, with the basic knowledge and perceptions they have formed about the electromagnetic radiation coming from mobile phones and wireless networks. The research involved 204 students who had followed Science track, 157 Technology track and 258 Arts and letters track as students in high school. The general conclusion is that the direction of studies in high school is significantly related to the perceptions they have formed about electromagnetic radiation.

**Keywords:** electromagnetic radiation, perceptions, students, high school track, mobile phones, wireless networks

## Εισαγωγή

Κατά τη διαδικασία της μάθησης η γνώση δεν μεταβιβάζεται από ένα άτομο σε ένα άλλο, αλλά οικοδομείται από το ίδιο, πάνω σε κάτι το οποίο θεωρεί ήδη γνωστό. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νοητικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την επίλυση των προβλημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει (Piaget, 1983· Vygotsky, 1978). Όταν τα μοντέλα δεν είναι σύμφωνα με την επιστημονική θεώρηση των πραγμάτων, ονομάζονται εναλλακτικές ιδέες ή εναλλακτικές αντιλήψεις. Για την αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής κρίνεται απαραίτητο να γνωρίζουμε τις προκαταλήψεις, παρανοήσεις και εναλλακτικές ιδέες όλων όσων συμμετέχουν στη διαδικασία της μάθησης μέσα σε μια σχολική τάξη (Κώτσης, 2011· Bliss, 1995· DeVries, 2000· Osborne & Gilbert, 1980).

Για τον λόγο αυτό εκτεταμένες μελέτες έχουν διενεργηθεί από Έλληνες και ξένους επιστήμονες με σκοπό την καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών και αντιλήψεων μαθητών, φοιτητών αλλά και εκπαιδευτικών. Οι έρευνες εστιάζουν κυρίως σε έννοιες της Φυσικής όπως οι δυνάμεις, η ενέργεια, η βαρύτητα, και τα ηλεκτρικά κυκλώματα (Κώτσης, 2011· Froehle & Miller, 2012· Itza-Ortiz et al., 2004· Jimoyiannis & Komis, 2003· Kubsch et al., 2017· Thong & Gunstone, 2008). Οι ερευνητικές μελέτες για την έννοια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που είναι πιο αφηρημένη και δυσνόητη για μαθητές και φοιτητές (Huang et al., 2008· Ye et al., 2010), είναι σημαντικά λιγότερες (Neumann, 2014· Plotz, 2017). Ο μικρός αριθμός των μελετών για τις αντιλήψεις μαθητών και φοιτητών σχετικά με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχονται από κινητά τηλέφωνα και ασύρματα δίκτυα, αλλά και πώς αυτές σχετίζονται με την κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο, αποτέλεσε έναυσμα για την παρούσα μελέτη.

## Μεθοδολογία

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτηματολογίου κλειστού τύπου. Η κατάρτιση των ερωτήσεων έγινε αφού πρώτα προσδιορίστηκε ο στόχος της έρευνας, επιλέχθηκε η μέθοδος συλλογής των δεδομένων και κατανοήθηκαν τα επιμέρους χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (Ρόντος & Παπάνης, 2006). Στην έρευνα συμμετείχαν 204 (33%) φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Θετική κατεύθυνση, 157 (25,4%) Τεχνολογική κατεύθυνση και 258 (41,7%) Θεωρητική κατεύθυνση σαν μαθητές στο λύκειο. Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS 21.00. Η διερεύνηση συσχέτισης των απαντήσεων στα ερωτήματα της έρευνας με την μεταβλητή κατεύθυνση που είχαν ακολουθήσει οι ερωτώμενοι, έγινε με το στατιστικό κριτήριο  $\chi^2$  test (Pearson chi-square) με επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$ .

## Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1 το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Θετική κατεύθυνση στο λύκειο. Ο έλεγχος συσχέτισης με το στατιστικό κριτήριο  $\chi^2$  test, μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν στην Ερώτηση 1

και την μεταβλητή Κατεύθυνση, έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(10)=53,936$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
1) Η ηλεκτρομαγνητική ρύπανση οφείλεται:			
στην περιορισμένη ανακύκλωση ηλεκτρονικών συσκευών	10,3%	7,6%	6,6%
στην καύση υδρογονανθράκων για παραγωγή ηλεκτρισμού	13,2%	15,3%	15,5%
στις πηγές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων	46,6%	36,3%	19,0%
στην αλόγιστη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	14,2%	21,0%	25,6%
στην χρήση ηλεκτροκινητήρων	1,5%	2,5%	4,7%
δεν γνωρίζω	14,2%	17,2%	28,7%

Πίνακας 1 Απαντήσεις στην Ερώτηση 1 ως προς την Κατεύθυνση

Στην Ερώτηση 2 το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Θετική κατεύθυνση (Πίνακας 2). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(6)=114,155$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
2) Η ιοντίζουσα ακτινοβολία σε σχέση με τη μη-ιοντίζουσα:			
είναι πιο επικίνδυνη	72,5%	38,2%	26,7%
είναι το ίδιο επικίνδυνη	1,5%	9,6%	8,1%
είναι λιγότερο επικίνδυνη	3,9%	7,6%	2,7%
δεν γνωρίζω	22,1%	44,6%	62,4%

Πίνακας 2 Απαντήσεις στην Ερώτηση 2 ως προς την Κατεύθυνση

Στην Ερώτηση 3 το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Τεχνολογική κατεύθυνση (Πίνακας 3). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(8)=57,690$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Στην Ερώτηση 4 το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Θετική κατεύθυνση (Πίνακας 4). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(4)=74,264$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
3) Ο δείκτης SAR ενός κινητού τηλεφώνου εκφράζει:			
τη μέγιστη απόσταση από την κεραία που πιάνει το κινητό	4,9%	5,7%	7,8%
τον ρυθμό απορρόφησης της ακτινοβολίας από τους ιστούς	47,1%	63,7%	27,9%
την ένταση του ακουστικού κατά τη συνομιλία	0,5%	1,3%	2,7%
τη χωρητικότητα της μπαταρίας ενός κινητού	0,5%	0,0%	1,6%
δεν γνωρίζω	47,1%	29,3%	60,1%

Πίνακας 3 Απαντήσεις στην Ερώτηση 3 ως προς την Κατεύθυνση

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
4) Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιενέργεια;			
Ναι	58,3%	70,1%	89,1%
Όχι	39,2%	26,8%	6,2%
Δεν γνωρίζω	2,5%	3,2%	4,7%

Πίνακας 4 Απαντήσεις στην Ερώτηση 4 ως προς την Κατεύθυνση

Στην Ερώτηση 5 το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Τεχνολογική κατεύθυνση (Πίνακας 5). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(4)=28,497$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
5) Υπάρχουν ανώτατα επιτρεπτά όρια για τον δείκτη SAR;			
Ναι	62,3%	68,8%	44,2%
Όχι	2,9%	1,9%	3,5%
Δεν γνωρίζω	34,8%	29,3%	52,3%

Πίνακας 5 Απαντήσεις στην Ερώτηση 5 ως προς την Κατεύθυνση

Στην Ερώτηση 6 οι φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Τεχνολογική κατεύθυνση είχαν το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων (Πίνακας 6). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(6)=38,045$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Στην Ερώτηση 7 το υψηλότερο ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές που προέρχονταν από Θεωρητική κατεύθυνση (Πίνακας 7). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(4)=48,665$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
6) Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου:	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
είναι μεγαλύτερη όταν η στάθμη του σήματος είναι χαμηλή	27,5%	36,9%	15,1%
είναι μικρότερη όταν η στάθμη του σήματος είναι χαμηλή	18,1%	15,9%	11,6%
είναι πάντα η ίδια ανεξάρτητα από την στάθμη του σήματος	33,3%	33,8%	49,6%
δεν γνωρίζω	21,1%	13,4%	23,6%

Πίνακας 6 Απαντήσεις στην Ερώτηση 6 ως προς την Κατεύθυνση

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
7) Τα ασύρματα δίκτυα Wi-Fi εκπέμπουν ραδιενέργεια;	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
Ναι	44,1%	55,4%	72,9%
Όχι	47,5%	35,0%	17,8%
Δεν γνωρίζω	8,3%	9,6%	9,3%

Πίνακας 7 Απαντήσεις στην Ερώτηση 7 ως προς την Κατεύθυνση

Στην Ερώτηση 8 το υψηλότερο ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων σημείωσαν οι φοιτητές που προέρχονταν από Θεωρητική κατεύθυνση (Πίνακας 8). Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση, με  $\chi^2(4)=26,052$ ,  $p=0,000<0,05$ .

Ερώτηση	Κατεύθυνση		
8) Οι κεραιές τηλεόρασης στις ταράτσες των σπιτιών εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;	Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική
Ναι	65,2%	59,9%	69,8%
Όχι	22,5%	24,8%	8,9%
Δεν γνωρίζω	12,3%	15,3%	21,3%

Πίνακας 8 Απαντήσεις στην Ερώτηση 8 ως προς την Κατεύθυνση

## Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων επιβεβαιώθηκε ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελεί μια περίπλοκη έννοια ως προς την κατανόησή της και οδηγεί σε πλήθος παρανοήσεων. Οι απαντήσεις των ερωτώμενων, στηρίζονται αφενός σε δικά τους νοητικά σχήματα που έχουν διαισθητικό ή εμπειρικό χαρακτήρα από την χρήση στην προκειμένη περίπτωση των κινητών τηλεφώνων και ασύρματων δικτύων και αφετέρου σε επιστημονικές γνώσεις που αποκόμισαν από τη διδασκαλία στο σχολείο (Κώτσης, 2011· Andreou & Kotsis, 2005).

Παρόλο που τα προγράμματα σπουδών του σχολείου περιλαμβάνουν ενότητες σχετικές με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ρύπανση, η γενική διαπίστωση είναι

ότι οι γνώσεις των φοιτητών Πανεπιστημίου ήταν ιδιαίτερα περιορισμένες ανεξαρτήτου κατεύθυνσης που είχαν ακολουθήσει στο λύκειο. Επιπλέον, η διαφοροποίηση των προγραμμάτων σπουδών στο λύκειο είχε ως συνέπεια οι ερωτώμενοι που προέρχονταν από Θεωρητική κατεύθυνση, να έχουν σημαντικά λιγότερες γνώσεις. Οι φοιτητές που είχαν ακολουθήσει Θετική κατεύθυνση διαπιστώθηκε ότι έχουν περισσότερες γνώσεις κυρίως σε θεωρητικά ζητήματα σε σχέση με όσους προέρχονταν από την Τεχνολογική. Από την άλλη, οι ερωτώμενοι που είχαν ακολουθήσει Τεχνολογική κατεύθυνση διαπιστώθηκε να έχουν περισσότερες γνώσεις κυρίως σε ζητήματα τεχνολογίας, όπως είναι για παράδειγμα ο δείκτης SAR, η εκπομπή και η λήψη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τις ηλεκτρονικές συσκευές.

Η περαιτέρω διερεύνηση και καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών αλλά και των εκπαιδευτικών κρίνεται απαραίτητη για την βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από τεχνητές πηγές, όπως είναι τα ασύρματα δίκτυα και τα κινητά τηλέφωνα, έχει μπει στην καθημερινότητα των σύγχρονων ανθρώπων. Η εκπαίδευση θα πρέπει να παρέχει τις απαραίτητες γνώσεις και να φροντίζει για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών που αποτελεί απαραίτητο εφόδιο σε μια σύγχρονη κοινωνία.

## Βιβλιογραφία

- Κώτσης, Κ. (2011). *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής*. Ιωάννινα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- Ρόντος, Κ., & Παπάνης, Ε. (2006). *Στατιστική έρευνα: Μέθοδοι και εφαρμογές*. Αθήνα: Εκδόσεις Ι. Σιδέρης.
- Andreou, Y., & Kotsis, K. (2005). Mathematical Concept Development in Blind and Sighted Children. *International Journal of Learning*, 12(7), pp. 255-260.
- Bliss, J. (1995). Piaget and After: The Case of Learning Science. *Studies in Science Education*, 25(1), pp. 139-172.
- DeVries, R. (2000). Vygotsky, Piaget, and Education: a reciprocal assimilation of theories and educational practices. *New Ideas in Psychology*, 18(2-3), pp. 187-213.
- Froehle, P., & Miller, C. (2012). Student misconceptions and the conservation of energy. *Physics Teacher*, 50(6), pp. 367-368.
- Huang, Y., Yang, B., Adams, R. D., Howell, B., Zhang, J. Z., & Burbank, K. (2008). Teaching electromagnetic fields with computer visualization. In M. Rajai (Ed.), *The 2008 IAJC-IJME International Conference*.
- Itza-Ortiz, S., Rebello, S., & Zollman, D. (2004). Students' models of Newton's second law in mechanics and electromagnetism. *European Journal of Physics*, 25(1), pp. 81-89.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek Student's ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33(3), pp. 375-392.
- Kubsch, M., Nordine, J., & Hadinek, D. (2017). Using smartphone thermal cameras to engage students' misconceptions about energy. *Physics Teacher*, 55(8), pp. 504-505.
- Neumann, S. (2014). Three Misconceptions About Radiation - And What We Teachers Can Do to Confront Them. *American Association of Physics Teachers*, 52(6), pp. 357-359.
- Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980). A technique for exploring student's views of the world. *Physics Education*, 15(6), pp. 376-379.
- Piaget, J. (1983). Piaget's theory. In P. Mussen (Ed.). *Handbook of child psychology (4th ed.)*.
- Plotz, T. (2017). Students' conceptions of radiation and what to do about them. *Physics Education*, 52(1), pp. 1-6.



- Thong, W. M., & Gunstone, R. (2008). Some Student Conceptions of Electromagnetic Induction. *Research in Science Education, 38(1)*, pp. 31-44.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ye, X., Zhang, X., Zheng, S., & Du, Y. (2010). Discussion on teaching electromagnetic field and wave course. *Proceedings of Progress in Electromagnetic Research Symposium*, pp. 229-232.

## Εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών Τμήματος Φυσικής κατά τη διάρκεια των σπουδών τους για τη ραδιενέργεια

**Ιωάννης Μυγδανάλευρος<sup>1</sup>, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, <sup>2</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία καταγράφονται οι εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες Τμήματος Φυσικής για τη ραδιενέργεια. Επίσης, διερευνάται η μεταβολή των αντιλήψεων των φοιτητών/τριών κατά τη διάρκεια των σπουδών τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι δεν μεταβάλλονται οι αντιλήψεις των φοιτητών με το έτος σπουδών τους.

**Λέξεις κλειδιά:** Τμήμα Φυσικής, Αντιλήψεις, Ραδιενέργεια

## Evolution on the conceptions about radioactivity of Physics Department students during their studies

**Ioannis Migdanalevros<sup>1</sup>, Konstantinos T. Kotsis<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Physics, University of Ioannina, <sup>2</sup>Department of Primary Education, University of Ioannina*

### Abstract

This is an empiric work where the conceptions of students of the Physics Department are investigated for phenomena related to radioactivity. The evolution of their alternative ideas during their studies is also recorded. The results of this research lead to the conclusion that students' perceptions do not change with their year of study, and they remain unchanged throughout their studies.

**Keywords:** Physics Department, conceptions, radioactivity

## Εισαγωγή

Η ραδιενέργεια είναι ένα φαινόμενο που έχει μελετηθεί εκτενώς από τους επιστήμονες, όσον αφορά τη φύση, τις επιπτώσεις και τη χρησιμότητά της στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Τις τελευταίες δεκαετίες ο άνθρωπος έχει κάνει κομμάτι της καθημερινότητάς του τη ραδιενέργεια, καθώς τη χρησιμοποιεί για διάφορους σκοπούς, όπως τη συντήρηση τροφίμων (Olszyna-Marzys, 1992), ιατρικές εξετάσεις και λοιπές χρήσεις (Cherry et al., 2012) και για παραγωγή και χρήση ενέργειας. Ενώ η ραδιενέργεια είναι ένας αρκετά χρήσιμος πόρος, έχει αρκετά μειονεκτήματα. Μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα υγείας στους ανθρώπους (Ainsley et al., 2011· Nagataki & Takamura, 2016) είτε με τη μορφή σοβαρών ασθενειών είτε μεταλλάξεων στο DNA, όπως μπορεί και να έχει σοβαρές επιπτώσεις το περιβάλλον. Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι είναι απαραίτητο για έναν σύγχρονο ενεργό πολίτη να έχει στοιχειώδεις γνώσεις και για τη ραδιενέργεια.

Υπάρχουν πολλές μελέτες σχετικά με τις αντιλήψεις, τις γνώσεις και τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές, οι φοιτητές και οι εκπαιδευτικοί σχετικά με διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα και οι περισσότερες από αυτές δείχνουν την ύπαρξη κοινών παρανοήσεων μεταξύ των τριών ομάδων, με τη ραδιενέργεια να μην αποτελεί εξαίρεση (Khalid, 2001· 2003· Morales Lopez & Tuzon, 2020· Τασοğlu et al., 2017).

Στις περισσότερες μελέτες, οι εκπαιδευτικοί, οι φοιτητές και οι μαθητές πιστεύουν ότι η ραδιενέργεια είναι είτε η εκπομπή σωματιδίων είτε η εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον πυρήνα ορισμένων στοιχείων, αλλά όχι και τα δύο, και σε ορισμένες περιπτώσεις καμία από τις παραπάνω δύο επιλογές (Τασοğlu et al., 2017· Tekin & Nakiboğlu, 2006). Επίσης, υπάρχει σύγχυση μεταξύ των όρων ραδιενέργεια, ακτινοβολία και ραδιενεργές πηγές (Tsarparlis et al., 2013), με πολλούς ανθρώπους να τις μπερδεύουν, συγκεκριμένα τους όρους της ραδιενέργειας και ακτινοβολίας. Εκτός από τις διάφορες εσφαλμένες αντιλήψεις σχετικά με τον ορισμό της ραδιενέργειας, υπάρχουν επίσης λανθασμένες ερμηνείες σχετικά με τη φύση της ραδιενέργειας. Συχνά θεωρείται εξαιρετικά καταστροφική και επικίνδυνη (Sesen & Ince, 2010), ιδιαίτερα επιβλαβής για τους ανθρώπους (Millar & Gill, 1996), ενώ αρκετοί πιστεύουν ότι η ραδιενέργεια είναι τεχνητό δημιούργημα (Neumann & Hopf, 2012). Οι παραπάνω λανθασμένες αντιλήψεις δείχνουν σημαντική έλλειψη γνώσης σχετικά με τη φύση και τις χρήσεις της ραδιενέργειας, ειδικά για ιατρικούς και ενεργειακούς σκοπούς. Επιπλέον, υπάρχει μια αρκετά δημοφιλής πεποίθηση ότι η ραδιενέργεια συμβάλλει αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι μία από τις αιτίες της μείωσης του πάχους του στρώματος του όζοντος (Boyes & Stanisstreet, 1994· Neumann & Hopf, 2012). Αν τέτοιες αντιλήψεις υπάρχουν για τον μέσο πολίτη, είναι ιδιαίτερο ενδιαφέρον να ερευνηθεί τι πιστεύουν φοιτητές/τριες του Τμήματος Φυσικής, που μέρος των σπουδών τους είναι και η ραδιενέργεια.

## Έρευνα

Ο κύριος στόχος αυτής της μελέτης είναι να καταγράψει και να μελετήσει την εξέλιξη των αντιλήψεων που έχουν οι φοιτητές και φοιτήτριες του Τμήματος Φυσικής σχετικά με τη ραδιενέργεια. Δευτερεύων στόχος είναι ο εντοπισμός εναλλακτικών ιδεών και

παρανοήσεων που μπορεί να έχουν οι φοιτητές και αν συμπίπτουν με κάποιες από τις υπάρχουσες αντιλήψεις στη βιβλιογραφία.

Στην έρευνα πήραν μέρος 145 φοιτητές και φοιτήτριες, εκ των οποίων 79 (54,48%) ήταν γένος αρσενικού και 66 (45,52%) γένος θηλυκού. Από τους 145 συμμετέχοντες, οι 41 (28,28%) ήταν πρωτοετείς, οι 50 (34,48%) ήταν δευτεροετείς, οι 28 (19,31%) ήταν τριτοετείς και οι 26 (17,93%) ήταν τεταρτοετείς ή σε μεγαλύτερο έτος σπουδών.

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα αποτελούνταν από ερωτήσεις κλειστού τύπου και είχε δύο διακεκριμένα μέρη. Στο πρώτο μέρος ζητήθηκαν κάποιες δημογραφικές πληροφορίες από τους συμμετέχοντες μέσα από τέσσερις ερωτήσεις. Στο δεύτερο μέρος εξετάστηκαν οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων πάνω στη ραδιενέργεια. Οι εννέα ερωτήσεις που παρατέθηκαν αφορούσαν τον ορισμό, τη χρήση και την επίδραση της ραδιενέργειας και ήταν πολλαπλής επιλογής με μία μόνο σωστή απάντηση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας περάστηκαν και επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 26, με τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου να αντιστοιχούν σε ποιοτικές μεταβλητές. Πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι ανεξαρτησίας (κριτήριο  $\chi^2$ ) μεταξύ των ποιοτικών μεταβλητών. Για να γίνουν σωστά οι έλεγχοι ανεξαρτησίας, οι μεταβλητές μετατράπηκαν σε ερωτήσεις σωστό-λάθος. Οι εννέα ερωτήσεις όπου ζητήθηκαν απαντήσεις από τους φοιτητές ήταν οι εξής:

- 1) Ως ραδιενέργεια ορίζουμε το φαινόμενο
  - a. Της εκπομπής σωματιδίων από τους πυρήνες ορισμένων χημικών στοιχείων
  - b. Της εκπομπής Η/Μ ακτινοβολίας από τους πυρήνες ορισμένων χημικών στοιχείων
  - c. Και τα δύο
  - d. Κανένα από τα δύο
- 2) Ποιο από τα παρακάτω είναι περισσότερο επικίνδυνο εάν είναι μολυσμένο με ραδιενέργεια;
  - a. Ο ατμοσφαιρικός αέρας
  - b. Το νερό
  - c. Τα τρόφιμα
  - d. Όλα είναι το ίδιο επικίνδυνα
- 3) Τι από τα παρακάτω μπορεί να προκληθούν από μεγάλα ποσά ραδιενέργειας;
  - a. Μεταλλάξεις στο DNA
  - b. Κληρονομικές ανωμαλίες
  - c. Και τα δύο
  - d. Κανένα από τα δύο
- 4) Πιστεύεις ότι η ραδιενέργεια χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας;
  - a. Ναι
  - b. Όχι
  - c. Δεν ξέρω
- 5) Πιστεύεις ότι η ραδιενέργεια χρησιμοποιείται για διάγνωση και θεραπεία ασθενειών;
  - a. Ναι
  - b. Όχι
  - c. Δεν ξέρω

- 6) Πιστεύεις ότι η ραδιενέργεια χρησιμοποιείται για συντήρηση τροφίμων;
- Ναι
  - Όχι
  - Δεν ξέρω
- 7) Ποιος είναι υπεύθυνος για τα πυρηνικά απόβλητα;
- Η φύση
  - Ο άνθρωπος
  - Και οι δύο
  - Δεν ξέρω
- 8) Περιέχουν ραδιενέργεια τα πυρηνικά απόβλητα;
- Ναι
  - Όχι
  - Δεν ξέρω
- 9) Πιστεύεις πως τα πυρηνικά απόβλητα καταστρέφονται εύκολα;
- Ναι
  - Όχι
  - Δεν ξέρω

Ερώτηση	Πρώτο έτος	Δεύτερο έτος	Τρίτο έτος	Τέταρτο έτος και άνω
1	41,46%	40%	32,14%	30,77%
2	9,76%	14%	10,71%	7,69%
3	60,98%	62%	75%	69,23%
4	68,29%	60%	64,29%	61,54%
5	87,8%	78%	89,29%	92,31%
6	21,95%	18%	25%	11,54%
7	87,8%	92%	78,57%	84,62%
8	85,37%	82%	89,29%	84,62%
9	90,24%	94%	92,86%	92,31%

Πίνακας 1 Οι σωστές απαντήσεις των φοιτητών/τριών ανά έτος στις εννέα ερωτήσεις

## Αποτελέσματα

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων δίνεται με τη μορφή πίνακα, όπου παρουσιάζεται μόνο το ποσοστό των σωστών απαντήσεων. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα ποσοστά των φοιτητών που έδωσαν σωστές απαντήσεις στις εννέα ερωτήσεις ανάλογα με το έτος φοίτησής τους, καθώς και τον μέσο όρο των σωστών απαντήσεων συνολικά στις εννέα ερωτήσεις.

Ερώτηση	$\chi^2$	p	Διαφορά
1	1,253	0,740	Τυχαία διακύμανση
2	0,815	0,846	Τυχαία διακύμανση
3	1,921	0,589	Τυχαία διακύμανση
4	0,721	0,868	Τυχαία διακύμανση
5	3,744	0,291	Τυχαία διακύμανση
6	1,828	0,609	Τυχαία διακύμανση
7	2,997	0,392	Τυχαία διακύμανση
8	0,753	0,861	Τυχαία διακύμανση
9	0,463	0,927	Τυχαία διακύμανση

Πίνακας 2 Ο έλεγχος ανεξαρτησίας για τις εννέα ερωτήσεις και του έτους φοίτησης

Στον Πίνακα 2 φαίνονται τα αποτελέσματα των ελέγχων ανεξαρτησίας μεταξύ των εννέα ερωτήσεων και του έτους φοίτησης. Οι έλεγχοι δείχνουν αν το έτος φοίτησης είναι στατιστικά σημαντικός παράγοντας για το αν οι φοιτητές απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις.

## Συμπεράσματα

Οι έλεγχοι ανεξαρτησίας (κριτήριο  $\chi^2$ ) έδειξαν ότι το έτος φοίτησης δεν είναι σημαντικός παράγοντας και δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα των φοιτητών, με το έτος φοίτησης είναι μην στατιστικά σημαντικός παράγοντας και για τις εννέα ερωτήσεις. Οι συμμετέχοντες είχαν καλά αποτελέσματα στις τρεις ερωτήσεις που αφορούσαν τα πυρηνικά απόβλητα και στην ερώτηση για τη χρήση της ραδιενέργειας για ιατρικούς σκοπούς. Στις υπόλοιπες πέντε ερωτήσεις εντοπίστηκαν έξι εναλλακτικές ιδέες όσον αφορά τη ραδιενέργεια:

- Ραδιενέργεια είναι μόνο η εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από πυρήνες ορισμένων χημικών στοιχείων.
- Ραδιενέργεια είναι μόνο η εκπομπή σωματιδίων από πυρήνες ορισμένων χημικών στοιχείων.
- Ο ατμοσφαιρικός αέρας, τα τρόφιμα και το νερό είναι το ίδιο επικίνδυνα αν είναι μολυσμένα με ραδιενέργεια.
- Μεταλλάξεις στο DNA και κληρονομικές ανωμαλίες δεν μπορεί να προκληθούν από μεγάλα ποσά ραδιενέργειας.
- Η ραδιενέργεια δεν χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας.
- Η ραδιενέργεια δεν χρησιμοποιείται για συντήρηση τροφίμων.

Κάποιες εναλλακτικές ιδέες που παρουσίασαν οι συμμετέχοντες έχουν εντοπιστεί από άλλες μελέτες στο παρελθόν, ειδικά για τις αντιλήψεις σχετικά με τον ορισμό και τη φύση της ραδιενέργειας (Ταζοϋλ et al., 2017· Tekin & Nakiboϋlu, 2006). Επίσης, παρατηρήθηκε έλλειψη βελτίωσης από έτος σε έτος στην έρευνα. Στον Πίνακα 1 φαίνεται ότι τις 9 ερωτήσεις της έρευνας, κατά μέσο όρο, οι πρωτοετείς φοιτητές απάντησαν σωστά στις 5,54 (61,52%), οι δευτεροετείς φοιτητές απάντησαν σωστά στις 5,4 (60%), οι τριτοετείς φοιτητές απάντησαν σωστά στις 5,57 (61,91%) και οι φοιτητές τέταρτου ή μεγαλύτερου απάντησαν σωστά στις 5,35 (59,4%). Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι υπάρχουν κενά γνώσεων των συμμετεχόντων, τα οποία δεν μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια των σπουδών τους σε πανεπιστημιακό επίπεδο και τείνουν να διατηρούν τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν αποκτήσει από την προηγούμενη βαθμίδα εκπαίδευσης.

## Βιβλιογραφία

- Ainsley, C. G., Christodouleas, J. P., Forrest, R. D., Hahn, S. M., Tochner, Z., & Glatstein, E. (2011). Short-Term and Long-Term Health Risks of Nuclear-Power-Plant Accidents. *New England Journal of Medicine*, 3–5.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1994). Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science & Technological Education*, 12 (2), 145-160.

- Cherry, S., Sorenson, J., & Phelps, M. (2012). Physics in Nuclear Medicine. *Physics in Nuclear Medicine*, 2370 (2004).
- Khalid, T. (2001). Pre-service teachers' misconceptions regarding three environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6 (1), 102–120.
- Khalid, T. (2003). Pre-service high school teachers' perceptions of three environmental phenomena. *Environmental Education Research*, 9 (1), 35–50.
- Millar, R., & Gill, J. S. (1996). School students understanding of processes involving radioactive substances and ionizing radiation. *Physics Education*, 31 (1), 27-33.
- Morales López, A.I., & Tuzón M., P. (2022). Misconceptions, Knowledge and Attitudes Towards the Phenomenon of Radioactivity. *Science & Education*, 31, 405–426. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00251-w>
- Nagataki, S., & Takamura, N. (2016). Radioactive Doses - Predicted and Actual - and Likely Health Effects. *Clinical Oncology*, 28 (4), 245–254.
- Neumann, S., & Hopf, M. (2012). Students' Conceptions About 'Radiation': Results from an Explorative Interview Study of 9th Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, 21 (6).
- Olszyna-Marzys, A. E. (1992). Radioactivity and Food Preservation. *Nutrition Reviews*, 50 (6), 162–165.
- Sesen B. A., & Ince, E. (2010). Internet as a source of misconception: Radiation and radioactivity. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9 (4), 94-100.
- Tekin B. B., & Nakiboglu, C., (2006). Identifying Students' Misconceptions about Nuclear Chemistry. A Study of Turkish High School Students. *Journal of Chemical Education*, 83 (11), 1712. <https://doi.org/10.1021/ed083p1712>
- Taşoğlu, A., Ates, O., & Bakac, M. (2017). Prospective Physics Teachers' Awareness of Radiation and Radioactivity. *European Journal of Physics Education*, 6(1), 1-14.
- Tsaparlis, G., Hartzavalos, S., & Nakiboglu, C. (2013). Students' Knowledge of Nuclear Science and Its Connection with Civic Scientific Literacy in Two European Contexts: The Case of Newspaper Article. *Science & Education*, 22 (8), 1963-1991.

Συλλογισμοί φοιτητών κατά την επίλυση προβλημάτων σχετικών με τα διαλύματα, τη διαλυτότητα και την ανακρυστάλλωση

**Παναγιώτης Ρήγας, Κατερίνα Σάλτα, Κατερίνα Πασχαλίδου, Κωνσταντίνος Μεθενίτης**

*Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι συλλογισμοί που χρησιμοποιούν πρωτοετείς φοιτητές του Τμήματος Βιολογίας του ΕΚΠΑ, όταν επιλύουν προβλήματα σχετικά με τα διαλύματα, τη διαλυτότητα και την ανακρυστάλλωση. Η μελέτη βασίζεται στην ευρετική-αναλυτική θεωρία συλλογισμών, η οποία στοχεύει να αποκαλύψει πώς οι άνθρωποι παίρνουν αποφάσεις κάτω από χρονικούς περιορισμούς. Χρησιμοποιήθηκε ποιοτικός ερευνητικός σχεδιασμός με πηγές δεδομένων: 42 φύλλα εργασίας γραπτών απαντήσεων και 6 ημιδομημένες ατομικές συνεντεύξεις που δόθηκαν εθελοντικά από αντίστοιχους φοιτητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ρητά και σιωπηρά χαρακτηριστικά κάθε προβλήματος-ερώτησης πυροδότησαν τη συχνή χρήση των ακόλουθων ευρετικών συλλογισμών: *λήψη απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία, ακαμψία και ευχέρεια επεξεργασίας*.

**Λέξεις κλειδιά:** Ευρετικοί συλλογισμοί, Επίλυση προβλημάτων, Διαλύματα, Διαλυτότητα, Ανακρυστάλλωση

Students reasoning when solving problems related with solutions formation, solubility, and recrystallization

**Panagiotis Rigas, Katerina Salta, Katerina Paschalidou, Constantinos Methenitis**

*Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens*

### Abstract

In the present work, the reasoning employed by first-year university students in the Department of Biology NKUA, when solving problems on solution formation, solubility, and the recrystallization technique, is presented. The study is based upon the heuristic-analytic theory of reasoning, which aims to reveal how people make decisions under time constraints. In the qualitative methodology that was implemented, data sources included: written responses from 42 worksheets and 6 semi-structured individual interviews, that were given voluntarily. Results indicated that explicit and implicit features in each task triggered the frequent use of the following heuristics: *one-reason decision making, rigidity, and fluency*.

**Keywords:** Heuristics, Problem-solving, Solutions, Solubility, Recrystallisation



## Εισαγωγή

Η ευρετική-αναλυτική θεωρία της συλλογιστικής, όπως καταρτίστηκε από τον Evans (1984· 1989), αποτελεί ένα απλό μοντέλο δύο σταδίων, με δύο είδη γνωστικών διαδικασιών: τις ευρετικές διαδικασίες, οι οποίες περιλαμβάνουν εκλεκτικές αναπαραστάσεις του περιεχομένου των προβλημάτων και τις αναλυτικές διεργασίες, οι οποίες εξάγουν συμπεράσματα ή κρίσεις από τις αναπαραστάσεις αυτές. Ακολούθησε αναθεώρηση και επέκταση της αρχικής ευρετικής-αναλυτικής θεωρίας με ενσωμάτωση των τριών αρχών της υποθετικής σκέψης (Evans et al., 2003). Η αρχή της μοναδικότητας απορρέει από την εκτίμηση ότι τα νοητικά μοντέλα κατασκευάζονται ένα κάθε φορά, ώστε να αναπαραστήσουν μια υποθετική κατάσταση. Η αρχή της συνάφειας αναφέρεται στη διεισδυτική επιρροή της προηγούμενης γνώσης και των πεποιθήσεων στην κατασκευή αυτού του μοντέλου. Τέλος, στο αναλυτικό σύστημα, το πιο εύλογο ή σχετικό μοντέλο αξιολογείται σε σχέση με τους τρέχοντες στόχους και γίνεται αποδεκτό, εάν είναι ικανοποιητικό (αρχή ικανοποίησης).



Εικόνα 1 Ευρετικό-αναλυτικό μοντέλο συλλογιστικής των Evans, Over και Handley (2003) (Evans, 2006).

Σε περιπτώσεις όπου προεπιλεγμένες αναπαραστάσεις μεταφράζονται σε απαντήσεις σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται, η κρίση καθορίζεται κυρίως από ευρετικές διαδικασίες. Σε άλλες περιπτώσεις, τα συμπεράσματα είναι ένα προϊόν αναλυτικής σκέψης, που συμμετέχει ενεργά στην αναστολή των αποκρίσεων που προκαλεί το ευρετικό σύστημα. Η αναλυτική σκέψη δεν χρησιμοποιεί πάντοτε ένα σύνολο καλά καθορισμένων κριτηρίων για την αποδοχή ή την απόρριψη ενός προκαθορισμένου νοητικού μοντέλου, ως εκ τούτου η εμπλοκή της αναλυτικής σκέψης δεν διασφαλίζει απαραίτητα ότι θα δημιουργηθούν οι απαραίτητες αλυσίδες λογικής που άρχονται από αυτή. Έτσι, η ευρετική-αναλυτική θεωρία της συλλογιστικής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξηγήσει τις γνωστικές προκαταλήψεις στους συλλογισμούς, καθώς και να ερμηνεύσει ασυνέπειες στις απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές όταν αναπτύσσουν ένα νοητικό μοντέλο «πρώτης εντύπωσης» (Kryjevskaja et al., 2014).

Ο Talanquer (2014) ταξινομεί σε τρεις κατηγορίες, δέκα βασικές διεισδυτικές ευρετικές διεργασίες συλλογισμού, που λειτουργούν παράλληλα ή σε συνδυασμό και παρέχουν βαθιά γνώση για τη συλλογιστική που εντοπίζεται στη χημική εκπαίδευση υπό συνθήκες περιορισμένου χρόνου. Η πρώτη κατηγορία των θεμελιωδών συσχετιστικών διαδικασιών περιλαμβάνει τις ευρετικές διεργασίες (i) συσχετιστικής ενεργοποίησης, (ii) ευχέρειας επεξεργασίας και (iii) υποκατάστασης χαρακτηριστικών, οι οποίες συχνά υποστηρίζουν όλους τους υπόλοιπους τύπους ευρετικών συλλογισμών. Οι διαδικασίες που εμπλέκονται στην κατηγορία των επαγωγικών κρίσεων είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους (λήψη απόφασης με βάση μία μοναδική αιτία, επιφανειακή ομοιότητα, αναγνώριση, γενίκευση και ακαμψία). Τέλος, η υπερβολική αυτοπεποίθηση και η συναισθηματική επίδραση εμπίπτουν στην κατηγορία των συναισθηματικών κρίσεων.

Η έρευνα που διεξήχθη, καθοδηγείται από το ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: *Ποιους ευρετικούς συλλογισμούς χρησιμοποιούν κυρίως οι προπτυχιακοί φοιτητές του τμήματος Βιολογίας, όταν επιλύουν προβλήματα σχετικά με τα διαλύματα, τη διαλυτότητα και την ανακρυστάλλωση;*

## Μεθοδολογία

Ακολουθήθηκε ποιοτικός ερευνητικός σχεδιασμός με πηγές δεδομένων: φύλλο εργασίας πέντε προβλημάτων-ερωτήσεων και μεμονωμένες ημιδομημένες συνεντεύξεις. Με τον συγκεκριμένο σχεδιασμό επιδιώχθηκε να αυξηθεί η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων καθώς και η σημασία των ευρημάτων (Calik et al., 2005). Συμμετείχαν 42 προπτυχιακοί πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Βιολογίας του ΕΚΠΑ, 6 εκ των οποίων παρείχαν εθελοντικά προσωπικές συνεντεύξεις.

Για τη διερεύνηση των στρατηγικών συλλογιστικής, υιοθετήθηκε η μεθοδολογική προσέγγιση των πρωτοκόλλων αναδρομικής διατύπωσης της σκέψης. Σύμφωνα με την εν λόγω προσέγγιση, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν λίγο μετά την ολοκλήρωση του φύλλου εργασίας να σκεφτούν δυνατά αναδρομικά και να διατυπώσουν την ακολουθία των γνωστικών διαδικασιών που πραγματοποίησαν, προκειμένου να ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες ή να εκφράσουν τις σκέψεις τους και το τι έχουν κατανοήσει σχετικά με τα προβλήματα-ερωτήματα που περιλάμβαναν αυτές. Στο σύνολό τους τα προβλήματα-ερωτήσεις περιλάμβαναν εσκεμμένα κοινές ή οικείες ουσίες και υποδείξεις, που παρουσίαζαν τόσο ρητές όσο και σιωπηρές ομοιότητες και διαφορές (McClary & Talanquer, 2011). Στόχος ήταν να συμπεριληφθούν οι υποδείξεις που θα μπορούσαν να ενεργοποιήσουν την εφαρμογή ευρετικής συλλογιστικής, όπως αυτή περιγράφεται στη βιβλιογραφία των κοινών στρατηγικών συντομευμένης συλλογιστικής στον τομέα της Χημείας (Talanquer, 2014), καθώς και τυπικές εναλλακτικές ιδέες.

## Αποτελέσματα

Στην πρώτη ερώτηση συμπεριλήφθηκαν υποδείξεις για τη μοριακή δομή των εξεταζόμενων ουσιών, ενώ στις επιλογές απάντησης χρησιμοποιήθηκαν συνηθισμένα συστατικά διαλυμάτων, όπως είναι το νερό.

**Ερώτηση 1:** Διαθέτουμε τρία υγρά: νερό ( $H_2O$ ), οινόπνευμα ( $C_2H_5OH$ ) και βενζίνη (με κύριο συστατικό το εξάνιο  $C_6H_{14}$ ). Αναμιγνύουμε ανά δύο τα υγρά, χρησιμοποιώντας 50 mL από κάθε υγρό σε κάθε ανάμιξη. 1.1 Ποιο ή ποια από τα μίγματα που παρασκευάσαμε αποτελεί ή αποτελούν διαλύματα; Α. βενζίνη και νερό, Β. βενζίνη και οινόπνευμα, Γ. νερό και οινόπνευμα. 1.2 Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Πίνακας 1 Διατύπωση της 1<sup>ης</sup> ερώτησης

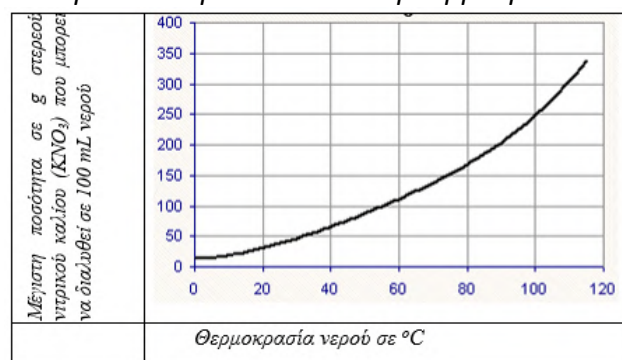
Η ανάλυση των απαντήσεων έδειξε ότι η πλειονότητα των φοιτητών χρησιμοποίησε τον ευρετικό συλλογισμό της λήψης απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία, οδηγούμενη στην επιλογή Γ. νερό και οινόπνευμα ως σωστή απάντηση. Μέσω του εν λόγω ευρετικού συλλογισμού οι άνθρωποι τείνουν να μειώνουν τον αριθμό των παραγόντων που αναλύουν κατά τη λήψη αποφάσεων και τη διατύπωση κρίσεων, χρησιμοποιώντας εν τέλει ένα μοναδικό παράγοντα ή υπόδειξη, που συχνά αποτελεί και το πρώτο χαρακτηριστικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει μια αληθοφανή απάντηση (Todd & Gigerenzer, 2000). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ευρετική διεργασία που εστιάζει σε μία μοναδική αιτία, συνοψίζεται στα ακόλουθα βασικά βήματα: (α) αναζήτηση μίας υπόδειξης κάθε φορά, ώστε να διαφοροποιηθούν οι επιλογές που δίνονται (π.χ. μάζα ή ηλεκτραρνητικότητα των εμπλεκόμενων ατόμων), (β) σύγκριση των τιμών της επιλεγμένης υπόθεσης για κάθε εναλλακτική επιλογή (π.χ. ποιο άτομο έχει μεγαλύτερη ατομική μάζα ή είναι πιο ηλεκτραρνητικό) και (γ) διακοπή της αναζήτησης, όταν εντοπιστεί μια υπόδειξη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει επιλογή μεταξύ των εναλλακτικών. Γενικά, η τελική απόφαση βασίζεται στην εναλλακτική με τη μεγαλύτερη επιτρεπτή τιμή στο επιλεγμένο κριτήριο (π.χ. έχει το βαρύτερο άτομο) (Talanquer, 2014). Παραδείγματα αιτιολόγησης που δόθηκαν μεταξύ άλλων ήταν τα εξής: Φ20: «Για να αποτελεί ένα μίγμα διάλυμα πρέπει ο διαλύτης να διαλύει τη διαλυμένη ουσία. Το νερό είναι πολική ένωση και το οινόπνευμα επίσης, όμοια διαλύουν όμοια, άρα το νερό με το οινόπνευμα αποτελούν διάλυμα.» (επιλογή Γ), Φ21: «Γνωρίζουμε ότι τα όμοια διαλύουν όμοια. Δηλαδή η βενζίνη και το οινόπνευμα που είναι άπολα διαλύονται και αποτελούν διάλυμα.» (επιλογή Β). Φ42: «Και οι δύο ενώσεις είναι πολικές. Όμοια διαλύουν όμοια.» (επιλογή Γ).

ΕΡΩΤΗΣΗ 1 - ΦΟΙΤΗΤΕΣ			
Απάντηση	Σύνολο	Ευρετικός Συλλογισμός	Συχνότητα
A. βενζίνη και νερό	10	Γενίκευση	3
		Λήψη Απόφασης/Μία Αιτία	1
		Λήψη Απόφασης/Μία Αιτία	1
B. βενζίνη και οινόπνευμα	16	Επιφανειακή Ομοιότητα	9
		Λήψη Απόφασης/Μία Αιτία	6
Γ. νερό και οινόπνευμα	32	Λήψη Απόφασης/Μία Αιτία	10
		Γενίκευση	6

Πίνακας 2 Κύριοι ευρετικοί συλλογισμοί φοιτητών στην 1<sup>η</sup> ερώτηση

Η δεύτερη ερώτηση ήταν ιδανική για την υιοθέτηση του ευρετικού συλλογισμού της λήψης απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία. Συγκεκριμένα, στηριζόμενοι στη φυσική κατάσταση της διαλυμένης ουσίας οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν, εξαλείφοντας γρήγορα τις κοινές υποδείξεις για τη θερμοκρασία, να μειώσουν την προσπάθεια που απαιτείται για να αποφασίσουν σχετικά με τη διαλυτότητα του στερεού  $KNO_3$ .

**Ερώτηση 2.** Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει τη μεταβολή της μέγιστης ποσότητας (σε g) **στερεού** νιτρικού καλίου ( $KNO_3$ ) που μπορεί να διαλυθεί σε 100 mL νερού όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία.



Τέσσερα δοχεία A, B, Γ και Δ περιέχουν 100 mL νερού το καθένα και τη μέγιστη ποσότητα α g, β g, γ g, δ g **στερεού** νιτρικού καλίου ( $KNO_3$ ) που μπορεί να διαλυθεί σε αυτή στις δεδομένες συνθήκες.

Δοχείο A, α g $KNO_3$ 30 °C	Δοχείο B, β g $KNO_3$ 50 °C	Δοχείο Γ, γ g $KNO_3$ 50 °C	Δοχείο Δ, δ g $KNO_3$ 70 °C

2.1 Ποια από τις παρακάτω επιλογές αντιστοιχεί σε φθίνουσα διάταξη των ποσοτήτων του **στερεού** νιτρικού καλίου ( $KNO_3$ ).

1.  $\delta > \gamma > \beta > \alpha$ ,
2.  $\delta > \gamma > \beta = \alpha$ ,
3.  $\delta > \gamma = \beta > \alpha$ .

2.2 Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Πίνακας 3 Διατύπωση της 2<sup>ης</sup> ερώτησης

Η πλειονότητα των φοιτητών κατάφερε να απαντήσει σωστά στη 2<sup>η</sup> ερώτηση (25 φοιτητές), υιοθετώντας σε 31 συνολικά περιπτώσεις τον ευρετικό συλλογισμό της λήψης απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία. Αξιοσημείωτος ήταν επίσης ο αριθμός των φοιτητών που για να απαντήσει στην ερώτηση επιστράτευσε λανθασμένα την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων μέσω της συσχετιστικής ενεργοποίησης (7 περιπτώσεις). Οι συνεντεύξεις που παραχωρήθηκαν δεν αποκάλυψαν ευρετικούς συλλογισμούς πλέον της λήψης απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία, στο πλαίσιο της ευρετικής στρατηγικής που ακολουθήθηκε. Ενδεικτικά, σε ακολουθία με το μοντέλο της υποθετικής σκέψης των Evans et al. (2003), ο φοιτητής Φ18 σχημάτισε το πιο συναφές επιστημικό νοητικό μοντέλο («...αφού ξέρω ότι είναι στερεό το νιτρικό κάλιο, υγρό το νερό, η ατμοσφαιρική πίεση δεν θα επηρεάζει τη διαλυτότητα, οπότε αυτό εδώ είναι» [δείχνει την απάντηση 3]...), εστίασε την προσοχή του σε επιλεκτικές πτυχές των

πληροφοριών («...για μένα είναι λες και δεν υπήρχε και έπαιξα μόνο με τις θερμοκρασίες») και κατόπιν έδωσε την ευρετική του απάντηση με συλλογισμό, ο οποίος βασίστηκε σε μία αιτία («...το δοχείο Α έχει τη μικρότερη θερμοκρασία και τη μικρότερη διαλυτότητα καθώς πάει αναλογικά... λογαριθμικά αναλογικά... και το δοχείο Δ με τη μεγαλύτερη θερμοκρασία έχει τη μεγαλύτερη διαλυτότητα»).

Στην 6<sup>η</sup> ερώτηση που σχετίζεται με την ανακρυστάλλωση, δόθηκαν δύο κατάλληλοι διαλύτες (1 και 3) για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου καθαρισμού. Καταλληλότερος όμως είναι ο διαλύτης 3, καθώς με τη χρήση του οι απώλειες στην κύρια ουσία είναι μικρότερες.

**Ερώτηση 6:** Δίνεται ακάθαρτο στερεό δείγμα ουσίας Α (Σ.Τ.<sub>Α</sub> = 148 °C), το οποίο περιέχει τις στερεές προσμίξεις Β και Γ. Για τις ουσίες αυτές έχετε τις ακόλουθες πληροφορίες, όσον αφορά στη διαλυτότητά τους στους διαλύτες 1, 2 και 3:

Ουσία	Διαλύτης 1		Διαλύτης 2		Διαλύτης 3	
	Διαλυτότητα εν ψυχρώ	Διαλυτότητα εν θερμώ	Διαλυτότητα εν ψυχρώ	Διαλυτότητα εν θερμώ	Διαλυτότητα εν ψυχρώ	Διαλυτότητα εν θερμώ
<b>A</b>	2 g/L	70 g/L	200 g/L	600 g/L	0,2 g/L	80 g/L
<b>B</b>	Αδιάλυτο	Αδιάλυτο	20 g/L	140 g/L	Αδιάλυτο	Αδιάλυτο
<b>Γ</b>	Πλήρως διαλυτό	Πλήρως διαλυτό	Ελάχιστα διαλυτό	Ελάχιστα διαλυτό	Πλήρως διαλυτό	Πλήρως διαλυτό

Ποιον από τους διαλύτες 1, 2 και 3 θα επιλέξετε για την ανακρυστάλλωση του δείγματος Α;  
Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Πίνακας 4 Διατύπωση της 6<sup>ης</sup> ερώτησης

Το μεγαλύτερο μέρος των φοιτητών απάντησε σωστά στην ερώτηση 6 (35 φοιτητές) υιοθετώντας στην πλειονότητά του (29 περιπτώσεις) τον ευρετικό συλλογισμό της λήψης απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6 - ΦΟΙΤΗΤΕΣ			
Απάντηση	Σύνολο	Ευρετικός Συλλογισμός	Συχνότητα
Διαλύτης 1	2	Χωρίς	2
Διαλύτης 2	2	Λήψη Απόφασης/Μία Αιτία	1
		Χωρίς	1
Διαλύτης 3	35	Λήψη Απόφασης/Μία Αιτία	29
		Χωρίς	4
		Μείωση	2
		Συσχετιστική Ενεργοποίηση	2
N/A	3	-	-

Πίνακας 5 Κύριοι ευρετικοί συλλογισμοί φοιτητών στην 6<sup>η</sup> ερώτηση

Τα παρακάτω παραδείγματα, όπου οι φοιτητές δίνουν την απάντησή τους βασιζόμενοι στην ανάλυση μίας υπόδειξης, είναι αντιπροσωπευτικά. Οι απαντήσεις ελέγχονται από αναλυτικές διαδικασίες: Φ21: «Θα διαλέξουμε τον διαλύτη 3. Ο διαλύτης 3 δεν διαλύει εν ψυχρώ καμία από τις 3 ουσίες. Με θέρμανση διαλύει σε μεγάλο ποσοστό την ουσία Α και καθόλου τις άλλες 2. Συνεπώς με θέρμανση μπορούμε να διαλύσουμε την ουσία Α και να με διήθηση να απομακρύνουμε τις ουσίες Β και Γ. Αφήνουμε το διάλυμα να ψυχθεί και σχηματίζεται ξανά η ουσία Α. Με Buchner απομακρύνουμε τον διαλύτη 3 και συλλέγουμε την ουσία Α. Θα μπορούσε να

χρησιμοποιηθεί και ο διαλύτης 1, αλλά θα συλλέγαμε μικρότερο ποσοστό ουσίας Α (θα έμενε περισσότερη ουσία διαλυμένη στο διαλύτη εν ψυχρώ).», Φ29: «Θα επιλέξουμε τον διαλύτη 3. Με τον διαλύτη 3, η ουσία Β είναι αδιάλυτη και άρα μπορούμε να την παραλάβουμε με πτυχωτό ηθμό. Σε κρύο περιβάλλον, η ουσία Γ είναι πλήρως διαλυτή, ενώ η ουσία που μας ενδιαφέρει (ουσία Α) είναι σχεδόν αδιάλυτη και άρα μπορούμε να την παραλάβουμε σε στερεή μορφή.», Φ30: «Δεν πρέπει να διαλύεται καθόλου η μία ουσία (Β) και η άλλη να διαλύεται πλήρως εν θερμώ και εν ψυχρώ, οπότε να μπορεί να διαχωριστεί εν ψυχρώ από την ουσία Α, την επιθυμητή, η οποία διαλύεται ελάχιστα εν ψυχρώ (0,2 g/L) (επιλογή Διαλύτης 3)».

Οι συνεντεύξεις που παραχώρησαν οι φοιτητές, αποκάλυψαν πιο σύνθετες στρατηγικές απάντησης, οι οποίες ενσωμάτωσαν περισσότερους από έναν ευρετικούς συλλογισμούς. Στη συνέντευξη που παραχώρησε, ο φοιτητής Φ19 χρησιμοποίησε μία εύκολα παρατηρήσιμη και επεξεργάσιμη υπόδειξη της εκφώνησης (ευχέρεια επεξεργασίας) και ύστερα από έλεγχο με ένα συνεκτικό αναλυτικό σύστημα, οδηγήθηκε στην ευρετική απάντηση, υιοθετώντας τον συλλογισμό της λήψης απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία («...ότι η διαλυτότητα εν θερμώ προς τη διαλυτότητα εν ψυχρώ παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη αναλογία... ε... στο συγκεκριμένο... ε... στο Α... που ας πούμε χρειάζεται και να απομονώσουμε. Οπότε στην πρώτη... στο πρώτο βήμα που κάνουμε... ε... ένας άλλος λόγος που επιλέξαμε κιόλας τον διαλύτη 3, είναι ότι είναι αδιάλυτος ο Β, ο τέτοιος... οπότε αν το θερμάνουμε... το θερμαίνουμε οπότε διαλύεται και το Α και το Γ που είναι πλήρως διαλυτό είτε εν ψυχρώ είτε εν θερμώ... οπότε θερμαίνουμε και το ρίχνουμε κατευθείαν σε πτυχωτό ηθμό και μας μένει στον πτυχωτό το Β... και παίρνουμε κάτω το Α και το Γ... το οποίο ντάξει στο εργαστήριο πρέπει να το κάνουμε γρήγορα για να μην προλάβει να κρυώσει το διάλυμα και να στερεοποιηθεί το Α. Οπότε μας μένει κάτω ο διαλύτης 3, το Α και το Γ και μετά ε... ψύχουμε το διάλυμα αυτό μέσα σε πάγο, ξανακρυσταλλώνει το Α, το Γ συνεχίζει να είναι διαλυτό και το διαχωρίζουμε με τη μέθοδο Buchner, που είναι σε ελαττωμένη πίεση... με τη μέθοδο αυτή. Οπότε μας μένει πάνω το Α και φεύγει το Γ και ο διαλύτης... αυτό»). Στην απάντησή του, η ανατροφοδότηση μεταξύ των ευρετικών και των αναλυτικών διαδικασιών φάνηκε να είναι συνεχής, με σκοπό την κατασκευή του πιο σχετικού και ικανοποιητικού νοητικού μοντέλου (Ε: Οκ, και αυτή ήταν η αρχική σκέψη που ακολούθησες για να απαντήσεις; Φ: Ναι... όπως σου τα είπα ακριβώς, απλώς δεν είμαι σίγουρος για τις πρώτες αναλογίες που έγραψα στην αρχή...).

## Συμπεράσματα

Συνολικά, τα ειδικά χαρακτηριστικά των προβλημάτων-ερωτημάτων φάνηκαν να προκαλούν ευρετικούς συλλογισμούς με διάφορους τρόπους, ενώ η επεξεργασία των νοητικών μοντέλων επέτρεψε στους φοιτητές να στραφούν προς πιο αποτελεσματικές στρατηγικές επίλυσης. Οι τρεις κύριοι ευρετικοί συλλογισμοί που εντοπίστηκαν σε τακτική βάση είναι: η λήψη απόφασης που εστιάζει σε μία αιτία, η ακαμψία και η ευχέρεια επεξεργασίας. Ο προσδιορισμός του τρόπου με τον οποίο τα χαρακτηριστικά διαφορετικών προβλημάτων-ερωτημάτων ενεργοποιούν την ευρετική συλλογιστική, μπορεί να βοηθήσει αξιολογητές και εκπαιδευτές να παράγουν εργαλεία που διερευνούν πιο διεξοδικά την κατανόηση των μαθητών. Για παράδειγμα, η χρησιμοποίηση ενός αντιπροσωπευτικού συστατικού, όπως το νερό (διαλύτης) στην

πρώτη ερώτηση, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για τη διαφοροποίηση εκείνων που εφαρμόζουν αναλυτική συλλογιστική από όσους χρησιμοποιούν ευρετική συλλογιστική (αντιπροσωπευτικότητα) για τη λήψη απόφασης. Αντίστοιχα, εργασίες σύγκρισης και κατάταξης που απαιτούν από τους μαθητές να δώσουν προσοχή σε δύο ή περισσότερα σιωπηρά χαρακτηριστικά ταυτόχρονα για να λάβουν μια απόφαση, είναι πιθανό να αποτελέσουν πρόκληση για την πλειονότητα αυτών. Τέλος, εργασίες κατάταξης στις οποίες οι σωστές απαντήσεις ταιριάζουν με τις διαισθητικές προσδοκίες, μπορεί να παρέχουν αναξιόπιστα δεδομένα σε ό,τι αφορά την κατανόηση των φοιτητών. Όλα τα παραπάνω υπογραμμίζουν τη σημασία της προσοχής που πρέπει να δίνεται στο περιεχόμενο και τη δομή κατά τον σχεδιασμό των εργασιών.

Αν και η ευρετική συλλογιστική, που είναι ασυνείδητη και γρήγορη, δεν μπορεί εύκολα να αποφευχθεί (McClary & Talanquer, 2011), η αναγνώριση και η κατανόησή της είναι απαραίτητο εφόδιο στην προσπάθειά μας να βοηθήσουμε τους φοιτητές να ελέγξουν και να μεταβάλλουν τις προεπιλεγμένες συλλογιστικές τους προσεγγίσεις, ώστε να οδηγηθούν σε περισσότερο αποδοτική χρήση αυτών των γνωστικών πόρων. Δεδομένου ότι οι άνθρωποι συλλογίζονται ευρετικά από προεπιλογή (Evans, 2006), μια πιθανή οδός για εκπαιδευτική παρέμβαση φαίνεται να είναι η ρητή κατάρτιση για τη μεταγνωστική μεσολάβηση, παρακολούθηση και έλεγχο. Η έρευνα έχει δείξει ότι οι μεταγνωστικές δεξιότητες λειτουργούν για να ρυθμίζουν τη σύγκρουση μεταξύ διαισθητικών και αναλυτικών απαντήσεων (Alter et al., 2007).

## Βιβλιογραφία

- Alter, A. L., Oppenheimer, D. M., Epley, N., & Eyre, R. N. (2007). Overcoming intuition: Metacognitive difficulty activates analytic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 569–576. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.4.569>
- Calik, M., Ayas, A., & Ebenezer, J. V. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 29-50. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2732-3>
- Evans, J. St. B. T. (2006). The heuristic-analytic theory of reasoning: Extension and evaluation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(3), 378-395. <https://doi.org/10.3758/BF03193858>
- Evans, J. St. B. T., Over, D. E., & Handley, S. J. (2003). A theory of hypothetical thinking. In D. Hardman & L. Maachi (Eds.), *Thinking: Psychological perspectives on reasoning, judgement and decision making*, pp. 3-22. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/047001332X.ch1>
- Evans, J. St. B. T. (1984). Heuristic and analytic processes in reasoning. *British Journal of Psychology*, 75(4), 451-468. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1984.tb01915.x>
- Evans, J. St. B. T. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. London: Erlbaum.
- Kryjevskaja, M., Stetzer, M. R., & Grosz, N. (2014). Answer first: Applying the heuristic-analytic theory of reasoning to examine student intuitive thinking in the context of physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 020109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020109>
- McClary, L., & Talanquer, V. (2011). Heuristic reasoning in chemistry: Making decisions about acid strength. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1433-1454. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.528463>
- Talanquer, V. (2014). Chemistry education: Ten heuristics to tame. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1091-1097. <https://doi.org/10.1021/ed4008765>

Todd, P. M., & Gigerenzer, G. (2000). Précis of simple heuristics that make us smart. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 727–780. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00003447>



Στήριξη της επιχειρηματολογικής σκέψης σε ένα περιβάλλον Διαλογικής Διδασκαλίας: Η επίδραση στην εννοιολογική κατανόηση της Μηχανικής από μαθητές/μαθήτριες μέτριων ή χαμηλών ακαδημαϊκών επιδόσεων της Β΄ Γυμνασίου

**Κώστας Ναούμ, Βασίλης Κόλλιας**

*ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

### **Περίληψη**

Σε αυτή την έρευνα μελετούμε την επίδραση της στήριξης της επιχειρηματολογικής σκέψης σε ένα περιβάλλον Διαλογικής Διδασκαλίας στην εννοιολογική κατανόηση μαθητών/μαθητριών μέτριων ή χαμηλών ακαδημαϊκών επιδόσεων της Β΄ Γυμνασίου. Το στοιχείο στήριξης στο οποίο εστίασαμε ήταν η γραπτή αποτύπωση του σχήματος Toulmin σε φύλλα εργασίας που πραγματεύονταν εννοιολογικές ερωτήσεις στο πεδίο της κίνησης και δύναμης. Η επίδραση της στήριξης της επιχειρηματολογικής σκέψης στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών/μαθητριών μέτριων ή χαμηλών ακαδημαϊκών επιδόσεων ήταν θετική.

**Λέξεις κλειδιά:** επιχειρηματολογία, Διαλογική Διδασκαλία, υποστήριξη, γυμνάσιο, ακαδημαϊκή επίδοση

Supporting argumentative thinking in a dialogic teaching environment: The effect on conceptual understanding of mechanics by 8th grade students with moderate or low academic performance

**Costas Naoum, Vasilis Kollias**

*Department of Primary Education, University of Thessaly*

### **Abstract**

In this study we assess the influence of scaffolding argumentation in conceptual understanding for 8th grade students who had moderate or low academic performance, in a learning environment based on Dialogical Teaching. We focused on the effectiveness of including Toulmin's model in the design of worksheets that dealt with conceptual questions in the topic of force and motion. We found that supporting argumentative thinking had a positive effect on conceptual understanding.

**Keywords:** argumentation, Dialogic Teaching, scaffolding, junior high school, academic performance

## Εισαγωγή

Το μοντέλο της Διαλογικής Διδασκαλίας εντάσσεται στην Κοινωνικο-Πολιτισμική Προσέγγιση και δίνει έμφαση στον διάλογο στο πλαίσιο κοινότητων λόγου, ενώ έχει αξιόλογες επιδόσεις στον χώρο της διδακτικής των ΦΕ (Mercer et al., 2004· Ruthven, et al., 2017).

Η επιστημονική πρακτική της επιχειρηματολογίας αποτελεί σημαντική συνιστώσα του μοντέλου, όπως και άλλων που δίνουν έμφαση στην εφαρμογή επιστημονικών πρακτικών στις τάξεις (Henderson et al., 2018· Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007). Όμως δεν έχει διερευνηθεί η επίδραση του βαθμού στήριξης της επιχειρηματολογίας στην εννοιολογική κατανόηση στο πλαίσιο του μοντέλου αυτού.

Σε αυτή τη μελέτη μάς απασχολεί η επίδραση της στήριξης της επιχειρηματολογικής σκέψης στο μάθημα της φυσικής της Β΄ Γυμνασίου στην εννοιολογική κατανόηση. Οι Asterhan & Schwarz (2016) εποπτεύοντας ανοικτά ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της επιστημονικής επιχειρηματολογίας στη διδασκαλία επισημαίνουν την έλλειψη ερευνών που αφορούν την επίδραση της επιχειρηματολογίας σε ειδικές ομάδες μαθητών. Για τον λόγο αυτό εστιάζουμε ιδιαίτερα στην επίδραση σε μαθητές/μαθήτριες μέτριων ή χαμηλών ακαδημαϊκών επιδόσεων (ΜΜΧΑΕ).

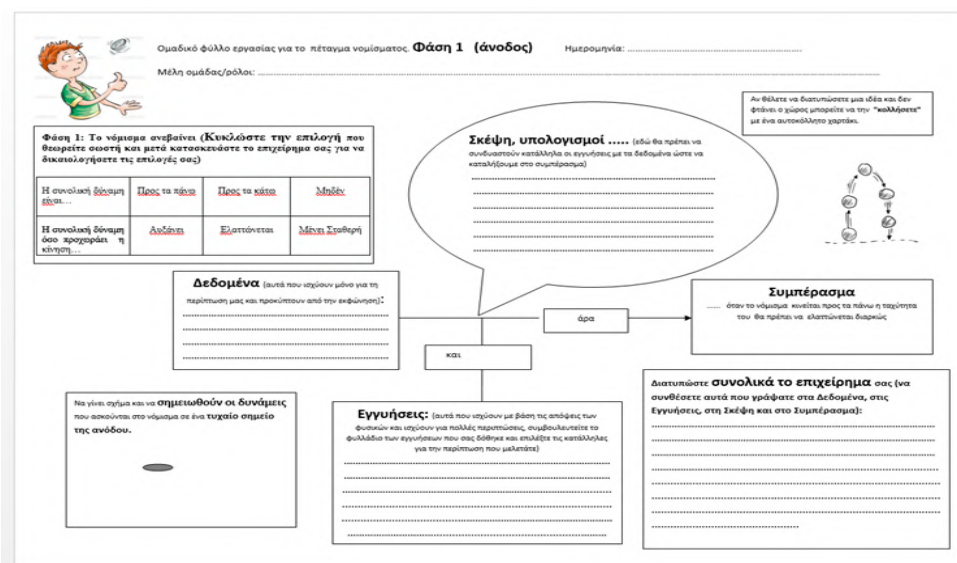
## Μεθοδολογία

Η παρέμβαση αποτελεί μέρος του τρίτου ερευνητικού κύκλου μιας έρευνας δράσης. Πραγματοποιήθηκε σε τρία τμήματα της Β΄ Γυμνασίου στο πεδίο «Δύναμη και κίνηση». Ο ίδιος διδάσκων (ένας από τους συγγραφείς) διδάξε όλα τα τμήματα με βάση τις αρχές της Διαλογικής Διδασκαλίας (Ruthven et al., 2017).

Σε όλα τα τμήματα ζητήθηκε από τους/τις μαθητές/τριες να εκφράσουν (γραπτά και προφορικά) τα επιχειρήματά τους, να συμμετάσχουν σε επιχειρηματολογικές συζητήσεις στην ολομέλεια ή σε ομάδες και να δικαιολογήσουν τις επιλογές τους κάνοντας χρήση των επιστημονικών εννοιών. Επιπλέον, έγινε σε όλα τα τμήματα ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας με χρήση του απλού σχήματος του Toulmin (2003) (Δεδομένα, Εγγυήσεις, Συμπέρασμα).

Κατά την εργασία σε ομάδες αξιοποιήθηκαν εννοιολογικές ερωτήσεις (ΕΕ), που αντλήθηκαν από τα ερωτηματολόγια Force Concept Inventory - FCI (Hestenes et al., 1992) και Force and Motion Concept Evaluation – FMCE (Thornton & Sokoloff, 1998). Σε δύο τμήματα (B2, B3) η γραπτή έκφραση των επιχειρημάτων στηρίχθηκε σε φύλλα εργασίας που αποτύπωναν τη δομή του επιχειρήματος κατά Toulmin (Εικόνα 1), ενώ στο τρίτο τμήμα (B1) τα φύλλα εργασίας ζητούσαν απλώς τη διατύπωση επιχειρήματος.

Η κατηγοριοποίηση των μαθητών/τριών σε ακαδημαϊκά επίπεδα (υψηλό, μέτριο, χαμηλό) με βάση την επίδοσή τους (βαθμός) στο μάθημα της φυσικής έγινε ως εξής: υψηλό (18-20), μέτριο (14-17), χαμηλό (κάτω από 13). Η κατηγοριοποίηση βασίστηκε στη μέση επίδοση των μαθητών σε τρεις γραπτές δοκιμασίες που έγιναν πριν την έναρξη των κεντρικών παρεμβάσεων.



Εικόνα 1 Φύλλο εργασίας με οπτικοποίηση του σχήματος Toulmin

Οι ΜΜΧΑΕ των τριών τμημάτων δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ακαδημαϊκή επίδοση και τη γενικότερη ευφυΐα (Raven test). Η αξιολόγηση της επίδρασης της στήριξης της επιχειρηματολογικής σκέψης στην εννοιολογική κατανόηση έγινε μέσα από τη σύγκριση των επιδόσεων μαθητών/τριών των τμημάτων Β2 και Β3 (στήριξη της επιχειρηματολογίας με το σχήμα Toulmin) αφενός και Β1 (αδρή στήριξη της επιχειρηματολογίας) αφετέρου, στις ΕΕ ερωτήσεις που περιλαμβάνονταν στις τελικές προαγωγικές εξετάσεις στο μάθημα της φυσικής. Οι μαθητές/μαθήτριες ήταν υποχρεωμένοι/ες να απαντήσουν από μία έως τέσσερις ΕΕ, που ήταν παραπλήσιες με αυτές που είχαν διαπραγματευτεί στην τάξη. Η επίδοση κάθε μαθητή/τριας προέκυψε από τον μέσο όρο των βαθμολογιών στις ΕΕ που απάντησε. Κάθε ΕΕ βαθμολογήθηκε με 0 (λάθος επιλογή και αιτιολόγηση), 0,5 (σωστή επιλογή, λάθος αιτιολόγηση) και 1 (σωστή επιλογή, σωστή αιτιολόγηση). Στη συνέχεια οι επιδόσεις των μαθητών στις δυο ομάδες τμημάτων συγκρίθηκαν με βάση το μη παραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney.

### Αποτελέσματα

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τη μέση επίδοση στις ΕΕ της τελικής εξέτασης, καθώς και τη μέγιστη και ελάχιστη απόδοση, των μαθητών/τριών, που ανήκαν στα διαφορετικά ακαδημαϊκά επίπεδα (μέτριο, χαμηλό) σε σχέση με τη συνθήκη στήριξης της επιχειρηματολογίας.

Η επίδοση των μαθητών/τριών μέτριων ακαδημαϊκών επιδόσεων της ομάδας που εργάστηκε με το σχήμα Toulmin ( $Mdn=1.00$ ) ήταν υψηλότερη από την επίδοση της ομάδας που δεν έκανε χρήση του σχήματος Toulmin ( $Mdn=0.00$ ). Αυτή η διαφορά σύμφωνα με το Mann-Whitney test ήταν στατιστικά σημαντική,  $U (N_{noToulmin}=5, N_{Toulmin}=12) = 9,50, z = -2,376, p = 0,018$ .

Η επίδοση των μαθητών/τριών χαμηλών ακαδημαϊκών επιδόσεων της ομάδας που εργάστηκε με το σχήμα Toulmin ( $Mdn=0.50$ ) ήταν υψηλότερη από την επίδοση της ομάδας που δεν έκανε χρήση του σχήματος Toulmin ( $Mdn=0.00$ ). Αυτή η διαφορά

σύμφωνα με το Mann-Whitney test ήταν στατιστικά σημαντική,  $U (N_{noToulmin}=6, N_{Toulmin}=13) = 15.00, z = -2,374, p=0,018$ .

	Αδρή στήριξη επιχειρηματολογίας (B1)	Λεπτομερής στήριξη επιχειρηματολογίας (σχήμα Toulmin) (B2-B3)
<b>Μαθητές/τριες με μέτριες ακαδημαϊκές επιδόσεις</b>		
Αριθμός μαθητών/τριών	5	12
Μέση επίδοση στις ΕΕ (max 1)	0.20	0.71
Ελάχιστη επίδοση	0	0
Μέγιστη επίδοση	1	1
<b>Μαθητές/τριες με χαμηλές ακαδημαϊκές επιδόσεις</b>		
Αριθμός μαθητών/τριών	6	13
Μέση επίδοσης στις ΕΕ (max 1)	0.00	0.42
Ελάχιστη επίδοση	0	0
Μέγιστη επίδοση	0	1

Πίνακας 1 Επίδοση στις Εννοιολογικές Ερωτήσεις (ΕΕ)

## Συμπεράσματα

Η επιχειρηματολογία είναι μια επιστημονική πρακτική που μπορεί να στηριχθεί με διαφορετικούς τρόπους σε μια τάξη που ακολουθεί τις αρχές της Διαλογικής Διδασκαλίας. Η συγκεκριμένη έρευνα δίνει ενδείξεις ότι η ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας με βάση το απλό μοντέλο Toulmin και ιδιαίτερα η υποστήριξη της επιχειρηματολογικής σκέψης με διαμόρφωση των φύλων εργασίας στη βάση του μοντέλου αυτού, έχει θετική επίπτωση στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών/τριών ΜΜΧΑΕ σε περιβάλλοντα Διαλογικής Διδασκαλίας.

## Βιβλιογραφία

- Asterhan, C. S., & Schwarz, B. B. (2016). Argumentation for learning: Well-trodden paths and unexplored territories. *Educational Psychologist, 51*(2), 164-187. <https://doi:10.1080/00461520.2016.1155458>.
- Henderson, J. B., McNeill, K. L., González-Howard, M., Close, K., & Evans, M. (2018). Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(1), 5-18. <https://doi.org/10.1002/tea.21412>
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher, 30*(3), 141-158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran, & M.P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-Based Research*. Science & Technology Education Library, vol 35. (pp. 3-27). Dordrecht: Springer. <http://dx.doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>

- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British educational research journal*, 30(3), 359-377. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/01411920410001689689>
- Ruthven, K., Mercer, N., Taber, K. S., Guardia, P., Hofmann, R., Ilie, S., Luthman, S. & Riga, F. (2017). A research-informed dialogic-teaching approach to early secondary school mathematics and science: The pedagogical design and field trial of the epiSTEMe intervention. *Research Papers in Education*, 32(1), 18-40. <https://doi.org/10.1080/02671522.2015.1129642>
- 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. <https://doi.org/10.1119/1.18863>
- Toulmin, S.E. (2003). *The uses of argument*. (Updated ed.) Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511840005>

## Μελέτη της ανάπτυξης δεξιοτήτων πειραματισμού σε μαθητές Λυκείου

**Αθανάσιος Ταραμόπουλος<sup>1</sup>, Δημήτριος Ψύλλος<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Γ.Ε.Λ. Ν. Ζίχνης, <sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

### Περίληψη

Παρουσιάζεται μία πιλοτική μελέτη της πορείας ανάπτυξης δεξιοτήτων πειραματισμού σε μαθητές Λυκείου στον χώρο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση εικονικού εργαστηριακού περιβάλλοντος. Αναπτύχθηκε μία Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) με διερευνητική προσέγγιση, η οποία ταυτόχρονα με την ανάπτυξη της γνώσης περιεχομένου των μαθητών στόχευε και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού μέσα από τη ρητή διδασκαλία επιστημονικής μεθοδολογίας σχεδίασης και υλοποίησης πειραμάτων. Η ανάλυση περιεχομένου των Φύλλων Εργασίας των μαθητών κατά τη διάρκεια της ΔΜΑ με τη χρήση πλαισίου αποτίμησης πειραματικών δεξιοτήτων παρέχει στοιχεία της πορείας ανάπτυξης δεξιοτήτων πειραματισμού.

**Λέξεις κλειδιά:** Επιστημονικός πειραματισμός, Διερεύνηση, Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, Εικονικά Μαθησιακά Περιβάλλοντα

## Experimentation Skills Development in Senior High School Students

**Athanasios Taramopoulos<sup>1</sup>, Dimitrios Psillos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Senior High School of Nea Zichni, <sup>2</sup>Aristotle University of Thessaloniki

### Abstract

A pilot study is presented on the path followed during the development of experimentation skills in senior high school students in the area of AC electric circuits utilizing a virtual laboratory environment. An inquiry-based Teaching Learning Sequence (TLS) was developed, aiming both at the development of content knowledge and experimentation skills, through direct instruction of experiment design and implementation scientific methodology. Students' worksheets content analysis utilizing an experiment design and implementation framework provides information on the path followed during the development of experimentation skills.

**Keywords:** Scientific experimentation, Inquiry, Teaching Learning Sequence, Virtual Laboratories

## Εισαγωγή

Η βαθύτερη κατανόηση των Φυσικών Επιστημών δεν περιλαμβάνει μόνο την απόκτηση νέας γνώσης, αλλά προϋποθέτει τη δημιουργία συνδέσεων με την προϋπάρχουσα γνώση, την ανάπτυξη της ικανότητας εξαγωγής συμπερασμάτων από τη νέα γνώση και τη μελλοντική χρήση της νέας γνώσης σε κατάλληλες περιστάσεις (Hackling, 2005). Η εμπειρία δείχνει ότι αυτό δεν γίνεται όταν οι μαθητές απλά παρακολουθούν παθητικά τον καθηγητή τους (Kuhn et al., 2017). Οι μαθητές πρέπει να συμμετέχουν ενεργά στη μάθηση και αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από δραστηριότητες επιστημονικού πειραματισμού ενταγμένες σε διδασκαλία με διερευνητική προσέγγιση (Minner, 2010). Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, οι μαθητές μελετώντας φυσικά φαινόμενα με τον δικό τους τρόπο και ρυθμό μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα το γνωστικό τους αντικείμενο και να διατηρήσουν τις γνώσεις τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Tsihouridis et al., 2019).

Επιπλέον, η ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που μπορεί να συμβάλει αποφασιστικά στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών (Garratt & Tomlinson, 2001). Επομένως, η ενσωμάτωση διδασκαλίας της διερευνητικής διαδικασίας στη συνήθη διδασκαλία του γνωστικού αντικείμενου φαίνεται ότι θα μπορούσε να βοηθήσει πολλαπλά τη μαθησιακή διαδικασία. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές εκτός από την απόκτηση νέας επιστημονικής γνώσης θα αποκτούσαν επιπλέον εφόδια και δεξιότητες για την περαιτέρω γνωστική τους εξέλιξη μέσα από δικές τους ενέργειες διερεύνησης. Έρευνες δείχνουν ότι προσεκτικά σχεδιασμένες καθοδηγούμενες διερευνητικές δραστηριότητες ως μέρος ευρύτερων Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών (ΔΜΑ) (Psillos & Karistoglou, 2016), που αξιοποιούν εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα μάθησης (E.Eργ.) και περιέχουν υπόρρητη διδασκαλία της διερευνητικής διαδικασίας, μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού παράλληλα με την εννοιολογική ανάπτυξη (Klahr et al., 2007· Lefkos et al., 2011).

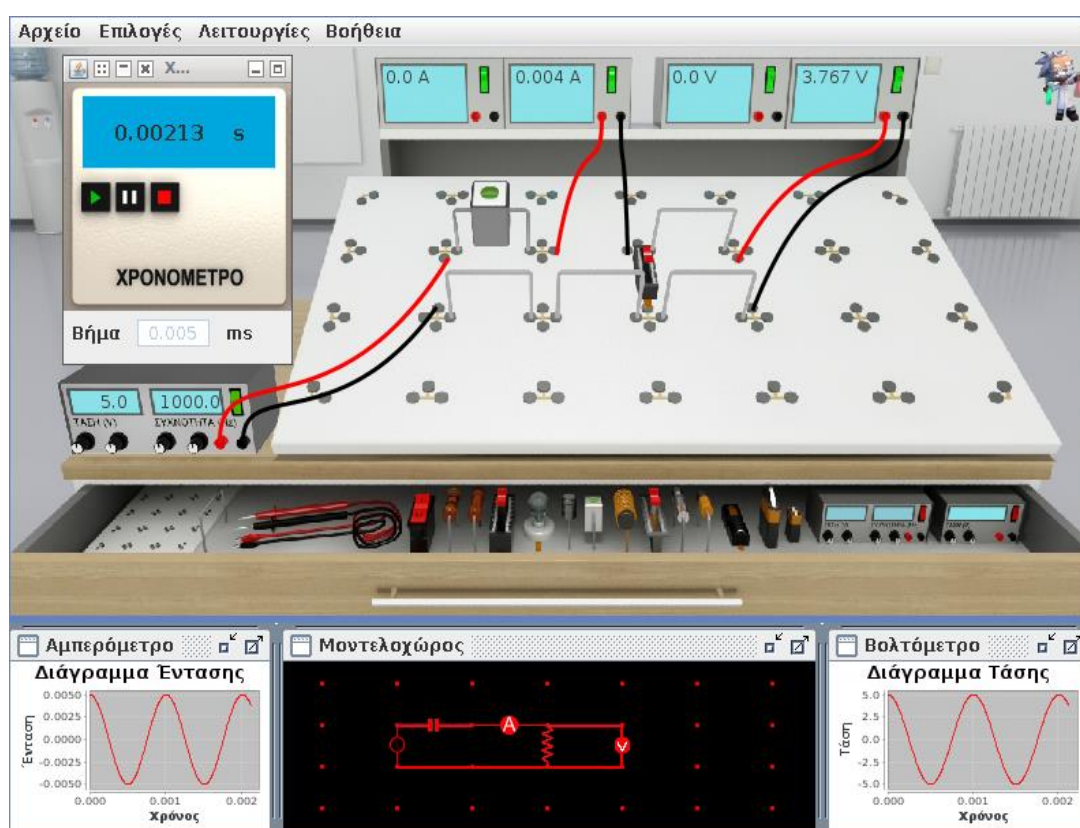
Πρόσφατα βρέθηκε ότι και η ρητή διδασκαλία σταδίων επιστημονικής διερεύνησης μπορεί επίσης να υποστηρίξει αποτελεσματικά την ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε πεδία όπως η μηχανική και ο ηλεκτρισμός (Taramporoulos & Psillos, 2022· Vorholzer et al., 2020). Φαίνεται, επομένως, ότι ΔΜΑ που στοχεύουν τόσο στη διδασκαλία του γνωστικού αντικείμενου όσο και στη διδασκαλία των φάσεων επιστημονικού πειραματισμού, μπορεί να αποτελέσουν ιδιαίτερα αποτελεσματικά εργαλεία προς την κατεύθυνση της υποστήριξης των μαθητών, όχι μόνο να μαθαίνουν για την επιστήμη, αλλά και να μαθαίνουν με την επιστήμη.

Στο νέο τοπίο που εμφανίζεται με τη ρητή διδασκαλία των σταδίων επιστημονικής διερεύνησης, δεν έχει μελετηθεί επαρκώς αν η ανάπτυξη των πειραματικών δεξιοτήτων γίνεται ομοιόμορφα κατά τη διάρκεια εφαρμογής της ΔΜΑ. Μία τέτοια μελέτη θα πρόσφερε πολύ χρήσιμα στοιχεία για την εξέλιξη των μαθητών τόσο στον γνωστικό τομέα όσο και στον τομέα ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων όταν αυτά αναπτύσσονται ταυτόχρονα και θα μπορούσε να δώσει πληροφορίες για την αλληλεπίδραση της γνωστικής εξέλιξης με την ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία στοχεύει στη μελέτη των διαδρομών ανάπτυξης

δεξιοτήτων πειραματισμού μαθητών Λυκείου στο πεδίο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) κατά την εφαρμογή ΔΜΑ στην οποία ακολουθείται διερευνητική προσέγγιση με χρήση Ε.Εργ. και γίνεται ρητή διδασκαλία επιστημονικής μεθοδολογίας σχεδίασης και υλοποίησης πειραμάτων.

## Μεθοδολογία

Το δείγμα αυτής της πιλοτικής έρευνας αποτελείται από 17 μαθητές/τριες Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου, 16-17 ετών, οι οποίοι είχαν γνώσεις ηλεκτρικών κυκλωμάτων συνεχούς αλλά όχι εναλλασσόμενου ρεύματος. Αναπτύχθηκε μία ΔΜΑ διάρκειας 7 ωρών και χρησιμοποιήθηκε το Ε.Εργ. WebLabs του ΚΔΕΜΤ (Εικόνα 1) (Molohidis et al., 2015).



Εικόνα 1 Το Ε.Εργ. WebLabs του ΚΔΕΜΤ

Η ΔΜΑ περιλάμβανε τρία πειράματα, καθένα από τα οποία πραγματοποιούνταν σε δύο Φύλλα Εργασίας (ΦΕ), ένα για τη σχεδίαση και ένα για την υλοποίηση του κάθε πειράματος. Τα ΦΕ περιείχαν αρχικά ένα πρόβλημα προς διερεύνηση σε κυκλώματα AC (συχνотικά φίλτρα RC, RL, RLC), όπως τι συμβαίνει όταν διέρχεται AC διαφόρων συχνοτήτων μέσα από έναν πυκνωτή, κατάλληλες δραστηριότητες καθοδήγησης και ερωτήσεις αναστοχασμού.

Οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες 2-3 ατόμων, συζητούσαν στις ομάδες τις ερωτήσεις των ΦΕ και συζητούσαν στην τάξη υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού αναπτύσσοντας εννοιολογικές και διαδικαστικές γνώσεις. Τα ΦΕ περιείχαν αναστοχαστικές δραστηριότητες με συχνές οδηγίες για την ανασκόπηση των



διαδικασιών που ακολουθούνταν, σε μια προσπάθεια οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις ενέργειες που κάνουν κατά τη σχεδίαση και την υλοποίηση επιστημονικών πειραμάτων. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό συστατικό της παρούσας έρευνας, καθώς η απλή υλοποίηση των οδηγιών των ΦΕ δεν εγγυάται και την κατανόηση της πειραματικής διαδικασίας από μέρους των μαθητών.

Συνήθως, οι μαθητές είναι συνηθισμένοι να εργάζονται υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του διδάσκοντα και να ακολουθούν τις οδηγίες του, ειδικά όταν οι γνώσεις τους επάνω στο γνωστικό αντικείμενο είναι περιορισμένες. Αλλά καθώς οι γνώσεις τους επεκτείνονται, εμφανίζονται απορίες και ερωτήσεις, τις οποίες δεν μπορούν να εξερευνήσουν στο εργαστηριακό περιβάλλον, εάν υπάρχει αυστηρή καθοδήγηση από τη ΔΜΑ και τον διδάσκοντα. Επομένως, η καθοδήγηση των μαθητών πρέπει να μειώνεται καθώς προχωράει η ΔΜΑ, δίνοντας χώρο στους μαθητές να αυτενεργήσουν. Αυτή η μετατόπιση της ευθύνης της μάθησης από τον διδάσκοντα στον μαθητή αποτελεί έναν τρόπο υποστήριξης των μαθητών στην ανάπτυξη των πειραματικών τους δεξιοτήτων και της πολύπλευρης κατανόησης των φαινομένων που μελετούν μέσα από τις δικές τους πρωτοβουλίες διερεύνησης (Du et al., 2005). Για τον λόγο αυτό, στα ΦΕ η διερευνητική προσέγγιση αρχικά ήταν δομημένη, στη συνέχεια μετατράπηκε σε καθοδηγούμενη και τέλος μετατράπηκε σε ανοιχτή με καθορισμένο αρχικό ερευνητικό ερώτημα (Hackling, 2005). Στο Παράρτημα Α φαίνεται τμήμα του 1ου Φύλλου Εργασίας, που ακολουθούσε δομημένη διερεύνηση με δραστηριότητες αναστοχασμού. Στο παράρτημα Β φαίνεται το τελευταίο Φύλλο Εργασίας, που ακολουθούσε ανοιχτή διερεύνηση με ορισμένο αρχικό ερώτημα.

Για την αποτίμηση των πειραματικών δεξιοτήτων των μαθητών αναπτύχθηκε πλαίσιο που περιλάμβανε τις εξής διαστάσεις πειραματισμού: διατύπωση υπόθεσης-ανάκληση πρότερης γνώσης, αναγνώριση μεταβλητών, αναγνώριση οργάνων και συσκευών πειράματος, περιγραφή πειραματικής διαδικασίας, υλοποίηση πειραματικής διάταξης, λήψη μετρήσεων, επεξεργασία μετρήσεων-εξαγωγή αποτελεσμάτων, εξαγωγή συμπερασμάτων-αξιολόγηση πειράματος (Taramopoulos et al., 2012). Με βάση αυτό το πλαίσιο έγινε ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων στα ΦΕ από τον πρώτο συγγραφέα και δειγματοληπτικά ανεξάρτητα από τον δεύτερο. Οι απαντήσεις των μαθητών ταξινομήθηκαν ως προς τις διαστάσεις του πλαισίου με σχήμα Lickert τριών επιπέδων: Απουσία αναφορών ή λανθασμένες αναφορές κατατάσσονται στο επίπεδο 1, μερικώς ορθές ή ελλιπείς αναφορές στο επίπεδο 2 και ορθές και πλήρεις αναφορές στο επίπεδο 3. Για κάθε διάσταση σε κάθε πείραμα υπολογίστηκε η μέση τιμή της επίδοσης των μαθητών και βρέθηκαν τα διαστήματα βεβαιότητας 95% BCaCI (Bias Corrected and accelerated Confidence Intervals), με αριθμητική εύρεση της κατανομής συχνοτήτων του δείγματος (bootstrapping) μέσω λήψης 1000 τυχαίων δειγμάτων από το συνολικό δείγμα (Efron & Tibshirani, 1993). Επικάλυψη των διαστημάτων βεβαιότητας κατά μισό μήκος ή παραπάνω υποδηλώνει έλλειψη στατιστικής διαφοράς, μικρότερη επικάλυψη δηλώνει ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς της τάξης  $p < 0.05$  και απουσία επικάλυψης δηλώνει ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς της τάξης  $p < 0.01$  (Cumming, 2012).

## Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της εξέλιξης των πειραματικών δεξιοτήτων των μαθητών σε κάθε διάσταση πειραματισμού παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Διάσταση	1ο πείραμα			2ο πείραμα			3ο πείραμα		
	Μέση τιμή	Τυπικό σφάλμα	95% BCaCI	Μέση τιμή	Τυπικό σφάλμα	95% BCaCI	Μέση τιμή	Τυπικό σφάλμα	95% BCaCI
1. διατύπωση υπόθεσης-ανάκληση πρότερης γνώσης	1.235	0.106	1.095 - 1.405	1.294	0.114	1.081 - 1.551	1.824	0.128	1.519 - 2.074
2. αναγνώριση μεταβλητών	1.000	0.000	1.000 - 1.000	1.412	0.123	1.186 - 1.621	1.765	0.136	1.476 - 2.042
3. αναγνώριση οργάνων και συσκευών πειράματος	1.529	0.125	1.281 - 1.753	2.118	0.081	1.923 - 2.220	2.765	0.106	2.570 - 2.912
4. περιγραφή πειραματικής διαδικασίας	1.000	0.000	1.000 - 1.000	1.647	0.119	1.356 - 1.977	2.000	0.149	1.683 - 2.331
5. υλοποίηση πειραματικής διάταξης	1.000	0.000	1.000 - 1.000	2.118	0.189	1.760 - 2.560	2.588	0.123	2.389 - 2.886
6. λήψη μετρήσεων	1.000	0.000	1.000 - 1.000	2.118	0.146	1.881 - 2.488	2.235	0.136	1.933 - 2.562
7. επεξεργασία μετρήσεων-εξαγωγή αποτελεσμάτων	1.059	0.059	0.924 - 1.138	2.000	0.149	1.670 - 2.398	2.412	0.211	1.941 - 2.843
8. εξαγωγή συμπερασμάτων-αξιολόγηση πειράματος	1.118	0.081	0.948 - 1.288	1.824	0.095	1.618 - 2.053	2.000	0.149	1.663 - 2.357
Συνολικές δεξιότητες	1.118	0.036	1.068 - 1.181	1.816	0.105	1.553 - 2.067	2.199	0.124	1.964 - 2.455

Πίνακας 1 Εξέλιξη των δεξιοτήτων πειραματισμού

Παρατηρούμε ότι οι μαθητές στο 1ο τους πείραμα βρίσκονται σχεδόν όλοι στο επίπεδο 1 ως προς τις πειραματικές τους δεξιότητες, καθώς δεν έχουν κάποια στοιχειώδη κατανόηση της πειραματικής διαδικασίας. Ειδικά σε κάποιες πειραματικές διαστάσεις οι απαντήσεις όλων είναι λανθασμένες, καθώς δεν καταφέρνουν να αναγνωρίσουν τις μεταβλητές που υπεισέρχονται στο πείραμά τους, να περιγράψουν μία πειραματική διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθήσουν, να στήσουν την πειραματική τους διάταξη (κύκλωμα) και να πάρουν τις απαραίτητες μετρήσεις. Εξαίρεση αποτελεί η διάσταση αναγνώρισης των οργάνων και των συσκευών του πειράματος, όπου ήδη από το 1ο πείραμα αναγνωρίζουν κάποια όργανα που θα τους χρειαστούν και βρίσκονται ανάμεσα στα επίπεδα 1 και 2.

Αφού με τη βοήθεια του διδάσκοντα ξεπερνούν τις δυσκολίες τους σε αυτό το πείραμα, παρατηρούμε ότι στο 2<sup>ο</sup> πείραμα πλέον προσεγγίζουν το επίπεδο 2 στις περισσότερες διαστάσεις, εμφανίζοντας στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις παντού εκτός από τη διατύπωση υποθέσεων, όπου παρατηρείται στασιμότητα. Πλέον, έχοντας κατανοήσει μερικώς την πειραματική διαδικασία μέσα από τις αναστοχαστικές διαδικασίες μπορούν να εκφέρουν μερικώς ορθές απαντήσεις στις ερωτήσεις των ΦΕ ή να υλοποιήσουν μερικώς τις απαιτούμενες διαδικασίες. Η μικρότερη βελτίωση παρατηρείται στην αναγνώριση μεταβλητών, στην περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας και στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Βελτίωση παρατηρείται και από το 2ο προς το 3ο πείραμα, αν και αυτή είναι μικρότερη από την προηγούμενη και δεν είναι στατιστικά σημαντική στις περισσότερες διαστάσεις. Σε αυτό το στάδιο παρατηρείται βελτίωση και ως προς την ικανότητα διατύπωσης πειραματικά επαληθεύσιμων υποθέσεων, αν και αυτή η δεξιότητα εξακολουθεί να υπολείπεται κατά μέσο όρο από το επίπεδο 2, μαζί με την αναγνώριση των μεταβλητών. Οι υπόλοιπες δεξιότητες βρίσκονται στο επίπεδο 2 και κάποιες πλησιάζουν και το επίπεδο 3 για τα πειράματα της ΔΜΑ, όπως η αναγνώριση οργάνων και συσκευών.

## Συμπεράσματα

Από τη σύγκριση των αρχικών επιπέδων των δεξιοτήτων πειραματισμού των μαθητών με τα τελικά παρατηρούμε ότι η συνολική βελτίωση των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια της ΔΜΑ είναι στατιστικά σημαντική σε όλες τις διαστάσεις πειραματισμού. Από τα τελικά επίπεδα δεξιοτήτων φαίνεται ότι οι μαθητές δυσκολεύονται περισσότερο στη διατύπωση αρχικών υποθέσεων, στην αναγνώριση των μεταβλητών, στην περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας και στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Όλες οι παραπάνω δεξιότητες έχουν κοινό χαρακτηριστικό ότι η ανάπτυξή τους είναι συνδεδεμένη με την κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου και των πειραματικών φαινομένων: μόνο μετά από καλή κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου και των πειραματικών φαινομένων μπορεί ένας μαθητής να διατυπώσει ορθά νέες πειραματικά ελέγξιμες υποθέσεις, να αναγνωρίσει τα μεγέθη που επηρεάζουν τα πειραματικά φαινόμενα που μελετά, να κατανοήσει τον τρόπο που πρέπει αυτά τα μεγέθη να ελεγχθούν κατά τη διάρκεια του πειράματος, ώστε να περιγράψει ορθά μία πειραματική διαδικασία και να αντιληφθεί τη σημασία των πειραματικών του μετρήσεων για τον έλεγχο της αρχικής του υπόθεσης.

Φαίνεται επομένως ότι η βελτίωση των πειραματικών δεξιοτήτων των μαθητών στις διαστάσεις που συνδέονται με την καλή κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου, γίνεται με μικρά βήματα και καθυστερεί σε σχέση με τις υπόλοιπες πειραματικές δεξιότητες, που έχουν κυρίως χειριστικό χαρακτήρα. Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι η σύνδεση θεωρίας και πειράματος δεν γίνεται άμεσα, καθώς τα πειραματικά δεδομένα από τις μετρήσεις των μαθητών δεν συνδέονται αμέσως και πλήρως με την προϋπάρχουσα γνώση τους, ώστε να αφομοιωθούν και να μετατραπούν σε νέα γνώση και έτσι να βελτιωθεί σημαντικά και το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών. Και αυτή η καθυστέρηση στην ενσωμάτωση της νέας πληροφορίας και στην ανάπτυξη του γνωστικού υποβάθρου των μαθητών ίσως να οδηγεί και σε καθυστέρηση της ανάπτυξης

των πειραματικών δεξιοτήτων, που συνδέονται περισσότερο με την καλή κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου.

Ως προς την εξέλιξη των δεξιοτήτων τους κατά τη ΔΜΑ, φαίνεται ότι οι δεξιότητες που σχετίζονται με την υλοποίηση των πειραμάτων (διαστάσεις 5-8) είναι πιο εύληπτες από τους μαθητές καθώς σε αυτές παρατηρείται μεγαλύτερη βελτίωση ήδη από το 1ο στο 2ο πείραμα, ενώ οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τη σχεδίαση πειραμάτων (διαστάσεις 1-4) φαίνεται να δυσκολεύουν περισσότερο τους μαθητές και να αργεί περισσότερο η βελτίωσή τους σε αυτές. Αυτό εν μέρει φαίνεται να σχετίζεται με τον χρόνο που απαιτείται προκειμένου να αφομοιωθεί η νέα γνώση, ώστε να χρησιμοποιηθεί στη σχεδίαση ενός πειράματος, όπως παρατηρήθηκε παραπάνω. Και κατά ένα άλλο μέρος πιθανώς να σχετίζεται με τη μεγαλύτερη ευκολία με την οποία οι μαθητές ακολουθούν οδηγίες σε σχέση με το να αυτενεργούν και να αναπτύσσουν πρωτοβουλίες (π.χ. τους είναι ευκολότερο να υλοποιούν ένα πείραμα που έχει ήδη σχεδιαστεί και υπάρχουν οδηγίες παρά να σχεδιάζουν ένα από την αρχή), καθώς έτσι έχουν συνηθίσει να εργάζονται κατά τη σχολική τους πορεία.

Ειδικά η διατύπωση υποθέσεων, η οποία απαιτεί ανάκληση πρότερων γνώσεων και καλή κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου, φαίνεται ότι ίσως αποκτιέται μετά από τη βελτίωση στις άλλες διαστάσεις. Γενικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι πιθανώς στη μαθησιακή πορεία των μαθητών πρώτα επέρχεται η ανάπτυξη των πειραματικών δεξιοτήτων και στη συνέχεια έρχεται η βαθύτερη κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου. Απαιτείται περισσότερη έρευνα για να διερευνηθεί η ισχύς ενός τέτοιου ισχυρισμού.

## Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία υποστηρίζεται 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). Το έργο εντάσσεται στη «Δράση Στρατηγικής Ανάπτυξης Ερευνητικών & Τεχνολογικών Φορέων» του προγράμματος ΕΠΑνΕΚ 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από το ΕΤΠΑ.

## Βιβλιογραφία

- Cumming, G. (2012). *Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis*. New York: Routledge.
- Du, W.Y., Furman, B.J., & Mourtos, N.J. (2005). On the ability to design engineering experiments. 8th UICEE Annual Conference on Engineering Education, Kingston, Jamaica, 7-11 February 2005.
- Efron, B., & Tibshirani, R. (1993). *An introduction to the bootstrap*, New York: Chapman and Hall.
- Garratt, J., & Tomlinson, J. (2001). Experimental design – can it be taught or learned? *U.Chem.Ed.*, 5, 74-79.
- Hackling, M.W. (2005). *Working Scientifically: Implementing and Assessing Open Investigation Work in Science*. A resource book for teachers of primary and secondary science. Department of Education and Training, Western Australia.

- 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. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 183-203.
- Kuhn, D., Arvidsson, T. S, Lesperance, R., & Corprew, R.(2017). Can engaging in science practices promote deep understanding of them? *Science Education*, 101(2), 232–250.
- 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*, 29(2), 189–204.
- Minner, D.D., Levy, A.J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Molohidis, A., Lefkos, I., Taramopoulos, A., Hatzikraniotis, E., & Psillos, D. (2015). Web-based Virtual Labs: A Cosmos-Evidence-Ideas as a Design Framework Leading to Good Practice. In M. Helfert, M. Restivo, S. Zvacek & J. Uhomoibhi (Eds.), Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on Computer Supported Education, v.1, 418–423, Lisbon: CSEDU.
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. In D.Psillos and P. Kariotoglou ( Eds.), Iterative Design of Teaching-Learning Sequences, 11 – 34. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2) .
- Taramopoulos, A., Hatzikraniotis, E., & Psillos, D. (2012). Designing virtual experiments in electric circuits by high school students, In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (Eds.), E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and Citizenship, Part 3 (co-ed von Aufschnaiter C.), 483-487, Lyon, France: European Science Education Research Association.
- Taramopoulos, A., & Psillos, D. (2022). Developing Scientific Experimentation Skills in Secondary Education Students, *J. Phys.: Conf. Ser.* 2297 012010.
- Tsichouridis, C., Vavougiος, D., Batsila, M., & Ioannidis, G.S. (2019). The Optimum Equilibrium when Using Experiments in Teaching – Where Virtual and Real Labs Stand in Science and Engineering Teaching Practice. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(23), 67-84
- Vorholzer, A., von Aufschnaiter, C., & Boone, W.J. (2020). Fostering Upper Secondary Students' Ability to Engage in Practices of Scientific Investigation: a Comparative Analysis of an Explicit and an Implicit Instructional Approach. *Research in Science Education*, 50, 333 – 359.

## Παράρτημα Α

Τμήμα του 1ου Φύλλου Εργασίας με δομημένη διερεύνηση και δραστηριότητες αναστοχασμού:

### **Δραστηριότητα 2 (αναγνώριση φυσικών μεγεθών)**

Επομένως ποια μεγέθη θα χρειαστεί να μετρήσουμε στην έξοδο του κυκλώματος που θα κατασκευάσουμε; (Α. αναγνώριση εξαρτημένων μεταβλητών – διάσταση αναγνώρισης φυσικών μεγεθών)

.....

.....

Επειδή θέλουμε να δούμε τι συμβαίνει σε μεγάλες και μικρές συχνότητες εναλλασσόμενης τάσης θα πρέπει να μεταβάλλουμε επίσης τη συχνότητα της τάσης που χρησιμοποιούμε. Επομένως, ποια μεγέθη θα χρειαστεί να μεταβάλλουμε για να δούμε τις αλλαγές που γίνονται στο μέγεθος που μετράμε; (Β. αναγνώριση ανεξάρτητων μεταβλητών – διάσταση αναγνώρισης φυσικών μεγεθών)

.....  
 .....  
 Όταν κάνουμε ένα πείραμα δεν μεταβάλλουμε ταυτόχρονα πολλά μεγέθη, διότι αν συμβεί κάποια μεταβολή στο μέγεθος που μετράμε, δεν θα γνωρίζουμε ποιο μέγεθος που μεταβλήθηκε προκάλεσε τη μεταβολή. Επομένως, επιθυμούμε όλα τα υπόλοιπα μεγέθη που επηρεάζουν το μέγεθος που μετράμε να παραμείνουν σταθερά. Ποια μεγέθη παραμένουν σταθερά στο πείραμά μας; (π.χ. το πλάτος της τάσης της πηγής, χρονική στιγμή μετρήσεων, τιμές οργάνων) (Γ. αναγνώριση άλλων μεταβλητών που επηρεάζουν το πρόβλημα και πρέπει να ελεγχθούν – διαδικασία ελέγχου μεταβλητών – διάσταση αναγνώρισης φυσικών μεγεθών)

.....  
 .....

- Ποιες είναι οι 3 ενέργειες, τα 3 βήματα που έκανα στη δραστηριότητα 2; (αναστοχαστική δραστηριότητα)

A) \_\_\_\_\_

B) \_\_\_\_\_

Γ) \_\_\_\_\_

(Άρα για να σχεδιάσω ένα πείραμα απαραίτητο είναι να βρω ποια είναι τα φυσικά μεγέθη που εμπλέκονται, Α. τι μετράω, Β. τι αλλάζω και Γ. τι κρατάω σταθερό)

## Παράρτημα Β

Το 3ο Φύλλο Εργασίας με ανοιχτή διερεύνηση με ορισμένο αρχικό ερώτημα:

### I. Πειραματικός σχεδιασμός

Με βάση τη συμπεριφορά κυκλωμάτων RC και RL στο εναλλασσόμενο ρεύμα, τι πιστεύεις ότι συμβαίνει, όταν συνδεθούν σε σειρά αντιστάτης (R), πηνίο (L) και πυκνωτής (C) και γιατί;

.....  
 .....

Πώς μπορείς να ελέγξεις πειραματικά την παραπάνω άποψή σου; Σχεδίασε ένα πείραμα για να κάνεις τη διερεύνηση. Να περιγράψεις παρακάτω τον πειραματικό σχεδιασμό σου.

.....  
 .....  
 .....

### II. Υλοποίηση πειράματος

Άνοιξε το εικονικό εργαστήριο ηλεκτρικών κυκλωμάτων στον υπολογιστή σου και υλοποίησε το κύκλωμα που σχεδίασες παραπάνω. Στη συνέχεια ακολούθησε τα βήματα που περιέγραψες παραπάνω, κατέγραψε και επεξεργάσου τις μετρήσεις σου παρακάτω.

.....  
.....

*Τι συμπέρασμα βγάζεις από το πείραμά σου;*

.....  
.....

*Συμφωνεί αυτό με την πρόβλεψή σου; Αν όχι, πού νομίζεις ότι υπάρχει σφάλμα;*

.....  
.....

**Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021**

**11:30 – 13:30**

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.4**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ**



## Ο ρόλος της κριτικής σκέψης στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα

**Σωτήρης Μανδαλίδης, Φανή Σέρογλου**

*Ερευνητική Ομάδα ATLAS - A Teaching and Learning Approach for Science, Ερευνητικό Εργαστήριο Ψηφιακής Ανάλυσης και Σχεδιασμού Εργαλείων Μάθησης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η συνεισφορά της κριτικής σκέψης στην εκπαίδευση σε κοινωνικό, εκπαιδευτικό, επιστημονικό, πολιτικό και πολιτιστικό επίπεδο παγκοσμίως. Ειδικότερα όμως έμφαση δίνεται στη διερεύνηση σύνδεσης της κριτικής σκέψης με τα διεθνή αναλυτικά προγράμματα σπουδών στις φυσικές επιστήμες, μέσα από την καλλιέργεια ικανοτήτων και δεξιοτήτων που επιχειρούν τα τελευταία χρόνια διεθνείς οργανισμοί. Για τον σκοπό αυτό μελετήθηκαν άρθρα, εκθέσεις, βιβλία και προγράμματα που δημοσιεύθηκαν από αυτούς τους οργανισμούς και αφορούν τον δημοκρατικά σκεπτόμενο πολίτη στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

**Λέξεις κλειδιά:** κριτική σκέψη, προγράμματα σπουδών των φυσικών επιστημών, δεξιότητες και ικανότητες για την κριτική σκέψη, διεθνείς οργανισμοί και αξιολογήσεις

## The role of critical thinking in science education in 21st century society

**Sotiris Mandalidis, Fanny Seroglou**

*ATLAS Research Group, - A Teaching and Learning Approach for Science, Research Laboratory of Digital Analysis and Design of Learning Tools-DiDeS, School of Primary Education, Faculty of Education, Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This paper presents the contribution of critical thinking at a social, educational, scientific, political and cultural level internationally. In particular, however, emphasis is placed on inquiring into the link of critical thinking with international curricula in science, through the fostering of competences and skills attempted in recent years by international organizations. To this end, articles, reports, books and programs published by these organizations concerning the democratically minded citizen in the 21st century society were studied.

**Keywords:** critical thinking, science curricula, critical thinking skills and competences, international organizations and assessments

## Εισαγωγή

Με την έλευση του 21<sup>ου</sup> αιώνα και της 4<sup>ης</sup> Βιομηχανικής Επανάστασης ολοένα και περισσότερες χώρες στον κόσμο αναμορφώνουν τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών των φυσικών επιστημών στην εκπαίδευση έχοντας ως έναν από τους κεντρικούς στόχους την ανάπτυξη ικανοτήτων (competences) στους μαθητές και στις μαθήτριες με την κριτική σκέψη να έχει κυρίαρχη θέση (Thompson, 2011).

Η ανάγκη αναμόρφωσης των προγραμμάτων αναγνωρίστηκε από ακαδημαϊκά και τεχνικά ιδρύματα, από φόρουμ του ιδιωτικού τομέα και της βιομηχανίας, όπως το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ, και από πολυμερείς οργανισμούς, όπως η UNESCO, η Ευρωπαϊκή Ένωση, ο ΟΟΣΑ (OECD) - Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης και ο IBO - Οργανισμός Διεθνούς Απολυτηρίου μέσω των προτάσεών τους για τα εθνικά αναλυτικά προγράμματα ή τη διοργάνωση διεθνών διαγωνισμών, την έκδοση βιβλίων και άρθρων καθώς και την υλοποίηση projects.

## Μεθοδολογία

Στην παρούσα εργασία επιλέξαμε να μελετήσουμε τους τέσσερις τελευταίους προαναφερθέντες οργανισμούς. Για τον λόγο αυτό ερευνήθηκαν μέσω του διαδικτύου:

- α. Δημοσιευμένοι τόμοι ερευνητικών έργων και εκθέσεων των οργανισμών.
- β. Δημοσιευμένες εκθέσεις για τα διεθνή προγράμματα αξιολόγησης μαθητών PISA του ΟΟΣΑ και TIMSS της UNESCO καθώς και αντίστοιχες εκθέσεις του ΙΕΠ.
- γ. Εθνικά αναλυτικά προγράμματα σπουδών διαφόρων χωρών του κόσμου είτε από πρωτογενείς πηγές (απ' ευθείας από την ιστοσελίδα του αντίστοιχου Υπουργείου της χώρας) είτε από δευτερογενείς πηγές (μέσω άρθρων ή αποτελεσμάτων διαγωνισμών).
- δ. Projects της Ευρωπαϊκής Ένωσης με προγράμματα που ενισχύουν καινοτόμα μαθησιακά μοντέλα με κομβικές δεξιότητες στη διδασκαλία και στη μάθηση.
- ε. Ο τρόπος λειτουργίας του Οργανισμού Διεθνούς Απολυτηρίου (IBO) και ειδικότερα το μάθημα Theory of Knowledge – TOK (Θεωρία της Γνώσης).

## Αποτελέσματα

### **ΟΟΣΑ (OECD) - Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης**

Ο ΟΟΣΑ έχει εκδώσει μια δημοσίευση που επικεντρώνεται σε δεξιότητες του μέλλοντος και έχει χρηματοδοτήσει ένα ερευνητικό έργο με τίτλο «The Future of Education and Skills: Education 2030». Σύμφωνα με αυτά οι μαθητές και οι μαθήτριες θα πρέπει να διαθέτουν ένα πλήθος βασικών δεξιοτήτων του 21<sup>ου</sup> αιώνα, γνωσιακών και μεταγνωσιακών, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργική σκέψη, η ικανότητα να μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν και η αυτορρύθμιση, αλλά και κοινωνικών και συναισθηματικών, όπως η ενσυναίσθηση, η αυτοαποτελεσματικότητα και η ικανότητα συνεργασίας, καθώς και πρακτικών δεξιοτήτων, π.χ. χρήση νέων συσκευών τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών (OECD, 2018).

Περίπου 25 χώρες συμμετέχουν στη μελέτη των προγραμμάτων σπουδών, που περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση των δεξιοτήτων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Το έργο έχει ως κεντρικό στόχο τον σχεδιασμό των μελλοντικών προγραμμάτων σπουδών εστιάζοντας αρχικά στα μαθηματικά. Ανάμεσα στις βασικές δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα η κριτική σκέψη φαίνεται να κατέχει την πρώτη θέση στην ακόλουθη λίστα: κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, έρευνα, αυτοπροσανατολισμός, πρωτοβουλία και επιμονή, χρήση πληροφοριών, συστήματα σκέψης, επικοινωνία και στοχασμός (OECD, 2018).

Ο διαγωνισμός αξιολόγησης PISA 2015 που έγινε με έμφαση στον γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες κατέταξε τη χώρα μας στη 32<sup>η</sup> θέση κάτω από τον μέσο όρο των χωρών του Ο.Ο.Σ.Α. (ΙΕΠ, 2017), ενώ στον διαγωνισμό PISA 2018 η Ελλάδα κατετάγη 45<sup>η</sup> στις φυσικές επιστήμες (ΙΕΠ, 2019).

Παρά την εστίαση του Οργανισμού στην κριτική σκέψη και σε άλλες δεξιότητες και ικανότητες (competences) ο διαγωνισμός αξιολόγησης PISA του ΟΟΣΑ για τις φυσικές επιστήμες, που ενισχύει την σύνδεση των αναλυτικών προγραμμάτων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία, αποτυπώνει σε πολλές χώρες ανάμεσά τους και στην Ελλάδα χαμηλές επιδόσεις (ΙΕΠ, 2017).

Ενώ οι στόχοι της ελληνικής πολιτείας για τη διδασκαλία των μαθημάτων των φυσικών επιστημών συμπίπτουν με αυτούς του διαγωνισμού PISA, αποκλίνουν σημαντικά από αυτούς των αναλυτικών προγραμμάτων, των βιβλίων και των τρόπων διδασκαλίας τους την τελευταία εικοσαετία, αφού δεν στοχεύουν στην καλλιέργεια κριτικής σκέψης και γενικών ικανοτήτων για τη ζωή, όπως σε άλλες χώρες (Κουμαράς & Σέρογλου, 2008).

### **UNESCO - Εκπαιδευτικός Επιστημονικός & Πολιτιστικός Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών**

Σύμφωνα με την έκθεση UNESCO SCIENCE REPORT *Towards 2030* (UNESCO, 2015), η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης που μπορεί να προωθηθεί με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι ζωτικής σημασίας, γιατί προετοιμάζει τους μελλοντικούς πολίτες στην κατανόηση του κόσμου στον οποίο ζούμε και στη λήψη αποφάσεων (IEA, 2017). Η UNESCO χρησιμοποιεί μια καθιερωμένη διεθνή αξιολόγηση για τις φυσικές επιστήμες σε 60 χώρες με την ονομασία TIMSS (δηλαδή τάσεις στη διεθνή μελέτη μαθηματικών και φυσικών επιστημών), όπου τα δύο τρίτα των προγραμμάτων σπουδών των φυσικών επιστημών επικεντρώθηκαν στην έρευνα και στις δεξιότητες κριτικής σκέψης.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται συγκριτικά προγράμματα σπουδών φυσικών επιστημών χωρών που συμμετέχουν στην αξιολόγηση TIMSS ή που περιλαμβάνονται σε αναφορές του Διεθνούς Γραφείου Εκπαίδευσης (International Bureau of Education) της UNESCO ως προς τη χρήση δεξιοτήτων (skills) κριτικής σκέψης και γενικότερα ικανοτήτων (competences).

Από τον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα προκύπτει ότι στα προγράμματα σπουδών που διαμορφώνουν πολλές χώρες κεντρική θέση κατέχουν η κριτική και δημιουργική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων (problem solving), η συνεργασία, οι γνωστικές και ψηφιακές δεξιότητες και η διεξαγωγή ερευνών. Οι προηγούμενες ικανότητες και δεξιότητες οδηγούν σε μία ολιστική, δίκαιη και βιώσιμη ανάπτυξη και στη δημιουργία υπεύθυνων δημοκρατικών πολιτών, που θα μπορούν να αντεπεξέλθουν στις σύγχρονες απαιτήσεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα τόσο στη μάθηση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών -αλλά και των άλλων μαθημάτων- όσο και στα προβλήματα της καθημερινής τους ζωής.

Χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον και πρωτογενείς πηγές από τα αντίστοιχα Υπουργεία Παιδείας χωρών (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων Κύπρου, 2010· FitzPatrick & Schulz, 2015· Marope et al., 2019· Ministry of Education, Singapore, 2020· Scottish government, 2008).

Δεξιότητες και ικανότητες σε εθνικά αναλυτικά προγράμματα σπουδών	Ιρλανδία (2015)	Καναδάς (2013)	Σιγκαπούρη (2020)	Ινδονησία (2013)	Αυστραλία (2014)	N. Ζηλανδία (2007)	B. Ιρλανδία (2003)	Σκωτία (2008)	Τσεχία (2008)	Ιαπωνία (2009)	Φινλανδία (2012)	Ουαλία (2015)	Κίνα (2016)	Κύπρος (2010)
παρατήρηση	√			√										
διεξαγωγή ερευνών	√	√		√						√			√	√
σκέψη και διερεύνηση	√									√	√			
αυτοπεποίθηση						√						√		
κριτική σκέψη	√	√	√		√	√	√	√		√				√
δημιουργική σκέψη		√	√		√		√			√		√	√	√
γνωστικές δεξιότητες		√	√		√	√		√	√		√	√		
συνεργασία		√	√		√	√	√	√	√		√		√	√
λήψη αποφάσεων			√				√							√
επίλυση προβλημάτων		√					√	√	√	√				√
ανταλλαγή ιδεών		√			√						√		√	√
ψηφιακή επικοινωνία		√	√	√	√		√	√	√		√			
υπευθυνότητα			√								√		√	

Πίνακας 1 *Ικανότητες και Δεξιότητες σε εθνικά αναλυτικά προγράμματα σπουδών*

### **Ευρωπαϊκή Ένωση**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υλοποιεί τα τελευταία χρόνια προγράμματα τα οποία ενισχύουν την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και μέσω αυτών την ανάπτυξη ικανοτήτων, όπως η αναλυτική και κριτική σκέψη, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων που οδηγεί στην δημιουργία υπεύθυνων πολιτών και τη σύνδεση της επιστημονικής έρευνας με την κοινωνία (Bayram-Jacobs, 2015· European Commission, 2015). Τα παραπάνω πραγματοποιούνται μέσω του Ευρωπαϊκού project «Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία» (RRI: Responsible Research & Innovation) στα πλαίσια των προγραμμάτων «7ο Πρόγραμμα-Πλαίσιο» (FP7, έτη 2007 – 2013) και «Ορίζοντας 2020» (Horizon 2020, έτη 2014 –2020) (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>).

Οι κομβικές δεξιότητες (Transversal Skills) που θα αναπτύξουν οι μαθητές και οι μαθήτριες, σύμφωνα με τα projects RRI και ATS2020 - Assessment of Transversal Skills 2020 (<http://www.ats2020.eu/>) είναι: κριτική σκέψη, προβληματισμός, λύση προβλημάτων, δημιουργική σκέψη, υπευθυνότητα, συνεργασία, ανάληψη πρωτοβουλιών και η αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων. Συνεπώς, προκύπτει η ανάγκη εκσυγχρονισμού των αναλυτικών προγραμμάτων, ώστε αυτά να επικεντρώνονται στην ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων σε όλα τα επίπεδα.

### **IBO - Οργανισμός Διεθνούς Απολυτηρίου**

Ο Οργανισμός Διεθνούς Απολυτηρίου (IBO) είναι ένας μη κερδοσκοπικός εκπαιδευτικός οργανισμός, ο οποίος έχει διαμορφώσει ένα διεθνές πρόγραμμα σπουδών που υποστηρίζεται από σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε περισσότερες από 150 χώρες με στόχο την ανάπτυξη των πνευματικών, συναισθηματικών και κοινωνικών δεξιοτήτων και την καλλιέργεια του ερευνητικού πνεύματος των μαθητών και μαθητριών, προκειμένου να συμβάλλουν με τη σειρά τους στη διαμόρφωση ενός καλύτερου, ειρηνικού κόσμου. (<https://www.ibo.org>).

Από το 1999 ένα νέο μάθημα, η Θεωρία της Γνώσης (Theory of Knowledge: TOK), αντιμετωπίζει θέματα στο ευρύτερο πλαίσιο της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών μαζί με πτυχές της φύσης των φυσικών επιστημών, με μία έντονα μαθητοκεντρική προσέγγιση (Zemplén, 2007). Η TOK παρέχει ευκαιρίες για να γεφυρωθεί το χάσμα των φυσικών επιστημών και της κοινωνίας, καθώς και το χάσμα των μαθητών και μαθητριών με τον αποστειρωμένο κόσμο των σχολικών μαθημάτων φυσικών επιστημών. Βασικό στοιχείο του μαθήματος είναι η εστίαση στην κριτική σκέψη σε σχέση με τις διάφορες πηγές γνώσης των φυσικών επιστημών, αλλά και άλλων επιστημών που συναντά ένας μαθητής. (<https://ibo.org/programmes/diploma-programme/curriculum/theory-of-knowledge/what-is-tok/>).

## **Συμπεράσματα**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, ο ΟΟΣΑ, η UNESCO και ο IBO διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση μίας παγκόσμιας εκπαιδευτικής πολιτικής, αφού προετοιμάζουν τον πολίτη ενός κράτους πολυπολιτισμικού στις συνεχώς μεταβαλλόμενες κοινωνικές, οικονομικές, πολιτικές και πολιτιστικές συνθήκες του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Αν και έχουν διαφορετικούς ιδρυτικούς εκπαιδευτικούς σκοπούς, υλοποιούν προγράμματα, projects και διαγωνισμούς αξιολόγησης και υποστηρίζουν αλλαγές στα προγράμματα σπουδών, που έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό ότι βασίζονται στην καθολική αναγνώριση της χρήσης της κριτικής σκέψης, ώστε να ενθαρρύνουν στο τέλος τη σύνδεση των αναλυτικών προγραμμάτων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία.

## **Βιβλιογραφία**

ΙΕΠ, (2017). Έκθεση αποτελεσμάτων του Διεθνούς προγράμματος Pisa 2015 για την αξιολόγηση των μαθητών στην Ελλάδα. Ανακτήθηκε από:  
[http://iep.edu.gr/pisa/images/publications/reports/pisa\\_2015\\_greek\\_report.pdf](http://iep.edu.gr/pisa/images/publications/reports/pisa_2015_greek_report.pdf)

- ΙΕΠ, (2019). *Σύντομη παρουσίαση αποτελεσμάτων του Διεθνούς προγράμματος Pisa 2018 για την αξιολόγηση των μαθητών στην Ελλάδα*. Ανακτήθηκε από: [http://iep.edu.gr/pisa/images/publications/reports/2019\\_12\\_03\\_pisa\\_results\\_2018.pdf](http://iep.edu.gr/pisa/images/publications/reports/2019_12_03_pisa_results_2018.pdf)
- Κουμαράς, Π., & Σέρογλου, Φ. (2008). Το πρόγραμμα αξιολόγησης PISA και η ελληνική αντίδραση. Γιατί οι μαθητές μας αποτυχαίνουν στο PISA; *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα & Πράξη*, 27, 2-6.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων Κύπρου, (2010). *Αναλυτικά Προγράμματα για τα Δημόσια Σχολεία της Κυπριακής Δημοκρατίας* Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, Κύπρος. Ανακτήθηκε από: [http://www.paideia.org.cy/upload/analytika\\_programmata\\_2010/0.siniptikaanalitikaprogrammata.pdf](http://www.paideia.org.cy/upload/analytika_programmata_2010/0.siniptikaanalitikaprogrammata.pdf)
- Bayram-Jacobs, D. (2015). Responsible Research and Innovation: What is it? How to Integrate in Science Education. Presented at *International Congress on Education for the Future: Issues and Challenges (ICEFIC 2015) Conference*, Ankara University, 13-15 May 2015, Ankara, Turkey.
- European Commission, (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. Ανακτήθηκε από: [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf)
- FitzPatrick, B., & Schulz, H. (2015). Do Curriculum Outcomes and Assessment Activities in Science Encourage Higher Order Thinking? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 15(2), 136–154.
- IEA (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*, Mullis, I.V.S., & Martin, M.O., (Eds), IEA, USA, TIMSS & PIRLS. Ανακτήθηκε από: <http://timss2019.org/wp-content/uploads/frameworks/T19-Assessment-Frameworks.pdf>
- Marope, M., Griffin, P., & Gallagher, C. (2019). Future Competences and the Future of Curriculum. A Global Reference for Curricula Transformation, UNESCO-IBE, Geneva, Ανακτήθηκε από: [http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/02\\_future\\_competences\\_and\\_the\\_future\\_of\\_curriculum\\_30oct.v2.pdf](http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/02_future_competences_and_the_future_of_curriculum_30oct.v2.pdf)
- Ministry of Education, Singapore, (2020). SCIENCE SYLLABUSES Lower Secondary Express Course Normal (Academic) Course, Curriculum Planning and Development Division. Ανακτήθηκε από: <https://www.moe.gov.sg/-/media/files/secondary/syllabuses/science/2021-science-syllabus-lower-secondary.pdf?la=en&hash=5A2FDABB63C929FF42F96A0EC63BDCA8710B8AF1>
- OECD (2018). *The future of education and skills Education 2030*. Paris: OECD. Ανακτήθηκε από: [https://www.oecd.org/education/2030/E2030 Position Paper \(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Scottish government, (2008). Curriculum for Excellence Sciences Principles and practice. Ανακτήθηκε από: <https://education.gov.scot/Documents/sciences-pp.pdf>
- Thompson, C. (2011). Critical Thinking across the Curriculum: Process over Output. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(9).
- UNESCO (2015), *UNESCO SCIENCE REPORT Towards 2030*, Paris, France. Ανακτήθηκε από: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/unesco-science-report-towards-2030-part1.pdf>
- Zemplén, G.A. (2007). Conflicting Agendas: Critical Thinking versus Science Education in the International Baccalaureate Theory of Knowledge Course, *Science & Education*, 16, 167-196.



Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021

11:30 – 13:30

**Εργασίες Εφαρμογών**



## Μνήμη Flash - προσομοίωμα STEM κατασκευής

**Αβραάμ Αποστολακάκης<sup>1</sup>, Μαρία Δακανάλη<sup>2</sup>, Μιχαήλ Κοντοπόδης<sup>2</sup>,  
Ελένη Κορακάκη<sup>3</sup>, Ειρήνη Περυσινάκη<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>ο ΕΠΑΛ Αρκαλοχωρίου, <sup>2</sup>Εσπερινό ΕΠΑΛ Ιεράπετρας, <sup>3</sup>Πρότυπο Γενικό Λύκειο Ηρακλείου, <sup>4</sup>ο Γυμνάσιο Ηρακλείου*

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία διδακτική πρόταση που περιλαμβάνει σενάρια διδασκαλίας και τεχνούργημα που αφορούν τις επιστήμες STEM, με επικέντρωση στα θέματα Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας. Η πρόταση αναπτύχθηκε από ομάδα καθηγητών Μέσης Εκπαίδευσης στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού προγράμματος του Πανεπιστημίου Κρήτης του Τομέα Διδακτικής Φυσικών Επιστημών “Σύγχρονα Ζητήματα Επιστήμης και Τεχνολογίας”. Τα σενάρια διδασκαλίας συνδυάζουν θέματα Φυσικής, Χημείας, Πληροφορικής, Τεχνολογίας και Μαθηματικών, ενώ το τεχνούργημα αναδεικνύει τη διασύνδεση των παραπάνω επιστημών. Το τελικό παραδοτέο είναι ένα μοντέλο μνήμης, του οποίου οι λειτουργίες αναπαριστούν τη γραφή και την ανάγνωση της πληροφορίας σε μνήμη Flash.

**Λέξεις κλειδιά:** STEM, μνήμη Flash, προσομοίωση, προσομοίωση STEM κατασκευής

## Flash memory - STEM simulation device

**Anraam Apostolakakis<sup>1</sup>, Maria Dakanali<sup>2</sup>, Michail Kontopodis<sup>2</sup>, Eleni Korakaki<sup>3</sup>, Irimi Perissinaki<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>1<sup>st</sup> Vocational High School of Arkalochori, <sup>2</sup>Evening Vocational School of Ierapetra, <sup>3</sup>Model High School of Heraklion, <sup>4</sup>1<sup>st</sup> Junior high School of Heraklion*

### Abstract

This project presents a learning proposal that includes teaching scenarios and a device related to the STEM approach, focusing on topics of Nanoscience and Nanotechnology. This project was developed by a team of teachers of Secondary Education within the educational program of the University of Crete in the Field of Science Teaching “Modern Issues of Science and Technology”. The teaching scenarios combine subjects of Physics, Chemistry, Informatics, Technology and Mathematics, while the device highlights the connection between them. The device is a Flash memory model, whose functions represent the writing and reading of information like a real Flash memory.

**Keywords:** STEM, Flash Memory, simulation, STEM simulation device

## Εισαγωγή

Με τον όρο STEM εννοούμε τη διεπιστημονική προσέγγιση των αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών (Science), της Τεχνολογίας (Technology), της Μηχανικής (Engineering) και των Μαθηματικών (Mathematics). Ο όρος STEM έγκειται σε «μία διδακτική προσέγγιση που ενοποιεί γνώσεις και δεξιότητες που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά» (Martín-Páez et al., 2019· Toma & Greca, 2018) και δεν αποτελεί απλή συσσώρευση πολλαπλών επιστημονικών αντικειμένων. Είναι ένας τρόπος να εξασφαλιστεί η επίτευξη πολύπλευρης γνώσης για τους μαθητές. Με τη διδακτική αυτή προσέγγιση οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά, διερευνούν, αναπτύσσουν κριτική σκέψη, ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, μοντελοποίησης, επιχειρηματολογίας, ικανότητα εκτέλεσης ερευνητικής και ανεξάρτητης εργασίας σε οποιονδήποτε τομέα. Επίσης, καλλιεργούνται οι κοινωνικές τους δεξιότητες καθώς επικοινωνούν και εργάζονται ομαδοσυνεργατικά (Πανεπιστήμιο Κρήτης, 2019· Carnevale & Smith, 2013· Donachie, 2017).

## Μεθοδολογία

Η ομάδα δημιουργήθηκε μέσω πρόσκλησης του Πανεπιστημίου Κρήτης, για τη δημιουργία μιας διδακτικής πρότασης STEM που να συνδυάζεται με τη νανοτεχνολογία. Οι συμμετέχοντες μελετώντας σύγχρονα θέματα νανοτεχνολογίας κατέληξαν στην κατασκευή ενός μοντέλου μνήμης Flash. Οι λόγοι που επιλέχθηκε η συγκεκριμένη κατασκευή ήταν αρκετοί. Πρώτον, ήταν μία κατασκευή η οποία είχε άμεση σχέση με τα αντικείμενα όλων των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στην ομάδα. Δεύτερον, ήταν ένα ενδιαφέρον θέμα, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είτε ολόκληρο είτε επιμέρους τμήματά του σε πραγματική διδασκαλία στις αντίστοιχες θεματικές ενότητες του προγράμματος σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τέλος, ήταν ένα αντικείμενο της καθημερινής ζωής, το οποίο χρησιμοποιούν σχεδόν όλοι, κάτι το οποίο θα προκαλεί επιπλέον ενδιαφέρον στους μαθητές.

Ακολουθήθηκε το μοντέλο διεργασίας διεπιστημονικής έρευνας, ώστε το πρόβλημα (δημιουργία μνήμης Flash) να μετασχηματιστεί κατάλληλα για διδασκαλία STEM. Το πρώτο βήμα του μετασχηματισμού ήταν αυτό της ανάλυσης ως προς τα εμπλεκόμενα επιστημονικά πεδία και περιλάμβανε την αναγνώριση του προβλήματος, την αναγνώριση των εμπλεκόμενων επιστημονικών πεδίων, τη βιβλιογραφική αναζήτηση, την ανάπτυξη επιστημονικής επάρκειας σε κάθε πεδίο και την ανάλυση και αξιολόγηση κάθε εμπλεκόμενης αντίληψης/θεωρίας. Στο δεύτερο βήμα της ανάλυσης της διεπιστημονικής διασύνδεσης των πεδίων έγινε ανίχνευση ενδεχόμενων ασυμβατοτήτων μεταξύ των πεδίων, τόσο σε επίπεδο εννοιολογικό όσο και γλωσσολογικό/ορολογίας, συμφωνία και δημιουργία κοινού πεδίου κατανόησης και επικοινωνίας μεταξύ θεωριών και εννοιών, αναστοχασμός, έλεγχος και επικοινωνία της κατανόησης μεταξύ των μελών (Repko, 2020).

Όλη η πορεία της εργασίας πραγματοποιήθηκε σύγχρονα εξ αποστάσεως, ενώ ο κάθε συμμετέχων ανέλαβε να εργαστεί ανάλογα με την ειδικότητά του στο τελευταίο βήμα της κατασκευής του μοντέλου. Σε όλα τα στάδια της εργασίας υπήρξε συνεργασία

μεταξύ των μελών της ομάδας μέσω σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας. Σε κάθε τηλεσυνάντηση αναλύαμε την πρόοδο του έργου, παρουσιάζαμε την κατασκευή και αναλύαμε τα προβλήματα που αντιμετωπίζαμε.

## Αποτελέσματα

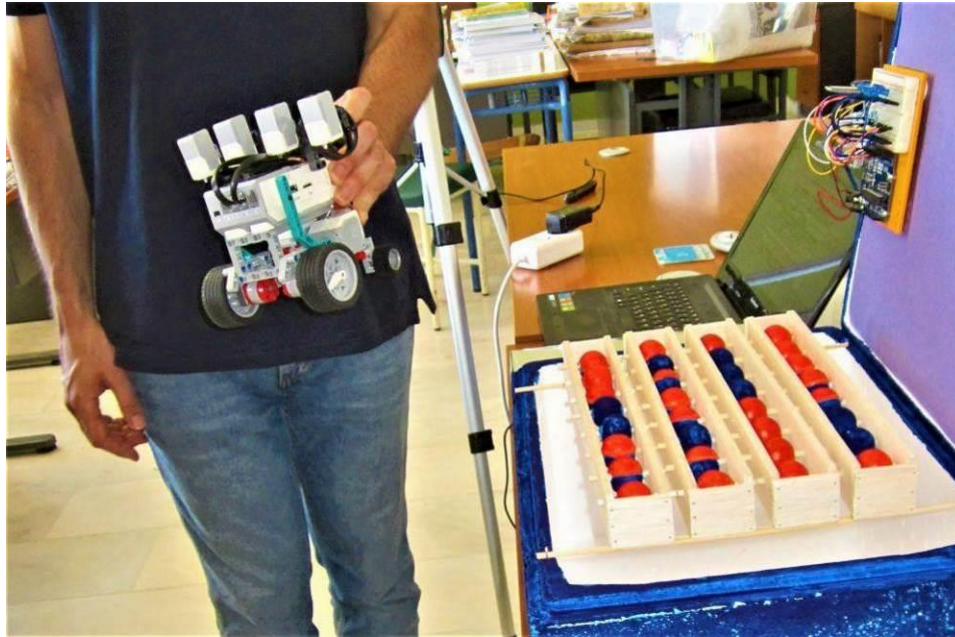
Η μόνιμη καταγραφή της πληροφορίας σε μια μνήμη Flash οφείλεται στη φόρτιση των τρανζίστορ: κατάσταση “0” (“off”) ή κατάσταση “1” (“on”). Έτσι, ένα λατινικό γράμμα, π.χ. το L, για τον υπολογιστή είναι η οκτάδα 01001100 (δυναμικός κώδικας). Η αναπαράσταση της γραφής και της ανάγνωσης της πληροφορίας στο μοντέλο πραγματοποιείται με δύο τρόπους, που και οι δύο εστιάζουν στη μετάβαση από το λατινικό αλφάβητο στον δυαδικό κώδικα και αντίστροφα:

A. Μια συσκευή Arduino είναι συνδεδεμένη με μια σειρά από 8 λαμπτήρες LED. Μέσω ενός προγράμματος σε Arduino Uno λαμβάνεται στην είσοδο της συσκευής ένα γράμμα και έπειτα δίνεται η εντολή στα LEDs να ανάψουν ή όχι. Η ακολουθία των αναμένων/σβησμένων LEDs αντιστοιχεί στην ακολουθία των 1/0. Ομοίως εισάγονται λέξεις.

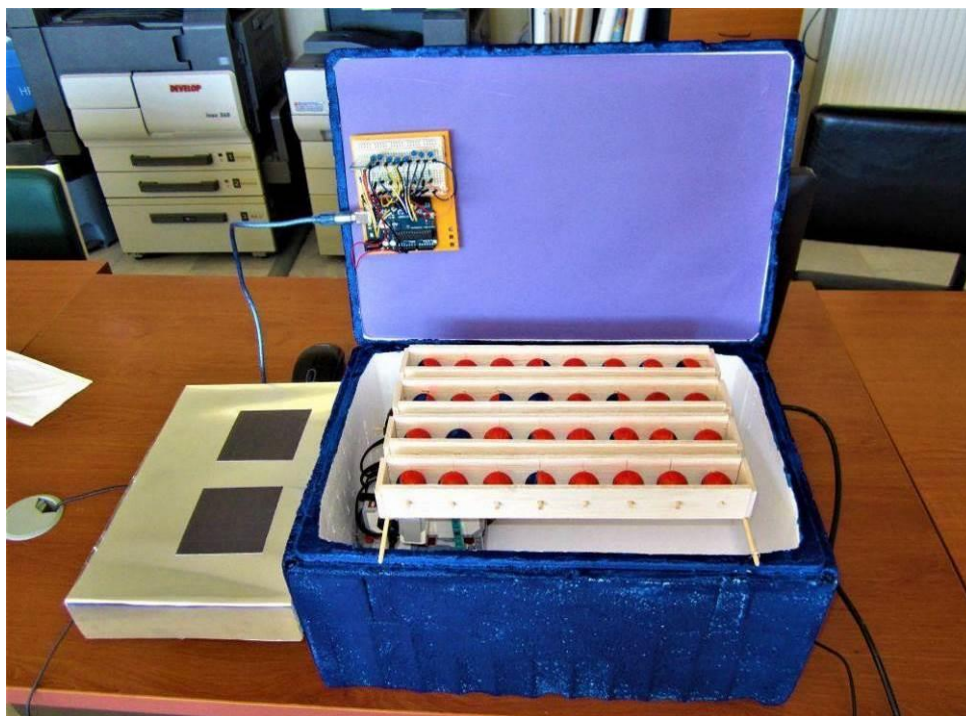
B. Έχουν σχηματιστεί οκτάδες από περιστρεφόμενα σφαιρίδια που προβάλλουν μόνο το ένα ημισφαίριό τους. Σε κάθε σφαιρίδιο, το ένα ημισφαίριο είναι μπλε και το άλλο κόκκινο, ώστε η εναλλαγή τους (που γίνεται χειροκίνητα) να αντιστοιχεί στην εναλλαγή των καταστάσεων 1/0. Ο χρήστης έχει στο κινητό του μια εφαρμογή κατασκευασμένη με το App Inventor που μετατρέπει τα λατινικά γράμματα σε δυαδικό κώδικα. Την πληροφορία που λαμβάνει τη χρησιμοποιεί για να σχηματίσει με τα σφαιρίδια τον δυαδικό κώδικα των γραμμάτων/λέξεων. Ένα κατάλληλα προγραμματισμένο ρομποτάκι Lego Mindstorms EV3 με αισθητήρες χρωμάτων αναπαριστά την κεφαλή ανάγνωσης του υπολογιστή. Σαρώνει ένα-ένα τα σφαιρίδια και στην οθόνη του παρουσιάζει τον δυαδικό κώδικα που “διάβασε”, αφού μετέτρεψε τα χρώματα σε “0” ή “1” αντιστοίχως.

Το μοντέλο είναι λειτουργικό, αλλά όλα του τα μέρη (κώδικες των τριών προγραμμάτων, διασυνδέσεις καλωδίων στη συσκευή Arduino, τουβλάκια Lego, σφαιρίδια) υπόκεινται σε αλλαγές, ώστε ο μαθητής ενεργητικά (πραγματοποιώντας αλλαγές) να αντιληφθεί τη λειτουργία τους και να εμπλακεί σε θέματα Τεχνολογίας, Μηχανικής και Πληροφορικής.

Το λειτουργικό μοντέλο και οι πειραματισμοί με αυτό συνδυάζεται και με ένα σύνολο ερωτημάτων που αναδεικνύουν σχετικά θέματα Κβαντικής Φυσικής, Μαθηματικών, Πληροφορικής και Χημείας: α) το πρώτο αφορά στη νανοκλίμακα, δηλαδή πόσο μικρά είναι τα τρανζίστορ σήμερα, πόσο ήταν παλαιότερα, πώς αυτό συνδέεται με τη χωρητικότητα στις μνήμες Flash (αναζήτηση πληροφοριών μέσω έγκυρων πηγών), β) το δεύτερο αφορά στην κατανόηση των κβαντικών φαινομένων μέσω διδακτικών βίντεο για το πώς επιτυγχάνεται η μόνιμη καταγραφή της πληροφορίας και πώς διεξάγονται οι έλεγχοι για το αν οι θάλαμοι των τρανζίστορ είναι σε κατάσταση “on” ή “off” και γ) το τρίτο αφορά αυτόν καθ’ αυτόν το δυαδικό κώδικα για το πόσοι διαφορετικοί συνδυασμοί προκύπτουν σε μια οκτάδα με 0 ή 1, ποια σχέση έχει ο δυαδικός κώδικας ενός αριθμού και η παράστασή του στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης (ειδικά όταν ο αριθμός είναι πολύ μεγάλος).



*Εικόνα 1 Το προσομοίωμα της μνήμης Flash*



*Εικόνα 2 Το προσομοίωμα της μνήμης Flash*



Εικόνα 3 Το προσομοίωμα της μνήμης Flash

## Συμπεράσματα

Η παρούσα πρόταση παρουσιάζει μια διδασκαλία STEM με επικέντρωση στα θέματα Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας. Αποτελείται από διδακτικές ενότητες με τους αντίστοιχους μαθησιακούς στόχους, στις οποίες γίνεται μια εμβάθυνση στις θεμελιώδεις έννοιες της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας: το μέγεθος και την κλίμακα, τον τρόπο με τον οποίο δομείται η ύλη, τις δυνάμεις και τις αλληλεπιδράσεις, την επίδραση των κβαντικών φαινομένων, τις ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, τα εργαλεία εξερεύνησης του νανόκοσμου-μικροσκοπία και τα μοντέλα και τις προσομοιώσεις (Stevens et al., 2009). Οι έννοιες αυτές προσεγγίστηκαν με ένα τεχνούργημα για την κατασκευή του οποίου απαιτήθηκε η ενοποίηση όλων των επιστημονικών πεδίων STEM.

## Βιβλιογραφία

- Πανεπιστήμιο Κρήτης, Σχολή Επιστημών Αγωγής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Εκπαίδευση STEM, Ρέθυμνο, 2019-2020.
- Asunda, P. A. (2014). A conceptual framework for STEM integration into the curriculum through career and technical education. *Journal of STEM Teacher Education*, 49(1), 3–16.
- Carnevale, A, & Smith, N. (2013). Workplace basics: the skills employees need and employers want. *Human Resource Development International*, 16, 491–501.
- Donachie, P (2017). STEM instruction offers educational, workforce benefits beyond traditional fields. Washington, DC: Georgetown University Center on Education and the Workplace.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington: National Academies Press.

- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*.
- Peters, M. A. (2006). *Building knowledge cultures: Education and development in the age of knowledge capitalism*. Lanham, MA: Rowman and Littlefield.
- Repko, A. F., & Szostak, R. (2020). *Interdisciplinary research: Process and theory*. SAGE Publications, Incorporated.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.

## Αυτόματο Αεροπλάνο Περιβαλλοντολογικού Ελέγχου

**Γεωργία Μάρκου<sup>1</sup>, Πολύμνια Παναγιωτάκη<sup>2</sup>, Αικατερίνη Ι.Σ. Βλαχάκη<sup>3,4</sup>,  
Ελένη-Ευανθία Μενιουδάκη<sup>5</sup>, Μαρία Σταθοπούλου<sup>6</sup>, Γεώργιος  
Τσαλμπούρης<sup>7</sup>**

*<sup>1</sup>Επαγγελματικό Λύκειο Κέας, <sup>2</sup>Γενικό Λύκειο Περάματος Μυλοποτάμου, <sup>3</sup>Γενικό Λύκειο Πανόρμου, <sup>4</sup>Γενικό Λύκειο Ρεθύμνου, <sup>5</sup>Γενικό Λύκειο Χανίων, <sup>6</sup>Εσπερινό Επαγγελματικό Λύκειο Χανίων, <sup>7</sup>1<sup>ο</sup> Επαγγελματικό Λύκειο Ρεθύμνου*

### Περίληψη

Προτείνεται ένα διδακτικό σενάριο διασύνδεσης μαθημάτων σε γενικά και επαγγελματικά λύκεια με στόχο την κατασκευή αυτόματου αεροπλάνου περιβαλλοντολογικού ελέγχου. Το σενάριο διασύνδει γνώσεις μηχανικής, αεροδυναμικής, σχεδιασμού-κατασκευής μακέτας, ηλεκτρολογίας, ηλεκτρονικής, βιολογίας, χημείας, μαθηματικών. Το διδακτικό σενάριο σχεδιάστηκε στα πλαίσια δράσης ακαδημαϊκού ιδρύματος με συνεργασία καθηγητών διαφόρων ειδικοτήτων. Το αεροπλάνο κατασκευάστηκε και μέρη του σεναρίου δοκιμάστηκαν σε λύκεια που δίδασκαν οι εμπλεκόμενοι καθηγητές.

**Λέξεις κλειδιά:** STEM Εκπαίδευση, STEM τεχνουργήματα, Νανοτεχνολογία

## Autonomous Airplane for Environmental Monitoring

**Georgia Markou<sup>1</sup>, Polymnia Panagiotaki<sup>2</sup>, Ekaterini I.S., Vlachaki<sup>3,4</sup>, Eleni-Euanthia Menioudaki<sup>5</sup>, Maria Stathopoulou<sup>6</sup>, Georgios Tsalmpouris<sup>7</sup>**

*<sup>1</sup>Vocational Lyceum of Kea, <sup>2</sup>General Lyceum of Perama Mylopotamos, <sup>3</sup>General Lyceum of Panormo, <sup>4</sup>4<sup>ο</sup> General Lyceum of Rethymnon, <sup>5</sup>4<sup>ο</sup> General Lyceum of Chania, <sup>6</sup>Evening Vocational Lyceum of Chania, <sup>7</sup>1<sup>ο</sup> Vocational Lyceum of Rethymnon*

### Abstract

A scenario of interconnection of courses in general and vocational high schools is proposed with the aim of building an automatic environmental monitoring plane. The scenario connects knowledge of engineering, aerodynamics, design, model construction, electrical engineering, electronics, biology, chemistry and mathematics. The teaching scenario was designed in the framework of an academic institute's program with the collaboration of teachers of various expertises. The plane was developed and parts of the script were tested in the high schools that the teachers involved are assigned.

**Keywords:** STEM Education, STEM artefacts, Nanotechnology

## Εισαγωγή

Το διδακτικό σενάριο που προτείνεται, εντάσσεται στη διδακτική προσέγγιση του STEM. Έχει δηλαδή στόχο να διασυνδέσει αυτόνομα γνωσιακά αντικείμενα με διασύνδεση μαθημάτων ενσωματώνοντας γνώσεις και δεξιότητες συγκεκριμένα από Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (Martín-Páez et al., 2019). Ένας δεύτερος στόχος είναι να ενταχθεί η Νανοτεχνολογία ως διεπιστημονικό αντικείμενο, σε διάφορες εκφάνσεις της, στο διδακτικό σενάριο και τις δράσεις του. Το διδακτικό σενάριο σχεδιάστηκε στα πλαίσια της εκπαιδευτικής δράσης «Σύγχρονα Ζητήματα Επιστήμης & Τεχνολογίας» του Εργαστηρίου Διδακτικής των Θετικών Επιστημών & του Εργαστηρίου Πληροφορικής στην Εκπαίδευση και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Κρήτης με τα Περιφερειακά Κέντρα Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού (ΠΕΚΕΣ) Κρήτης.

## Μεθοδολογία

Για τον σχεδιασμό και την πειραματική δοκιμή του σεναρίου συνεργάστηκαν εκπαιδευτικοί Β/θμιας εκπαίδευσης από όλα τα πεδία STEM (Μαθηματικός, Βιολόγος, Χημικός, Ηλεκτρονικός, Αρχιτέκτονας και Πληροφορικός). Η συνεργασία πραγματοποιήθηκε με εξ αποστάσεως συναντήσεις σε σύνολο 13 συναντήσεων κατά τη διάρκεια ενός σχολικού έτους και με χρήση διαδικτυακής πλατφόρμας, μέσα από την οποία γινόντουσαν σύγχρονες/ασύγχρονες συζητήσεις και ανταλλαγή υλικού.

Αρχικά, οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί επιμορφώθηκαν τόσο για το STEM όσο και για τη νανοτεχνολογία και τις πιθανές διδακτικές εφαρμογές της. Στη συνέχεια, η ομάδα συνεργάστηκε για τη δημιουργία κατασκευής, η οποία θα αποτελούσε τον κορμό πάνω στον οποίο θα γινόταν ο σχεδιασμός διδακτικών σεναρίων, ώστε κάθε εκπαιδευτικός να την εντάξει στο μάθημά του. Αποφασίστηκε η θεματική της κατασκευής να είναι ένα αυτόνομο ενεργειακά αεροπλάνο, αυτοκινούμενο, με λειτουργικό στόχο την πυρασφάλεια σε δασικές εκτάσεις και άλλους περιβαλλοντολογικούς ελέγχους μέσω τηλεπισκόπησης. Κάθε καθηγητής ανέλαβε μέρος της κατασκευής ή της απαιτούμενης έρευνας για την ολοκλήρωσή της. Μέσα από τακτικές τηλεδιασκέψεις γινόταν διαμοιρασμός της προόδου και ανταλλαγή σκέψεων και ιδεών αναφορικά με την εξέλιξη της εργασίας. Με την ολοκλήρωση της κατασκευής, οι καθηγητές συμπλήρωσαν φύλλα εργασίας με τις προτάσεις τους για διδακτικά σενάρια ανάλογα με την ειδικότητά τους και τα υπέβαλαν στην ομάδα του Πανεπιστημίου.

## Αποτελέσματα

Η ομάδα κατασκεύασε ένα αυτόνομο, αυτοκινούμενο αεροπλάνο, για έλεγχο διάφορων παραμέτρων σε περιοχές υψηλού κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιάς. Περιέχει σύστημα μετρήσεων (καπνού, φωτιάς, θερμοκρασίας και υγρασίας) που αποστέλλονται σε κέντρο ελέγχου και αξιοποιούνται για τον έλεγχο πυρασφάλειας μιας περιοχής.

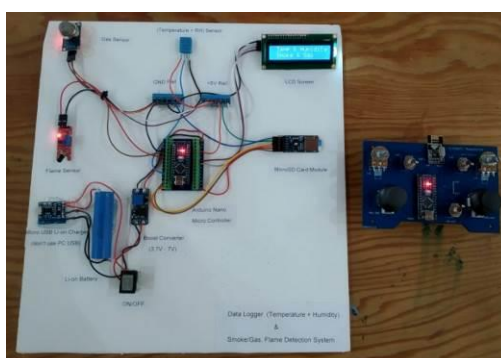


Κατασκευάστηκε ειδικός επεξεργαστής που ελέγχει τους αισθητήρες και προβάλλει τα αποτελέσματα σε ανεξάρτητο πίνακα, ώστε να είναι ευκολότερα αξιοποιήσιμα στη διδασκαλία, όπως φαίνεται στις Εικόνες 2 και 4.



Εικόνα 1 Το αεροπλάνο με το ηλιακό πάνελ στο φτερό

Προκειμένου το αεροπλάνο να μην επιβαρύνει το περιβάλλον, εφόσον δημιουργήθηκε για την προστασία του, έγινε προσπάθεια να κινείται με ηλιακή ενέργεια, έστω και σε ένα ποσοστό. Για τον σκοπό αυτό, πάνω στα φτερά τοποθετήθηκε οργανικό ηλιακό πάνελ καθώς και φωτοευαίσθητη ηλιακή κυψελίδα (DSSC), τα οποία τροφοδοτούν μερικώς την μπαταρία του αεροπλάνου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1. Για την επίτευξη αεροδυναμικού σχεδιασμού τα σχέδια του αεροπλάνου έγιναν πρώτα σε πρόγραμμα σχεδίασης στον υπολογιστή και ακολούθησε η δημιουργία της κατασκευής. Η πάνω πλευρά των φτερών διαμορφώθηκε καμπυλωτή, ενώ η κάτω επίπεδη, ώστε να υπάρχει Άντωση. Καθώς ο αέρας διανύει μεγαλύτερη απόσταση στην πάνω πλευρά των φτερών και άρα κινείται ταχύτερα, δημιουργείται μικρότερη πίεση σε σχέση με την κάτω πλευρά των φτερών και έτσι δημιουργείται μια δύναμη αντίθετη του βάρους του αεροπλάνου που το ανυψώνει.



Εικόνα 2 Το ταμπλό με σύστημα μετρήσεων και το ασύρματο joystick

Επιπλέον, το αεροδυναμικό σχήμα του αεροπλάνου ελαχιστοποιεί την αντίσταση του αέρα. Το κέντρο βάρους βρίσκεται στο μπροστινό μέρος της κατασκευής περίπου στο ύψος των φτερών. Το πλάτος των φτερών διαμορφώθηκε ανάλογο του βάρους του αεροπλάνου, καθώς μεγαλύτερο πλάτος φτερών δίνει μεγαλύτερη δύναμη Άντωσης και απαιτεί λιγότερη ενέργεια για την κίνηση του αεροπλάνου. Στο εσωτερικό της ατράκτου (Εικόνα 3), εκτός από την μπαταρία, τοποθετήθηκε ένα βολτόμετρο που μετρά την τάση της, ο brushless κινητήρας (στη μύτη της ατράκτου) που δίνει την κίνηση στο αεροπλάνο περιστρέφοντας την έλικα, καθώς και ένα σύστημα τριών σερβοκινητήρων, που μαζί με

μοχλούς και ατσαλοσύρματα κινούν πτερύγια που ελέγχουν την κίνηση του αεροπλάνου. Πρώτη είναι η κίνηση του κάθετου πτερυγίου της ουράς που κινεί το αεροπλάνο δεξιά και αριστερά. Δεύτερη είναι η κίνηση του πτερυγίου της ουράς πάνω και κάτω. Αυτή βοηθά το αεροπλάνο να αλλάξει τη γωνία κλίσης της ατράκτου προς το έδαφος και άρα να κινηθεί προς τα πάνω ή προς τα κάτω, να απογειωθεί ή να προσγειωθεί. Τρίτη είναι η κίνηση των πτερυγίων των φτερών, η οποία αυξομειώνει την άνωσή τους. Με τον ίδιο σερβοκινητήρα και με ατσαλοσύρματα που περιστρέφονται ενσωματωμένα στο εσωτερικό των φτερών, το πτερύγιο στο ένα φτερό ανεβαίνει, ενώ στο άλλο φτερό κατεβαίνει. Επιπλέον, κατασκευάστηκε αντίστοιχο τηλεχειριστήριο με ασύρματο joystick, όπως φαίνεται στις Εικόνες 2 και 4.



Εικόνα 3 Το σύστημα ελέγχου κίνησης στο εσωτερικό της ατράκτου



Εικόνα 4 Το αεροπλάνο, ο πίνακας προβολής των αποτελεσμάτων, το ταμπλό με το σύστημα μετρήσεων και το ασύρματο joystick

Τέλος, προτάθηκαν διδακτικά σενάρια που αξιοποιούν την κατασκευή στην διδασκαλία και σχετίζονται με α) μελέτη, γραφική αναπαράσταση και πρόβλεψη ατμοσφαιρικών παραμέτρων ως μέσο πυρασφάλειας β) αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκών με χρήση Νανοτεχνολογίας γ) κατασκευή τμήματος του τεχνουργήματος (π.χ. σύστημα τηλεχειρισμού, κίνηση και έλεγχος κινητήρα, λειτουργία και είδη μπαταριών, αεροδυναμικός σχεδιασμός και κατασκευή κτλ) στα πλαίσια μαθημάτων γενικών και επαγγελματικών λυκείων (Ρομποτική, Ζώνη Δημιουργικών Δραστηριοτήτων κ.α.) δ) καινοτόμος έρευνα και παραγωγή οργανικών φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα σήμερα ε) ανάθεση ερευνητικής εργασίας στους μαθητές π.χ. για επιστήμες του μέλλοντος και ενεργειακά αυτόνομα οχήματα, συλλογή και οργάνωση πληροφοριών για σύγχρονους κινητήρες. Πέρα από τα παραπάνω, ενδείκνυται να πραγματοποιηθεί ολόκληρη η κατασκευή από μαθητές μέσω συνεργασίας πολλών καθηγητών και μαθητικών ομάδων κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους π.χ. στα πλαίσια project για την πολύπλευρη μελέτη του θέματος.

## Συμπεράσματα

Η υλοποίηση της συγκεκριμένης δράσης αποτέλεσε μία ευκαιρία συνεργασίας, ανταλλαγής γνώσεων και εμπειριών μεταξύ των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν. Η εργασία προτείνει μία STEM ενότητα (STEM τεχνουργήμα & σενάρια διδασκαλίας), όπως σχεδιάστηκε και προέκυψε από τη συνεργασία εκπαιδευτικών Β/θμιας εκπαίδευσης διαφορετικών ειδικοτήτων. Αποτέλεσμα αυτής είναι η ολοκλήρωση μιας περίπλοκης κατασκευής πάνω σε ένα πολυδιάστατο θέμα που εμπλέκει διαφορετικούς τομείς, την οποία κανένας από τους συμμετέχοντες δεν θα μπορούσε να ολοκληρώσει μόνος του. Προτείνεται αυτή η αλληλεπίδραση γνώσεων και μαθημάτων να εφαρμοστεί στο σχολικό περιβάλλον, καθώς η ενεργή συμμετοχή μαθητών στην επίτευξη ενός

τέτοιου εγχειρήματος μπορεί να διεγείρει το ενδιαφέρον τους για μάθηση, ενώ ο συνδυασμός διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, όπως προέκυψε από τη συνεργασία των εκπαιδευτικών, αποτελεί αναμφισβήτητα πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση της γνώσης.

## **Βιβλιογραφία**

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*. 103 (4). 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

## Σχεδιασμός και Ανάπτυξη STEM Διδασκαλιών στο Αντικείμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας

**Αργύρης Νιπυράκης<sup>1,2</sup>, Δημήτρης Σταύρου<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Κρήτης, <sup>2</sup>University of Groningen

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά μια εκπαιδευτική δράση που συνδιοργάνωσαν ακαδημαϊκοί ερευνητές σε συνεργασία με εκπαιδευτικούς φορείς. Οι συμμετέχοντες εν ενεργεία εκπαιδευτικοί επιμορφώθηκαν στη διεπιστημονική STEM διδασκαλία καθώς και σε βασικές αρχές και εφαρμογές της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας και κατόπιν σχεδίασαν και ανέπτυξαν STEM διδακτικό υλικό (τεχνουργήματα και σχέδια διδασκαλίας) στο αντικείμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας.

**Λέξεις κλειδιά:** STEM Εκπαίδευση, Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία, εν ενεργεία εκπαιδευτικοί

## Design & Development of STEM Teaching Material in the context of Nanoscience-Nanotechnology

**Argyris Nipyrakis<sup>1,2</sup>, Dimitris Stavrou<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Crete, <sup>2</sup>University of Groningen

### Abstract

The present study includes a professional development program that was co-organised by academic researchers in cooperation with educational stakeholders. Participant in-service teachers were trained in interdisciplinary STEM teaching as well as in basic principles and applications of Nanoscience-Nanotechnology, and they subsequently designed and developed STEM teaching material (i.e. artefacts and lesson plans) in the field of Nanoscience-Nanotechnology.

**Keywords:** STEM Education, Nanoscience-Nanotechnology, in-service teachers

## Εισαγωγή

Η Εκπαίδευση STEM αποτελεί μια σύγχρονη τάση στην εκπαίδευση των θετικών επιστημών ενώ έχει κερδίσει ιδιαίτερη προσοχή στην έρευνα για την εκπαίδευση. Ως εκπαίδευση STEM ορίζουμε τη διδακτική προσέγγιση κατά την οποία διασυνδέονται γνώσεις και δεξιότητες από τα τέσσερα πεδία: Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας, Μηχανικής (Engineering) & Μαθηματικών. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να αποφέρει οφέλη που σχετίζονται με ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων, καθώς και καλλιέργεια θετικών στάσεων απέναντι στις θετικές επιστήμες (Martín-Páez et al., 2019).

Παρόλα αυτά, δεν έχει μελετηθεί επαρκώς το πώς μπορεί να γίνει αποτελεσματικά η μεταφορά των ερευνητικών συστάσεων στην τάξη, ενώ υπάρχει ανάγκη επιμόρφωσης εκπαιδευτικών και διαμόρφωσης διδακτικών STEM ενοτήτων που θα προωθούν τη διεπιστημονική διδασκαλία και μάθηση (Ejiwale, 2013). Υπό αυτό το πρίσμα, το αντικείμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας αποτελεί ένα σύνθετο και σύγχρονο αντικείμενο που εμπλέκει πολλά διαφορετικά επιστημονικά πεδία και που σχετίζεται με φαινόμενα και εφαρμογές που οι μαθητές συναντούν στην καθημερινότητά τους (Kähkõnen et al., 2016). Συνεπώς, θεωρήθηκε ότι αποτελεί πρόσφορο έδαφος για διεπιστημονικές STEM προσεγγίσεις.

Στα πλαίσια των παραπάνω, ακαδημαϊκοί ερευνητές της STEM Εκπαίδευσης από το Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Κρήτης σε συνεργασία με το Περιφερειακό Κέντρο Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού (ΠΕ.Κ.Ε.Σ.) Κρήτης σχεδίασαν και υλοποίησαν μια εκπαιδευτική δράση για την Εκπαίδευση STEM κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019-2020.

## Μεθοδολογία

Οι ακαδημαϊκοί φορείς σε συνεργασία με τους Συντονιστές Εκπαιδευτικού Έργου αρχικά συνδιαμόρφωσαν ένα πλαίσιο επιμόρφωσης STEM μέσα από το οποίο εν ενεργεία εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να δηλώσουν συμμετοχή. Η συμμετοχή των εκπαιδευτικών ήταν δωρεάν, ενώ το επιμορφωτικό πρόγραμμα διεξήχθη σε ώρες εκτός σχολικού προγράμματος. Η δράση περιλάμβανε τόσο διά ζώσης όσο εξ αποστάσεως συναντήσεις των εκπαιδευτικών μέσω διαδικτυακής πλατφόρμας σε σύγχρονη και ασύγχρονη μορφή (forum).

Η παρούσα εργασία αφορά τις εργασίες των ομάδων εκπαιδευτικών Β/θμιας Εκπαίδευσης που συμμετείχαν στη δράση (n=26). Για τις ανάγκες της δράσης, δόθηκε η δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς και των τεσσάρων πεδίων STEM να συμμετάσχουν στη δράση, έτσι ώστε να διαμορφωθούν μικτές ομάδες από εκπαιδευτικούς διαφόρων ειδικοτήτων. Συνεπώς, διαμορφώθηκαν 4 υποομάδες εκπαιδευτικών, με κριτήριο α) την ειδικότητα, β) την ηλικία των μαθητών (Γυμνάσιο/Λύκειο) και γ) τον γεωγραφικό νομό του σχολείου, όπου δίδασκαν ή διέμεναν.

Προκειμένου να προσανατολιστεί η δράση αυτή στις αρχές της διεπιστημονικότητας, δόθηκε ως επιμέρους στόχος στους εκπαιδευτικούς να εμπλέξουν το σύγχρονο αντικείμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (NET), που είναι ένα εκ φύσεως διεπιστημονικό αντικείμενο και άπτεται της καθημερινότητας των μαθητών.

Αναλυτικότερα, η δράση περιλάμβανε: α) εισαγωγική συνάντηση και ένα αρχικό στάδιο θεωρητικής επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στην Εκπαίδευση STEM και στο αντικείμενο της NET, β) στάδιο σχεδιασμού και υλοποίησης STEM διδακτικού υλικού δηλαδή STEM διδακτικές ενότητες και STEM τεχνουργήματα, γ) στάδιο σχεδιασμού και ανάπτυξης αντίστοιχων STEM σχεδίων διδασκαλίας, δ) στάδιο διαμοιρασμού και επίδειξης των τελικών STEM τεχνουργημάτων και ε) στάδιο εφαρμογής του διδακτικού υλικού στην τάξη.

## Αποτελέσματα

Οι ομάδες εκπαιδευτικών σχεδίασαν και υλοποίησαν τις παρακάτω STEM διδακτικές ενότητες:

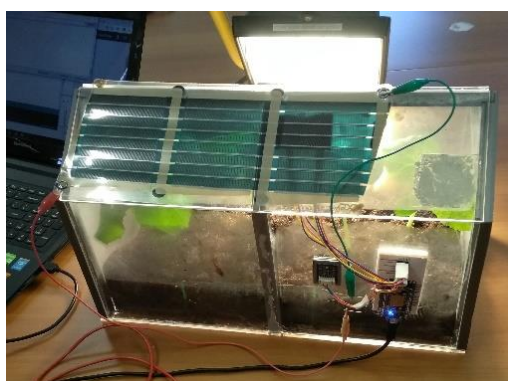
α) μια διδακτική ενότητα για «έξυπνα θερμοκήπια», όπου γίνεται χρήση νέας γενιάς οργανικών φωτοβολταϊκών καθώς και φωτοευαίσθητης ηλιακής κυψελίδας για την παραγωγή τάσης, ενώ παράλληλα γίνεται λήψη δεδομένων από αισθητήρες μέτρησης έντασης φωτός, θερμοκρασίας, υγρασίας, πίεσης μέσα και έξω από το θερμοκήπιο και επικοινωνία δεδομένων μέσω διαδικτύου

β) ένα μοντέλο στοχοθετημένης χορήγησης φαρμάκων (drug delivery) μέσω μιας ρομποτικής αναπαράστασης ενός νανορομπότ και μιας τρισδιάστατης δομής DNA origami, που χρησιμοποιείται στην έρευνα για τη μεταφορά φαρμακευτικών ουσιών σε συγκεκριμένες περιοχές όπου υπάρχουν καρκινικά κύτταρα

γ) μία ενότητα για ένα ενεργειακά αυτόνομο/ημιαυτόνομο αεροπλάνο, που χρησιμοποιείται για πυρασφάλεια μέσω της συλλογής και αποθήκευσης μετρήσεων για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα της περιοχής. Το αεροπλάνο παίρνει μέρος της ενέργειάς του μέσω εύκαμπτων οργανικών φωτοβολταϊκών και φωτοευαίσθητης ηλιακής κυψελίδας.

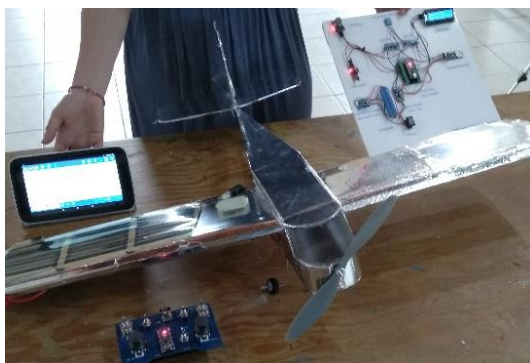
δ) ένα μοντέλο μιας μνήμης flash, όπου γίνεται αποθήκευση πληροφορίας σε δυαδική μορφή κάνοντας χρήση της μαγνητικής ιδιοπεριστροφής (spin) των ηλεκτρονίων, σύμφωνα με εφαρμογές της σπινηλεκτρονικής. Συγκεκριμένα, γίνεται αναπαράσταση μιας λέξης σε αντίστοιχη μορφή στην κωδικοποίηση ASCII μέσω: α) μιας εφαρμογής για smartphone και β) μιας αναπαράστασης από μια οκτάδα λαμπάκια LED και μικροελεγκτή arduino. Παράλληλα, μια ρομποτική συσκευή «μεταφράζει» μια αναπαράσταση του spin των ηλεκτρονίων από μπαλάκια σε δυαδική μορφή.

Τα τεχνουργήματα που σχετίζονται με τις παραπάνω ενότητες φαίνονται αντίστοιχα στις Εικόνες 1, 2, 3, 4.

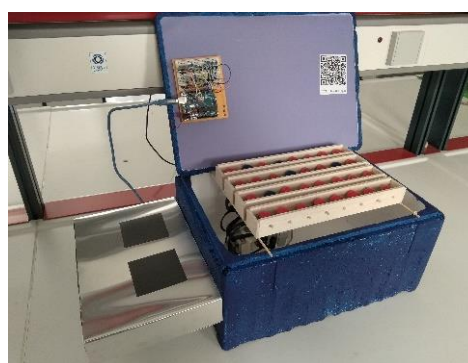


Εικόνα 1 Το «έξυπνο» θερμοκήπιο) Εικόνα 2 Η αναπαράσταση στοχοθετημένης χορήγησης φαρμάκων

Οι εκπαιδευτικοί, μέσα από τη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης διδακτικού υλικού ενεπλάκησαν με γνώσεις και δεξιότητες και από τα τέσσερα STEM πεδία, ενώ ήρθαν αντιμέτωποι με πολλές έννοιες και δεξιότητες διεπιστημονικού χαρακτήρα μεταξύ δύο ή και παραπάνω πεδίων.



Εικόνα 3 Το ενεργειακά αυτόνομο αεροπλάνο



Εικόνα 4 Το μοντέλο μνήμης flash

## Συμπεράσματα

Η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων καθώς και η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και ερευνητικών φορέων έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών για διεπιστημονική διδασκαλία καθώς και στη διαμόρφωση STEM διδακτικού υλικού. Παράλληλα, δόθηκε η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς μέσα από το σύγχρονο και διεπιστημονικό αντικείμενο της NET αφενός να αναγνωρίσουν γνώσεις και δεξιότητες που σχετίζονται με το επιστημονικό τους πεδίο και αφετέρου να αναλύσουν έννοιες και δεξιότητες διεπιστημονικής φύσεως, που σχετίζονται με παραπάνω από ένα επιστημονικά πεδία. Συνεπώς, το αντικείμενο της NET αποτέλεσε εύφορο έδαφος για πραγματοποίηση STEM διδακτικών προσεγγίσεων.

## Βιβλιογραφία

- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63-74. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
- Kähkönen, A. L., Laherto, A., Lindell, A., & Tala, S. (2016). Interdisciplinary Nature of Nanoscience: Implications for Education. In Winkelmann, K., Bhushan, B. (eds) *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 35-81). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_2)
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103 (4). 799-822. <https://doi.org/10.1002/sc.21522>

## Εκπαιδευτικές Εφαρμογές με την Επιστημολογία STEM: το «Έξυπνο» Θερμοκήπιο

**Νικόλαος Σιδηρόπουλος<sup>1</sup>, Βαγγέλης Άλτας<sup>2</sup>, Παναγιώτης Βεργεράκης<sup>3</sup>, Αριστείδης Γιακουμάκης<sup>4</sup>, Νατάσα Νικολακάκη<sup>5</sup>, Δημήτριος Σισμανίδης<sup>6,7</sup>**

*<sup>1</sup>Γυμνάσιο Επισκοπής Ρεθύμνου, <sup>2</sup>3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ρεθύμνου, <sup>3</sup>1<sup>ο</sup> Επαγγελματικό Λύκειο Ρεθύμνου, <sup>4</sup>2<sup>ο</sup> Επαγγελματικό Λύκειο Ρεθύμνου, <sup>5</sup>Γυμνάσιο Επισκοπής Ρεθύμνου, <sup>6</sup>11<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ηρακλείου, <sup>7</sup>Γυμνάσιο Προφήτη Ηλία*

### Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια παραγόμενη STEM διδακτική ενότητα, όπως σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από ομάδα εν ενεργεία εκπαιδευτικών σε συνεργασία με ακαδημαϊκό ίδρυμα. Οι εκπαιδευτικοί παρήγαγαν STEM τεχνούργημα με θέμα ένα «έξυπνο» θερμοκήπιο καθώς και STEM φύλλα εργασίας. Επιπλέον, η παραχθείσα ενότητα εφαρμόστηκε σε σχολική τάξη στα πλαίσια ενός περιβαλλοντικού προγράμματος Erasmus+ για την Κλιματική Αλλαγή.

**Λέξεις κλειδιά:** STEM Εκπαίδευση, STEM τεχνουργήματα, Νανοτεχνολογία

## Educational Applications using the STEM Epistemology: The “Smart” Greenhouse

**Nikolaos Sidiropoulos<sup>1</sup>, Vangelis Altas<sup>2</sup>, Panagiotis Vergerakis<sup>3</sup>, Aristidis Giakoumakis<sup>4</sup>, Natasha Nikolakaki<sup>5</sup>, Dimitrios Sismanidis<sup>6,7</sup>**

*<sup>1</sup>Gymnasium of Episkopi Rethymnon, <sup>2</sup>3<sup>o</sup> Gymnasium of Rethymnon, <sup>3</sup>1<sup>o</sup> Vocational Lyceum of Rethymnon, <sup>4</sup>2<sup>o</sup> Vocational Lyceum of Rethymnon, <sup>5</sup>Gymnasium of Episkopi Rethymnon, <sup>6</sup>11<sup>o</sup> Gymnasium of Heraklion, <sup>7</sup>Gymnasium of Profitis Ilias*

### Abstract

The present project introduces a STEM teaching module, as it was designed and developed from a group of in-service teachers in cooperation with an academic institute. The teachers developed a STEM artefact in the spirit of “smart” greenhouses, as well as STEM lesson plans. Furthermore, the developed module was implemented for teaching school students in terms of an environmental Erasmus+ project for Climate Change.

**Keywords:** STEM Education, STEM artefacts, Nanotechnology

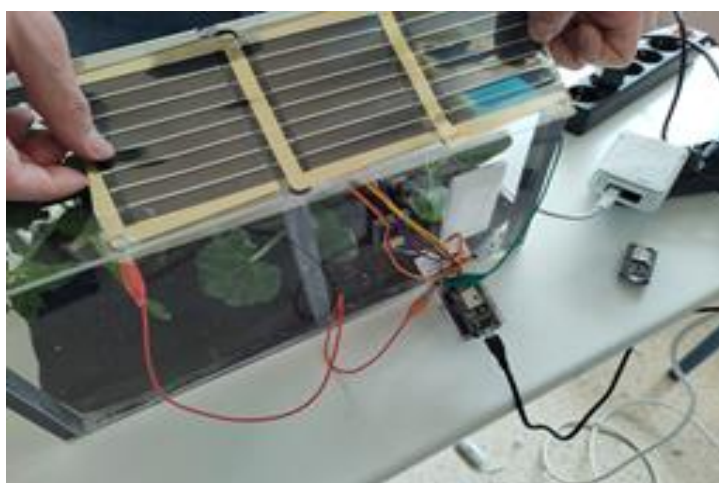


## Εισαγωγή

Η εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) έχει ως επίκεντρό της την Επίλυση Προβλημάτων (Martín-Páez et al., 2019) με τρόπο διαθεματικό και διεπιστημονικό. Είναι μια διδακτική προσέγγιση, που ενσωματώνει το περιεχόμενο και τις δεξιότητες των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών και έχει στον πυρήνα της το εργαστηριακό πείραμα και τη βιωματική μάθηση. Παράλληλα, η χρήση θεμάτων όπως η Νανοτεχνολογία και η Κλιματική Αλλαγή στη σχολική εκπαίδευση, ως εκ φύσεως διεπιστημονικά θέματα σε συνδυασμό με την ομαδοσυνεργατική μέθοδο διδασκαλίας, όπου οι μαθητές ανταλλάσσουν γνώσεις και εμπειρίες με συμμαθητές και ειδικούς, μπορούν να συνεισφέρουν εποικοδομητικά στον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών.

## Μεθοδολογία

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια εκπαιδευτικής δράσης, το οποίο ήταν μια συνεργασία εκπαιδευτικών με ακαδημαϊκό ίδρυμα για την παραγωγή STEM ενοτήτων (τεχνουργήματος και φύλλων εργασίας). Επιδίωξη της συνεργασίας ήταν η εξοικείωση και η εμπάθυνση των εκπαιδευτικών σε μεθόδους μοντελοποίησης και προσομοίωσης, που συνδυάζουν τη STEM επιστημολογία και Νανοτεχνολογία. Βασικός προσανατολισμός ήταν η επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων πραγματικών καταστάσεων καθώς και η παραγωγή τεχνουργήματος και φύλλων εργασίας αξιοποιώντας εργαλεία από διάφορα επιστημονικά πεδία. Στη δράση συμμετείχαν εκπαιδευτικοί όλων των κλάδων STEM.



Εικόνα 1 Το «έξυπνο» θερμοκήπιο

Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί συνεργάστηκαν σε μία εξ αποστάσεως πλατφόρμα για την κατασκευή ενός «έξυπνου» θερμοκηπίου μικρών διαστάσεων, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, αλλά και την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού που αφορά τη διδασκαλία του γνωστικού αντικείμενου. Η ανάπτυξη βέλτιστων πρακτικών, η συγγραφή κώδικα για εκπαιδευτικούς σκοπούς, η εξοικείωση σε θέματα

εκπαιδευτικής ρομποτικής, φυσικών υπολογισμών και Νανοτεχνολογίας ήταν από τους βασικούς στόχους της δράσης.

## Αποτελέσματα

Η συνεργασία και η ανταλλαγή απόψεων των εκπαιδευτικών ήταν συνεχής και καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος, ενώ η παραγωγή των αποτελεσμάτων έγινε στο πνεύμα της διασύνδεσης των πεδίων STEM. Αποφασίστηκε και κατασκευάστηκε ένα «έξυπνο» θερμοκήπιο, στο οποίο γίνεται χρήση τεχνολογιών, όπως οργανικά φωτοβολταϊκά (τρίτης γενιάς) και φωτοευαίσθητες ηλιακές κυψελίδες (DSSC), δείγματα θερμοχρωμικών τζαμιών, υδρόφοβες επιφάνειες και σύστημα αισθητήρων μέτρησης με Arduino. Για τις ανάγκες της δράσης διατέθηκαν υλικά από το εργαστήριο του κ. Κυμάκη στο ΕΛΜΕΠΑ και των κ. Μπίνα-Κυριακίδη στο ΙΤΕ.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της δράσης τόσο για το θερμοκήπιο όσο και για τα φύλλα εργασίας χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση ενός περιβαλλοντικού προγράμματος Erasmus+ που είχε ως αρχικό στόχο την ευαισθητοποίηση των μαθητών στα περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα. Ειδικότερα επιλέχθηκαν οι έννοιες: Ενεργειακό αποτύπωμα, το Φαινόμενο Θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής. Για τη υλοποίηση των διδακτικών στόχων οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να επεξεργαστούν τα πειραματικά δεδομένα θερμοκρασίας, πίεσης υγρασίας αλλά και φωτεινότητας. Στο εσωτερικό του θερμοκηπίου τοποθετήθηκαν φυτά, η ανάπτυξη των οποίων μελετήθηκε από τους μαθητές.

## Συμπεράσματα

Με τη συνεργασία των εκπαιδευτικών στη δράση επετεύχθη η εμβάθυνση και εξοικείωση σε μεθόδους που συνδυάζουν τη STEM επιστημολογία και Νανοτεχνολογία αξιοποιώντας εργαλεία από διάφορα επιστημονικά πεδία. Αποτέλεσε μία ολοκληρωμένη εκπαιδευτική εμπειρία και προετοιμασία για την ανάπτυξη βέλτιστων πρακτικών σύμφωνα με τις αρχές της ομαδοσυνεργατικής μεθόδου και της διεπιστημονικότητας, όπως προτείνονται στην έρευνα για την Εκπαίδευση STEM.

Παράλληλα, η εφαρμογή του τεχνουργήματος στην τάξη αποτέλεσε βασικό κίνητρο στους μαθητές για την ανακάλυψη των επιστημονικών εννοιών, των οποίων τη χρησιμότητα και την αξία δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν καθώς μοιάζουν αφηρημένες.

## Βιβλιογραφία

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021  
13:30 – 15:30

**Συμπόσιο**

## Απόψεις και Πρακτικές εκπαιδευτικών για τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση

**Πέτρος Καριώτογλου<sup>1</sup>, Αναστάσιος Ζουπίδης<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

### Σύνοψη

Τα σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών υιοθετούν τη διερεύνηση ως βασικό συστατικό των προτάσεών τους, δηλ. ως κυρίαρχη πρόταση διδασκαλίας και μάθησης, ενώ ταυτόχρονα δίνουν έμφαση στη μη τυπική εκδοχή της εκπαίδευσης, αλλά και στη μικτή εκπαίδευση (μίγμα τυπικής και μη εκπαίδευσης). Οι συγγραφείς παρουσιάζουν αποσπάσματα από την έρευνα που διεξάγεται στο πλαίσιο του προγράμματος Επαγγελματικής Ανάπτυξης (ΕΑ) εκπαιδευτικών με τίτλο «Διερεύνηση και συσχέτιση απόψεων και πρακτικών εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες σε τυπικά και μη μαθησιακά περιβάλλοντα», το οποίο έχει στόχο τον εμπλουτισμό των απόψεων και πρακτικών των συμμετεχόντων με τις τρέχουσες τάσεις διδακτικής ΦΕ με επίκεντρο την υιοθέτηση της διερευνητικής προσέγγισης, καθώς και την παραγωγή διδακτικών υλικών και μεθόδων που αναμένεται να βοηθήσουν στην υιοθέτηση τέτοιων πρακτικών.

Συγκεκριμένα, στην πρώτη εργασία διερευνώνται οι πεποιθήσεις μελλοντικών Νηπιαγωγών, με βάση τις οποίες επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία τους διερευνητικές διδακτικές μεθόδους, ως αποτέλεσμα ενός εξαμηνιαίου μαθήματος βασισμένου στη διερεύνηση. Η πρόθεσή τους να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο στη διδασκαλία τους διερευνήθηκε στο πλαίσιο της θεωρίας της προγραμματισμένης συμπεριφοράς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συμμετοχή των μελλοντικών Νηπιαγωγών στο μάθημα διαμόρφωσε διαφοροποιημένες προθέσεις.

Στην δεύτερη εργασία μελετώνται οι πρακτικές λεκτικής αλληλεπίδρασης (ΛΑ), ως περίπτωση διερευνητικής μάθησης, τεσσάρων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όπως αυτές διαμορφώθηκαν κατά τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα ΕΑ, καθώς και έναν χρόνο μετά από αυτό. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ο δασκαλοκεντρικός χαρακτήρας της ΛΑ που εμφανίστηκε στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας, υποχώρησε σημαντικά μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, ενώ η καινοτομική ΛΑ διατηρήθηκε για τον ένα από τους δύο εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Τέλος, στην τρίτη εργασία μελετώνται οι απόψεις και πρακτικές τεσσάρων διευκολυντών στο ΝΟΗΣΙΣ. Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων είναι ένας οδηγός συνέντευξης και ένα πρωτόκολλο παρατήρησης για τη μελέτη των απόψεων και των πρακτικών αντίστοιχα. Στην εργασία περιγράφονται με λεπτομέρεια η ανάπτυξη και το περιεχόμενο των δυο εργαλείων, καθώς και τα αποτελέσματα από την ανάλυση των συνεντεύξεων.

## Teachers' Views and Practices about inquiry teaching and learning in science education

**Petros Kariotoglou<sup>1</sup>, Anastasios Zoupidis<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>Democritus University of Thrace*

### Synopsis

Current science curricula adopt inquiry as a basic component in their proposals, namely, as a prominent teaching-learning proposal. At the same time, they place emphasis both on the non-formal aspect of education and on mixed education (a mixture of formal and non-formal education). The authors present part of a research that takes place in the frame of a Professional Development (PD) project, entitled "Investigation and correlation of science teachers' views and practices on inquiry in formal and non-formal learning environments". The aim of the project is to improve views and practices of the participants according to the current trends of science education and especially focusing inquiry teaching and learning approach. The ultimate aim of the project is to develop teaching materials and methods that would help the participants in adopting those practices.

Specifically, in the first case, student teachers' views according to which they intend to use inquiry teaching methods, that they have been explicitly taught, are examined. Their intention to use those teaching methods has been examined in the frame of the "Theory of planned behavior". The results have shown that student teachers' participation in the course has developed differentiated intentions.

In the second study, four primary and secondary in-service teachers' verbal interaction practices who have attended a PD program about the adoption of inquiry teaching approaches are examined, both during and one year after the project as well. The results have shown a significant shift from teacher-centered to student-centered type of the teachers' verbal interaction practices during the project; a shift being retained one year after the project for one of the two secondary in-service teachers.

Finally, in the third study, the views and practices of four museum educators at NOESIS are examined. The research tools are an interview and an observation protocol to study their views and practices respectively. In this study, the development of the two research tools, together with the findings from the interviews and the observation of the museum educators' practices are presented.

### Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 1828)

## Η επίδραση των πεποιθήσεων μελλοντικών Νηπιαγωγών στην πρόθεσή τους να ενσωματώσουν διερευνητικές διδακτικές μεθόδους στη διδασκαλία τους

**Αναστάσιος Ζουπίδης<sup>1</sup>, Βασίλης Τσελφές<sup>2</sup>, Πέτρος Καριώτογλου<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, <sup>2</sup>Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>3</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνούμε τις πεποιθήσεις μελλοντικών Νηπιαγωγών (N=81), με βάση τις οποίες επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία τους διερευνητικές διδακτικές μεθόδους, ως αποτέλεσμα ενός εξαμηνιαίου μαθήματος βασισμένου στη διερεύνηση. Η κατανόηση της μεθόδου αξιολογήθηκε με ερωτηματολόγιο ανοιχτού και κλειστού τύπου. Η πρόθεσή τους να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο στη διδασκαλία τους διερευνήθηκε στο πλαίσιο της Θεωρίας της προγραμματισμένης συμπεριφοράς, με ερωτηματολόγιο 36 έργων τύπου Likert. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόθεση εμπλοκής τους με διερευνητικές διδακτικές μεθόδους στα μελλοντικά μαθήματα στο σχολείο ήταν υψηλή, ενώ η συμμετοχή στο μάθημα διαμόρφωσε διαφοροποιημένες προθέσεις.

**Λέξεις κλειδιά:** Στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, Θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς

## The influence of preservice early childhood teachers' beliefs on their intention to use inquiry-based learning methods

**Anastasios Zoupidis<sup>1</sup>, Vassilis Tselfes<sup>2</sup>, Petros Kariotoglou<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Democritus University of Thrace, <sup>2</sup>National and Kapodistrian University of Athens, <sup>3</sup>University of Western Macedonia

### Abstract

In this study we investigated pre-service early childhood student teachers' beliefs (N=81) that might influence their intention to use inquiry-based learning methods, due to an inquiry-based science course. Understanding of the inquiry-based method was assessed with an open- and close-ended questionnaire. Their intention to use the method in their teaching was investigated in the context of the Theory of planned behavior with a 36-task Likert-type questionnaire. The results revealed high intention, although differentiated, to use inquiry-based learning methods, due to the participation of student teachers in the course.

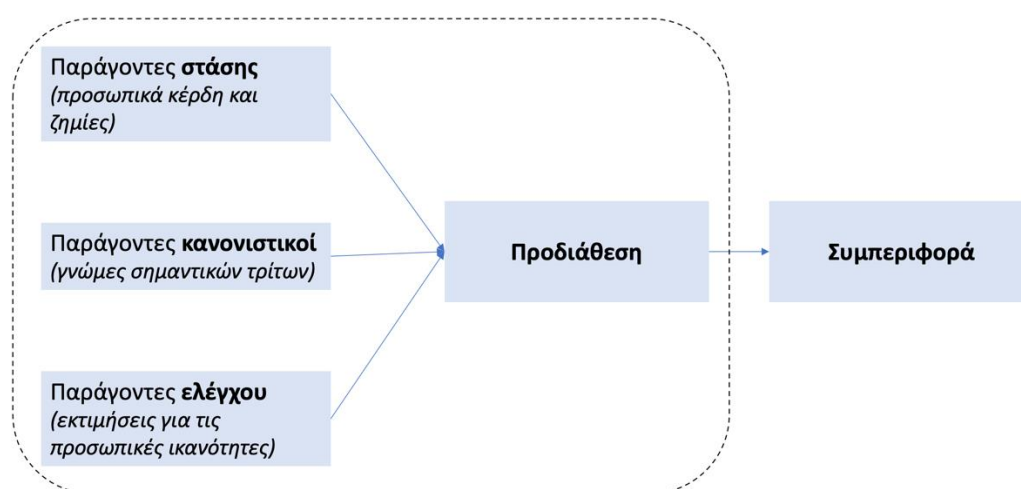
**Keywords:** Control of variables strategy, Theory of planned behavior

## Εισαγωγή

Τα σύγχρονα αναλυτικά προγράμματα Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης προτρέπουν την υιοθέτηση διερευνητικών περιβαλλόντων διδασκαλίας και μάθησης, στα οποία η επιστημονική μέθοδος / πρακτικές να αποτελούν και μαθησιακό στόχο εκτός από μέσο για μάθηση (NGSS 2013· NRC, 2000). Ειδικότερα, στην Προσχολική και Πρωτοσχολική ηλικία, οι πρακτικές αυτές αποτελούν βασικό σύνολο ικανοτήτων για τη λειτουργία του παιδιού στον κοινωνικό περίγυρο, οι οποίες θα στηρίξουν αργότερα την εννοιολογική κατανόηση των Φυσικών Επιστημών (Eshach, 2006).

Βασικά στοιχεία της επιστημονικής πρακτικής είναι η παρατήρηση, η μέτρηση, η ταξινόμηση, η εξαγωγή συμπερασμάτων κλπ. (Unesco, 1985), ενώ ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία της είναι η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ), δηλαδή η μέθοδος για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση έγκυρων πειραμάτων με στόχο την διερεύνηση της επίδρασης κάποιας μεταβλητής σε ένα φαινόμενο (Chen & Klahr, 1999). Στο πλαίσιο μιας δραστηριότητας που υλοποιείται με βάση τη μέθοδο ΣΕΜ, μπορούμε να ισχυριστούμε για παράδειγμα ότι «ένας συμμαθητής σου λέει ότι όσο πιο λείο είναι ένα δάπεδο τόσο πιο δύσκολα θα σταματήσει ένα κιβώτιο που ο συμμαθητής σου έσπρωξε πάνω σε αυτό» και να ρωτήσουμε «πώς μπορούμε να δούμε εάν έχει δίκιο ή όχι;». Με τέτοιου είδους ερωτήματα μπορούμε να συζητήσουμε και να συμφωνήσουμε με τα παιδιά ότι για να είναι ένα πείραμα ασφαλές ώστε να βγάλουμε συμπέρασμα, θα πρέπει α) να περιλαμβάνει δύο τουλάχιστον δοκιμές, β) η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει να μεταβάλλεται και γ) όλες οι υπόλοιπες να παραμένουν σταθερές (Boudreaux et al., 2008· Schwichow et al., 2016).

Η συνειδητή και ταυτόχρονα αποτελεσματική χρήση τέτοιων περιβαλλόντων από εκπαιδευτικούς της Προσχολικής και γενικότερα της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναμένεται να ενισχυθεί, εάν κατά τη διάρκεια της φοίτησής τους στα Παιδαγωγικά Τμήματα, η εκπαίδευσή τους σε θέματα διδασκαλίας ΦΕ πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο καινοτόμων διερευνητικών περιβαλλόντων (Han et al. 2017· Linn & Jacobs, 2015).



Εικόνα 1 Θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (Ajzen & Fishbein, 2000· Ajzen, 2002)

Η διερεύνηση της πρόθεσης αλλά και ο τρόπος με τον οποίο προτίθενται οι μελλοντικοί Νηπιαγωγοί να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ στις τάξεις τους θεωρείται σημαντική, διότι τα ευρήματα μιας τέτοιας διερεύνησης μπορούν να διαφωτίσουν την επίδραση των προθέσεών τους στις διδακτικές τους πρακτικές (Andersson & Gullberg, 2014· Appleton, 2003).

Σύμφωνα με τη Θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (Εικόνα 1) η πρόθεση/προοπτική εμπλοκής ενός υποκειμένου με συγκεκριμένης μορφής δραστηριότητα, σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο, εξαρτάται από παράγοντες στάσης έναντι της εμπλοκής (συνεκτίμηση προσωπικών κερδών και ζημιών), κανονιστικούς παράγοντες (που υποβάλλονται από τις γνώμες σημαντικών τρίτων, για παράδειγμα συνάδελφοι, γονείς, κ.ά.) και παράγοντες ελέγχου της εμπλοκής (εκτιμήσεις για τις προσωπικές ικανότητες που αποτελούν προϋπόθεση μιας αποτελεσματικής εμπλοκής).

Με βάση τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα εστιάζει στην καταγραφή των απόψεων των μελλοντικών Νηπιαγωγών σχετικά με τη μέθοδο ΣΕΜ, στην διερεύνηση των προθέσεών τους να την ενσωματώσουν στις διδακτικές τους πρακτικές, καθώς και των παραγόντων που επηρεάζουν αυτήν την πρόθεση, ως αποτέλεσμα της συμμετοχής τους σε ένα σχετικό εξαμηνιαίο μάθημα βασισμένο στην διερεύνηση (Zouridis et al., 2021).

## Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε Τμήμα Νηπιαγωγών στη Βόρεια Ελλάδα, στο πλαίσιο ενός εξαμηνιαίου μαθήματος βασισμένου στη διερεύνηση. Οι φοιτήτριες και φοιτητές (N=81) παρακολούθησαν εξαμηνιαίο, εργαστηριακό μάθημα ΦΕ. Σχεδίασαν και υλοποίησαν πειράματα για φαινόμενα που συζητούνται συχνά με παιδιά προσχολικής ηλικίας, π.χ. πλεύση, βύθιση και μαγνήτες. Ταυτόχρονα με τον πειραματισμό έγινε ρητή εισαγωγή στον συλλογισμό που συνοδεύει τη μέθοδο ΣΕΜ (Ζουπίδης κ.ά., 2018· Lorch et al., 2010).

Η πρόθεση των φοιτητών να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ στη διδασκαλία τους, την πρώτη σχολική χρονιά που θα διδάξουν, διερευνήθηκε στο πλαίσιο της Θεωρίας της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (Ajzen, 2002· Ajzen & Fishbein, 2000). Στην περίπτωση μας εκτός από τους τρεις παράγοντες που περιλαμβάνει η Θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (δηλαδή τους παράγοντες στάσης έναντι της εμπλοκής, τους κανονιστικούς παράγοντες και τους παράγοντες ελέγχου της εμπλοκής) συμπεριλήφθηκε ένας ακόμη παράγοντας, ο οποίος αναφέρεται στα παιδιά και δομείται από τις απόψεις των μελλοντικών Νηπιαγωγών, τις σχετικές με τα μαθησιακά κέρδη που τα παιδιά θα αποκομίσουν από τις διδασκαλίες.

Υιοθετώντας το πλαίσιο της Θεωρίας της προγραμματισμένης συμπεριφοράς εστίασαμε στα παρακάτω τρία ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποια είναι η κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ ως αποτέλεσμα του εξαμηνιαίου μαθήματος;
2. Ποια είναι η πρόθεση μελλοντικών Νηπιαγωγών να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ, όταν σχεδιάζουν και εφαρμόζουν διδακτικά σενάρια για θέματα ΦΕ την πρώτη σχολική χρονιά που θα διδάξουν;
3. Πώς επηρεάζεται η πρόθεσή τους αυτή από παράγοντες στάσης έναντι της εμπλοκής (προσωπικά κέρδη και ζημιές), κανονιστικούς παράγοντες (γνώμες



σημαντικών τρίτων), παράγοντες ελέγχου της εμπλοκής (εκτιμήσεις για τις προσωπικές ικανότητες), καθώς και από την πεποίθησή τους για τα πιθανά κέρδη ή ζημιές που θα έχουν οι μελλοντικοί μαθητές τους από την εφαρμογή της μεθόδου αυτής;

Η κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ αξιολογήθηκε με ερωτηματολόγιο ανοιχτού και κλειστού τύπου (Ζουπίδης κ.ά., 2018). Η πρόθεσή τους να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ στη διδασκαλία τους διερευνήθηκε στο πλαίσιο της Θεωρίας της προγραμματισμένης συμπεριφοράς με κλειστό ερωτηματολόγιο τύπου Likert. Τα δύο αυτά ερωτηματολόγια, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αναλύθηκαν οι απαντήσεις σε αυτά, περιγράφονται αναλυτικότερα αμέσως παρακάτω.

Συγκεκριμένα, η κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ αξιολογήθηκε, στην αρχή και στο τέλος του εξαμήνου, με ερωτηματολόγιο οκτώ ερωτημάτων, από τα οποία τα τέσσερα ήταν ανοιχτού τύπου, ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα κλειστού τύπου, και περιγράφονται αναλυτικά στο Ζουπίδης κ.ά. (2018). Τα ερωτήματα είχαν στόχο να φέρουν τους φοιτητές αντιμέτωπους με προβλήματα/ερωτήματα, των οποίων η απάντηση χρειάζεται διαχείριση περισσότερων από μία μεταβλητών.

Επιπλέον, τα ερωτήματα ανοιχτού και κλειστού τύπου, παρόλο που θέτουν τα ίδια προβλήματα, έχουν μια ουσιώδη διαφορά. Ένα ερώτημα ανοιχτού τύπου δεν προσφέρει έτοιμη μια σαφή υπόθεση ελέγχου που θα το απαντήσει. Με άλλα λόγια, δεν προσφέρει εκ των προτέρων συγκεκριμένες μεταβλητές που ενδέχεται να επηρεάζουν το φαινόμενο· αναφέρεται μόνον έμμεσα, και συγκεκριμένα μέσω των υλικών που υπάρχουν διαθέσιμα για να απαντηθεί το ερώτημα, σε εν δυνάμει μεταβλητές που καλείται να κατασκευάσει και να οργανώσει αυτός που θα επιχειρήσει να το απαντήσει. Αντίθετα, τα ερωτήματα κλειστού τύπου, ενώ θέτουν τα ίδια ερωτήματα, προσέφεραν εκ των προτέρων έτοιμες τις μεταβλητές, μέσω της κλειστής μορφής τους και των προκατασκευασμένων επιλογών.

Με αυτήν την έννοια, ανάλογα με τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο ΣΕΜ μπορούν να προκύψουν τρεις κατηγορίες φοιτητών, ως εξής:

1. οι φοιτητές που δεν απαντούν με επάρκεια σε κανένα είδος ερωτημάτων (ούτε ανοιχτού ούτε κλειστού τύπου), και οι οποίοι επομένως δεν πέτυχαν να κατανοήσουν κανένα από τα βήματα της μεθόδου ΣΕΜ (κατηγορία 1),
2. οι φοιτητές που απαντούν με επάρκεια μόνο στα ερωτήματα κλειστού τύπου, οι οποίοι έχουν πετύχει να κατανοήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ, ως έναν απλό κανόνα διαχείρισης συγκεκριμένων μεταβλητών που έχουν ορισθεί από άλλον (κανόνας: μεταβάλλεται μία μόνο μεταβλητή και οι άλλες μένουν σταθερές) (κατηγορία 2),
3. οι φοιτητές που απαντούν με επάρκεια στα ερωτήματα ανοιχτού τύπου, καταρχήν αναμένεται ότι θα έχουν απαντήσει επαρκώς και στα ερωτήματα κλειστού τύπου, και επιπλέον, θα έχουν πετύχει να κατασκευάσουν τις προς έλεγχο μεταβλητές από τα διαθέσιμα υλικά στην εκφώνηση του προβλήματος, δηλαδή θα έχουν πετύχει να κατασκευάσουν την προς έλεγχο σύνθετη υπόθεση (κατηγορία 3).

Τέλος, η ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο ΣΕΜ με τη μέθοδο της ανάλυσης παραγόντων θα πρέπει να δημιουργεί τρεις ανεξάρτητους άξονες σκέψης, έναν ανά κατηγορία φοιτητών, και να διαχωρίζει τους φοιτητές σε τρεις ομάδες, επίσης αντίστοιχες των κατηγοριών.

Εξάλλου, η πρόθεση των φοιτητών να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ στις διδακτικές τους πρακτικές αξιολογήθηκε με τον τρόπο που προβλέπεται από την Θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς· δηλαδή, αρχικά σε ένα μικρό αριθμό συμμετεχόντων (N=17), με ερωτηματολόγιο Ajzen & Fishbein (A & F) με οκτώ ερωτήματα ανοιχτού τύπου, το οποίο περιγράφεται αναλυτικά στο Ζουριδής et al. (2021), και στην συνέχεια σε ένα μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων (N=81), με ένα ερωτηματολόγιο A & F με 36 ερωτήματα/προτάσεις κλειστού τύπου (5-βάθμια Likert). Το ερωτηματολόγιο A & F κλειστού τύπου προέκυψε από την ανάλυση των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου που χρησιμοποιήθηκε στην αρχική φάση της έρευνας. Τα 36 ερωτήματα κλειστού τύπου κατανέμονταν ως εξής:

1. Επτά ερωτήματα/προτάσεις αφορούσαν τους μαθητές και τα μαθησιακά κέρδη που κατά την άποψη των μελλοντικών Νηπιαγωγών θα αποκομίσουν οι μαθητές από μια διδασκαλία που θα περιλαμβάνει τη μέθοδο ΣΕΜ στις διδακτικές πρακτικές τους. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο ερώτημα/πρόταση ήταν «Οι μαθητές μου θα κατανοούσαν τη μέθοδο και τη διαδικασία των πειραμάτων».
2. Οκτώ ερωτήματα/προτάσεις αφορούσαν παράγοντες στάσης των μελλοντικών Νηπιαγωγών, δηλαδή προσωπικά κέρδη και ζημίες (Εικόνα 1). Για παράδειγμα, ένα τέτοιο ερώτημα/πρόταση ήταν «Εγώ θα απολάμβανα ένα ευχάριστο και αποδοτικό κλίμα στην τάξη».
3. Εννέα ερωτήματα/προτάσεις αφορούσαν κανονιστικούς παράγοντες, δηλαδή γνώμες σημαντικών τρίτων για τους μελλοντικούς Νηπιαγωγούς (Εικόνα 1). Για παράδειγμα, ένα τέτοιο ερώτημα/πρόταση ήταν «Οι συνάδελφοι θα με επιτιμούσαν/αποδοκίμαζαν, επειδή η μέθοδος είναι δύσκολη».
4. Έντεκα ερωτήματα/προτάσεις αφορούσαν παράγοντες ελέγχου, δηλαδή εκτιμήσεις των μελλοντικών Νηπιαγωγών για τις προσωπικές τους ικανότητες (Εικόνα 1). Για παράδειγμα, ένα τέτοιο ερώτημα/πρόταση ήταν «Η εφαρμογή της μεθόδου θα πετύχαινε, επειδή διαθέτω υπομονή και επιμονή, μέχρι τα παιδιά να καταλάβουν».

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις οι μελλοντικοί Νηπιαγωγοί επέλεξαν, σε μια 5-βάθμια κλίμακα Likert, μεταξύ των επιλογών «Συμφωνώ απόλυτα» έως «Διαφωνώ απόλυτα». Τέλος, το ερωτηματολόγιο ολοκληρωνόταν με το εξής ερώτημα/πρόταση: «Πόσο πιθανό θεωρείτε: την πρώτη χρονιά που θα βρεθείτε να διδάσκετε στο σχολείο να εφαρμόζατε στα μαθήματά σας τη διδακτική προσέγγιση της διερεύνησης, όπως για παράδειγμα σας προτάθηκε στην περίπτωση της διαχείρισης μεταβλητών». Σε αυτήν την περίπτωση οι μελλοντικοί Νηπιαγωγοί επέλεξαν, σε μια 5-βάθμια κλίμακα Likert, μεταξύ των επιλογών «Εξαιρετικά πιθανό» έως «Εξαιρετικά απίθανο».

## Αποτελέσματα

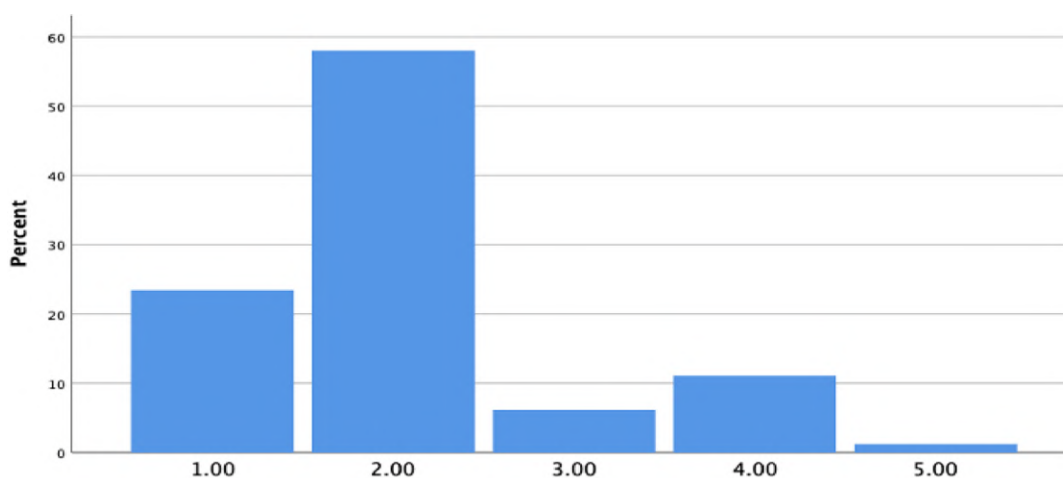
Τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων δείχνουν ότι α) οι φοιτητές κατανοούν με διαφορετικό τρόπο τη μέθοδο ΣΕΜ, β) η πρόθεση εμπλοκής των μελλοντικών Νηπιαγωγών (N=81) με τη μέθοδο ελέγχου μεταβλητών στα μελλοντικά μαθήματα στο σχολείο είναι υψηλή, και γ) υπάρχουν ομάδες παραγόντων που επηρεάζουν ισχυρά την πρόθεση των φοιτητών να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ

την πρώτη σχολική χρονιά που θα διδάξουν, διαμορφώνοντας όπως ήταν αναμενόμενο διαφοροποιημένες προθέσεις (Ajzen, 2002· Ajzen & Fishbein, 2000).

Συγκεκριμένα, η ανάλυση παραγόντων των απαντήσεων των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο ΣΕΜ, ερμηνεύει το 68,3% της μεταβλητότητας και δείχνει emphaticά ότι οι φοιτητές απαντούν με διαφορετικό σκεπτικό στα ερωτήματα ανοιχτού τύπου από ό,τι στα ερωτήματα κλειστού τύπου για τον έλεγχο μεταβλητών (πρώτο ερευνητικό ερώτημα). Οι δυο αυτοί άξονες αντιστοιχούν στις κατηγορίες φοιτητών 2 και 3, όπως παρουσιάστηκαν στην ενότητα Μεθοδολογία. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης, παρόλα αυτά, φαίνεται να απουσιάζει ένας άξονας που να αντιστοιχεί στην περίπτωση των φοιτητών της κατηγορίας 1. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι οι φοιτητές αυτοί είναι πολύ λίγοι ή/και απαντούν χωρίς να ακολουθούν κάποιο συγκεκριμένο (και διαφορετικό από τα άλλα δύο) μοτίβο.

Τέλος, η ανάλυση παραγόντων των απαντήσεων των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο ΣΕΜ, σε συμφωνία με τα παραπάνω αποτελέσματα, διαχωρίζει τους φοιτητές σε τρεις ομάδες, ως εξής:

1. Ομάδα 1: ανεπαρκείς απαντήσεις σε όλα τα είδη ερωτημάτων (κατηγορία 1: 6 φοιτητές),
2. Ομάδα 2: ανεπαρκείς απαντήσεις στα ερωτήματα ανοιχτού τύπου και επαρκείς στα ερωτήματα κλειστού τύπου (κατηγορία 2: 29 φοιτητές),
3. Ομάδα 3: επαρκείς απαντήσεις σε όλα τα είδη ερωτημάτων (κατηγορία 3: 46 φοιτητές).



Εικόνα 2 Η πρόθεση εμπλοκής των μελλοντικών Νηπιαγωγών με την ΣΕΜ την πρώτη χρονιά που θα διδάξουν στο σχολείο

Εξάλλου, η πρόθεση των μελλοντικών Νηπιαγωγών να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ όταν σχεδιάζουν και εφαρμόζουν διδακτικά σενάρια για θέματα ΦΕ την πρώτη σχολική χρονιά που θα διδάξουν (δεύτερο ερευνητικό ερώτημα), όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, είναι υψηλή καθώς η ισχυρή πλειοψηφία των συμμετεχόντων επέλεξαν «Εξαιρετικά πιθανό (1)» ή «Πιθανό (2)» στην αντίστοιχη ερώτηση. Το αποτέλεσμα αυτό επαναλαμβάνεται όταν εστιάζουμε χωριστά στις δύο κύριες κατηγορίες φοιτητών (ομάδες 2 και 3).

Τέλος, ο τρόπος με τον οποίο οι παράγοντες της Θεωρίας της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (Ajzen, 2002· Ajzen & Fishbein, 2000) επηρεάζουν

την πρόθεση εμπλοκής των μελλοντικών Νηπιαγωγών με τη ΣΕΜ (τρίτο ερευνητικό ερώτημα), διερευνήθηκε με ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης, στο σύνολο των φοιτητών. Όπως φάνηκε από την ανάλυση των δεδομένων, η πρόθεση αυτή:

1. στηρίζεται από τη θετική εκτίμηση ελέγχου της εμπλοκής ( $B=.305, p < .001$ ), αλλά
2. συγκρούεται με τις εκτιμήσεις για τη γνώμη τρίτων για την εμπλοκή ( $B=-.556, p < .001$ ), καθώς και με τη στάση, την εκτίμηση δηλαδή του ισοζυγίου προσωπικών κερδών-ζημιών που αναμένονται από την εμπλοκή ( $B=-.205, p < .05$ ).

Το αποτέλεσμα αυτό, σε γενικές γραμμές, επαναλαμβάνεται όταν εστιάζουμε χωριστά στις δύο κύριες κατηγορίες φοιτητών (ομάδες 2 και 3). Η κατηγορία 1 λόγω του μικρού αριθμού φοιτητών, 7,4% του δείγματος, θεωρούμε ότι δεν μπορεί να δώσει κάποια σημαντικά και αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Έχει ενδιαφέρον όμως το γεγονός ότι οι φοιτητές που δηλώνουν ότι δεν προτίθενται να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ στα μελλοντικά τους μαθήματα (επιλογές 4 και 5 στην 5-βάθμια κλίμακα Likert) δεν προέρχονται από αυτή την κατηγορία φοιτητών, οι οποίοι αντίθετα δηλώνουν ως εξαιρετικά έως πολύ πιθανό να την χρησιμοποιήσουν (επιλογές 1 και 2 στην 5-βάθμια κλίμακα Likert).

## Συμπεράσματα

Στόχος της εργασίας ήταν να διερευνήσουμε τις πεποιθήσεις μελλοντικών Νηπιαγωγών, με βάση τις οποίες επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία τους, την πρώτη σχολική χρονιά που θα διδάξουν, τη μέθοδο ελέγχου μεταβλητών, ως αποτέλεσμα ενός εξαμηνιαίου μαθήματος βασισμένου στη διερεύνηση.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ συμβαίνει με δύο διακριτούς τρόπους: α) ως ένας απλός κανόνας διαχείρισης συγκεκριμένων μεταβλητών που έχουν οριστεί από άλλον (κανόνας: μεταβάλλεται μία μεταβλητή και οι άλλες μένουν σταθερές), και β) ως μια πιο σύνθετη διαδικασία ταυτόχρονης διαχείρισης πολλών μεταβλητών για την οικοδόμηση σύνθετων υποθέσεων και τον έλεγχο τους με την χρήση της μεθόδου ΣΕΜ. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με μελέτες, οι οποίες έχουν αναδείξει την σχετική δυσκολία στην κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ (Boudreaux et al., 2008; Schwichow et al., 2016). Με βάση τα παραπάνω ευρήματα, σε ό,τι αφορά την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών στον έλεγχο μεταβλητών, φαίνεται ότι η μέθοδος ΣΕΜ, ως ένας απλός κανόνας, κατακτιέται πριν από την ικανότητα οικοδόμησης μιας σύνθετης υπόθεσης. Επίσης, φαίνεται ότι είναι σημαντικό να δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων που αφορούν τις διαδικασίες οικοδόμησης της σύνθετης υπόθεσης, που λογικά προηγείται, και εκ των υστέρων καταλήγει να ελέγχεται με τη μέθοδο ΣΕΜ. Με άλλα λόγια, προτείνεται να γίνει προσπάθεια μετακίνησης των μελλοντικών εκπαιδευτικών από την κατηγορία 2 (περίπτωση κατανόησης της ΣΕΜ ως απλό κανόνα) στην κατηγορία 3 (περίπτωση κατανόησης της ΣΕΜ ως μια σύνθετη διαδικασία, καταρχήν οικοδόμησης και στη συνέχεια ελέγχου της υπόθεσης).

Επίσης διαπιστώσαμε ότι η πρόθεση εμπλοκής των μελλοντικών Νηπιαγωγών με τη ΣΕΜ στηρίζεται από τη θετική εκτίμηση ελέγχου της εμπλοκής με τη μέθοδο ΣΕΜ, δηλαδή τις θετικές εκτιμήσεις για τις προσωπικές τους ικανότητες να διαχειριστούν

διδασκτικά τη μέθοδο ΣΕΜ. Αντίθετα, η πρόθεση εμπλοκής με τη ΣΕΜ συγκρούεται με τις εκτιμήσεις των μελλοντικών Νηπιαγωγών για τη νόρμα/γνώμη τρίτων για την εμπλοκή αυτή (με υψηλά αρνητικά βάρη), καθώς και με τη στάση τους, δηλαδή την εκτίμηση του ισοζυγίου προσωπικών κερδών-ζημιών που αναμένονται από την εμπλοκή με τη μέθοδο ΣΕΜ (με μικρότερα σε απόλυτη τιμή αλλά πάντα αρνητικά βάρη) (Ajzen, 2002; Ajzen & Fishbein 2000). Η εικόνα αυτή εκτιμούμε ότι μας λέει πώς η κατανόηση του περιεχομένου της μεθόδου ΣΕΜ δημιουργεί προσδοκίες επαρκούς ελέγχου μιας μελλοντικής διδασκαλίας σε μαθητές Νηπιαγωγείου. Μιας διδασκαλίας που όμως αναμένεται να κουράσει προσωπικά τους διδάσκοντες και να τους φέρει αντιμέτωπους με σημαντικές κοινωνικές αντιδράσεις/εμπόδια.

Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων ενισχύουν την αρχική υπόθεση της έρευνας ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της εννοιολογικής κατανόησης της μεθόδου ΣΕΜ και των παραγόντων που επηρεάζουν την πρόθεση των μελλοντικών Νηπιαγωγών να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ στην τάξη (Zoupidis et al., 2021). Επομένως, προκύπτει το εξής ερευνητικό ερώτημα προς διερεύνηση: «τα δύο διαφορετικά επίπεδα κατανόησης της μεθόδου ΣΕΜ δημιουργούν διαφορετικές απόψεις για τη μελλοντική χρήση της μεθόδου» ή αλλιώς, «οι παράγοντες που επηρεάζουν την πρόθεση των μελλοντικών Νηπιαγωγών να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο ΣΕΜ σχετίζονται με τον βαθμό κατανόησης της μεθόδου μετά την εκπαίδευσή τους;». Ευελπιστούμε ότι διερευνώντας περαιτέρω αυτό το ερώτημα θα μπορέσουμε να διαμορφώσουμε και άλλες κατάλληλες πρακτικές για την επιμόρφωση των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε διερευνητικές διδακτικές μεθόδους.

## Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 1828)

## Βιβλιογραφία

- Zoupidis, A., Στράγγας, Α., & Καριώτογλου, Π. (2018). Η επίδραση της ρητής διδασκαλίας της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στην κατανόηση της μεθόδου από φοιτήτριες Νηπιαγωγούς. Στο Μ. Καλογιαννάκης (επιμ.), *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: Προκλήσεις και προοπτικές*, σελ. 197-214, Αθήνα: Gutenberg.
- Unesco, (1985). *Οδηγός του Εκπαιδευτικού*. Εκδόσεις Unesco / Εκπαιδευτικά Θέματα. Αθήνα.
- Ajzen, I. (2002). Perceived Behavioral Control, Self-Efficacy, Locus of Control, and the Theory of Planned Behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(4), 665–683.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (2000). Attitudes and the Attitude–Behavior Relation: Reasoned and Automatic Processes. *European Review of Social Psychology*, 11(1), 1–33. <https://doi.org/10.1080/14792779943000116>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9439-6>

- 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), 1–25. <https://doi.org/10.1023/A:1023666618800>
- Boudreaux, A., Shaffer, P., Heron, P., & McDermott, L. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76, 163–170. <https://doi.org/10.1119/1.2805235>
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120.
- Eshach, H. (2006). *Science Literacy in Primary Schools and Pre-schools*. Springer.
- Han, S., Blank, J., & Berson, I. (2017). To Transform or to Reproduce: Critical Examination of Teacher Inquiry Within Early Childhood Teacher Preparation. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 38(4), 308–325. <https://doi.org/10.1080/10901027.2017.1393643>
- Linn, V., & Jacobs, G. (2015). Inquiry-Based Field Experiences: Transforming Early Childhood Teacher Candidates' Effectiveness. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 36(4), 272–288. <https://doi.org/10.1080/10901027.2015.1100143>
- Lorch, R.F., Lorch, E.P., Calderhead, W.J., Dunlap, E.E., Hodell, E.C., & Freer, B.D. (2010). Learning the Control of Variables Strategy in Higher and Lower Achieving Classrooms: Contributions of Explicit Instruction and Experimentation. *Journal of Educational Psychology*, 102, 90–101. <https://doi.org/10.1037/a0017972>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, by States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Schwichow, M., Christoph, S., Boone, W. J., & Härtig, H. (2016). The impact of sub-skills and item content on students' skills with regard to the control-of-variables strategy. *International Journal of Science Education*, 38(2), 216–237. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1137651>
- Zoupidis, A., Tselfes, V., & Kariotoglou, P. (2021). Pre-service early childhood teachers' beliefs that influence their intention to use inquiry-based learning methods, *International Journal of Early Years Education*, <https://doi.org/10.1080/09669760.2021.1890552>

## Απόψεις και πρακτικές διευκολυντών για τη διερεύνηση στη μη τυπική εκπαίδευση

**Μαρία Καρνέζου<sup>1</sup>, Πέτρος Καριώτογλου<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας, <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

### Περίληψη

Η διερεύνηση θεωρείται σήμερα η πιο προωθούμενη μέθοδος διδασκαλίας και επιστημονική μέθοδος, που υιοθετείται ευκολότερα σε περιβάλλοντα μη τυπικής εκπαίδευσης. Γι' αυτό, οι απόψεις και πρακτικές των διευκολυντών στο μουσείο αποκτούν ιδιαίτερη σημασία. Σχεδιάσαμε, λοιπόν, έναν οδηγό συνέντευξης για να μελετήσουμε τις απόψεις τεσσάρων διευκολυντών για τη διερεύνηση στο ΝΟΗΣΙΣ και ένα πρωτόκολλο παρατήρησης για τη μελέτη των πρακτικών. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν διαδικτυακά και είχαμε τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε τις πρακτικές των διευκολυντών μετά την άρση των περιοριστικών μέτρων λόγω της πανδημίας. Στην εργασία μας, θα αναφερθούμε στην ανάπτυξη και το περιεχόμενο των δυο εργαλείων, καθώς και τα αποτελέσματα από την ανάλυση των συνεντεύξεων και την παρατήρηση των πρακτικών.

**Λέξεις κλειδιά:** διερεύνηση, μη τυπική εκπαίδευση, απόψεις και πρακτικές διευκολυντών

## Museum educators' views and practices of inquiry in non-formal education

**Maria Karnezou<sup>1</sup>, Petros Kariotoglou<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Science Center and Technology Museum of Thessaloniki, <sup>2</sup>University of Western Macedonia*

### Abstract

Research findings underscore that adopting inquiry-based practices is easier in non-formal educational settings. From this perspective, museum educators' views and practices are of special interest. In our research, we developed an interview protocol to study the views of four museum educators at NOESIS and an observation protocol to study their practices. The interviews were conducted online, and we had the opportunity to study their practices when the restrictions imposed because of the pandemic were withdrawn. In our study, we will present the development of the two research tools, together with the findings from the interviews and the observation of the museum educators' practices.

**Keywords:** inquiry, non-formal education, museum educators' views and practices

## Εισαγωγή

Τα περιβάλλοντα μη τυπικής εκπαίδευσης αποτελούν χώρους, που υποστηρίζουν τη μάθηση προωθώντας την απόκτηση νέων μαθησιακών εμπειριών και γνωστικών αποτελεσμάτων για τους μαθητές (Andre et al., 2017). Από την πλευρά τους, οι εκπαιδευτικοί επισκέπτονται με τις τάξεις τους αυτά τα περιβάλλοντα με σκοπό να προσφέρουν μαθησιακές εμπειρίες στους μαθητές τους, να περάσουν ευχάριστα και να καλλιεργήσουν μια θετική στάση για τα μουσεία (Karnezou et al., 2021). Σε ό,τι αφορά δε στη γνωστική διάσταση μιας σχολικής επίσκεψης, έχει αποδειχθεί ερευνητικά ότι στα επιστημονικά μουσεία είναι ευκολότερη η υιοθέτηση προγραμμάτων διερευνητικού χαρακτήρα λόγω του μη τυπικού και μη αξιολογικού χαρακτήρα της εκπαίδευσης (Kisiel, 2013).

Το προσωπικό που έχει την ευθύνη της εκπαίδευσης στο μουσείο, οι διευκολυντές, θα πρέπει να έχει την ικανότητα να υποστηρίζει τη μάθηση και την εμπλοκή του επισκέπτη (Tran et al., 2013). Αποτελεί δε μεγάλη πρόκληση για τους συγκεκριμένους επαγγελματίες η υιοθέτηση σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων, όπως η διερεύνηση, καθώς η εκπαίδευσή τους πραγματοποιείται συνήθως με τη μορφή συζητήσεων με άλλους εργαζόμενους στο μουσείο (Allen & Crowley, 2017). Με άλλα λόγια, ο ρόλος των διευκολυντών σε ένα περιβάλλον μη τυπικής εκπαίδευσης, όπως ένα τεχνοεπιστημονικό μουσείο, είναι ιδιαίτερα σύνθετος, καθώς αναμένεται από αυτούς να ενσωματώσουν την εκπαιδευτική διάσταση με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός τέτοιου χώρου (Pattison & Dierking, 2013), λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες, όπως η ευχαρίστηση, τα ενδιαφέροντα και η κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ των επισκεπτών (Bevan & Xanthoudaki, 2008; Pattison et al., 2018).

Οι διευκολυντές είναι συνήθως εργαζόμενοι μερικής απασχόλησης, μη εκπαιδευμένοι στις σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και συνηθισμένοι σε μια σχετική αυτονομία στη δουλειά τους (Allen & Crowley, 2017). Στην πραγματικότητα, ακόμη και αν έχουν λάβει κάποια τυπική εκπαίδευση, αυτή είναι πολύ πιθανό να πραγματοποιήθηκε πολύ καιρό πριν, όταν στο επίκεντρο ήταν η μετάδοση της γνώσης και οι διδακτικές πρακτικές με επίκεντρο τον εκπαιδευτικό αντί της διερεύνησης (Allen & Crowley, 2017).

Από αυτή την οπτική, είναι κάθε άλλο παρά εύκολο για τους διευκολυντές να αποκτήσουν ένα θεωρητικό υπόβαθρο σχετικό με σύγχρονες παιδαγωγικές και κοινωνικές θεωρίες και διδακτικές προσεγγίσεις και να αξιοποιήσουν αυτή τη γνώση, όταν σχεδιάζουν και υλοποιούν εκπαιδευτικά προγράμματα σε μη τυπικά μαθησιακά περιβάλλοντα δίχως την κατάλληλη προετοιμασία και υποστήριξη (Sanford & Sokol, 2017).

Η έρευνα στον χώρο αυτό αναδεικνύει τις συνθήκες στις οποίες δραστηριοποιούνται οι διευκολυντές στο μουσείο. Σύμφωνα με τους Allen & Crowley (2014), το γεγονός ότι οι σχολικές επισκέψεις σπάνια εκμεταλλεύονται τις ευκαιρίες για μάθηση, που προσφέρονται σε μη τυπικά μαθησιακά περιβάλλοντα, καθώς αυτές έχουν χαρακτηριστικά της τυπικής μάθησης, οφείλεται μεταξύ άλλων και στο ότι οι διευκολυντές αντιλαμβάνονται και υιοθετούν μοντέλα μάθησης, όπως αυτό της μετάδοσης της γνώσης, το οποίο αντανάκλα τις δικές τους σχολικές εμπειρίες, όταν επικρατούσαν δασκαλοκεντρικές προσεγγίσεις (Allen & Crowley, 2017).



Από την πλευρά τους, οι Anderson et al. (2017) υποστηρίζουν ότι οι συζητήσεις σχετικά με θεωρητικές προσεγγίσεις στο μουσείο είναι μάλλον περιορισμένες, ίσως λόγω του πιεστικού ωραρίου και της μικρής εξοικείωσης με θεωρίες διδακτικής. Στο ίδιο μήκος κύματος, ο Patrick (2017) υπογραμμίζει ότι οι διευκολυντές μπορεί να έχουν πολύ καλή γνώση του περιεχομένου στηρίζοντας εκεί τις πρακτικές τους και μια μάλλον μικρή θεωρητική βάση. Στην ίδια κατεύθυνση, οι King & Tran (2017) αναφέρονται σε ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης για διευκολυντές, το οποίο βασίζεται στη συζήτηση και τον αναστοχασμό μεταξύ των συμμετεχόντων, εμπειρών και μη, στο οποίο μπορούν να συζητούν για ερευνητικά αποτελέσματα σχετικά με τον χώρο τους και θεωρητικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Το δίχως άλλο, όπως τονίζουν, εάν οι χώροι μη τυπικής εκπαίδευσης φιλοδοξούν να προσφέρουν υψηλής ποιότητας εκπαιδευτικές εμπειρίες στους επισκέπτες τους, χρειάζεται να εστιάσουν στην εκπαίδευση των ανθρώπων, δηλ. των διευκολυντών, στους οποίους έχουν αναθέσει να σχεδιάζουν και να προσφέρουν αυτές τις εμπειρίες.

Από τη δική τους οπτική, οι Allen & Crowley (2014), υποστηρίζουν ότι η έννοια της κοινότητας των πρακτικών, που βασίζεται στο συμμετοχικό μοντέλο της μάθησης, βασική πτυχή της διερεύνησης, μπορεί να βοηθήσει τους διευκολυντές να ανταλλάξουν απόψεις με συναδέλφους και να υιοθετήσουν περισσότερο μαθητοκεντρικές πρακτικές.

Η Tran (2007) μελετώντας διευκολυντές σε τεχνοεπιστημονικά μουσεία, διαπίστωσε ότι επιδίωκαν να καλλιεργήσουν μια θετική στάση στους μαθητές για τις επισκέψεις σε μουσεία, ενισχύοντας το ενδιαφέρον τους για τις ΦΕ. Μολονότι, η κατανόηση νέας γνώσης αξιολογήθηκε θετικά από τους διευκολυντές, δεν ήταν η βασική τους επιδίωξη. Τα προγράμματα που σχεδίαζαν, είχαν διακριτά τμήματα με ένα βασικό χαρακτηριστικό, όπως τη συζήτηση, την επίδειξη, κ. ά. Βασική διαφορά ήταν ο βαθμός εμπλοκής των μαθητών στο καθένα από αυτά ανάλογα με τον διευκολυντή.

Από την άλλη, η εμπλοκή των διευκολυντών σε ένα πρόγραμμα που σχεδιάστηκε με βάση τη διερεύνηση, μπορεί να επηρεάσει τις απόψεις τους και να αντιληφθούν τη σημασία της ενεργής εμπλοκής του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία (Bevan & Xanthoudaki, 2008).

Οι Karnezou & Zoupidis (2020) μελέτησαν τις απόψεις εκπαιδευτικών και διευκολυντών για διερευνητικές πρακτικές μετά από ένα κοινό πρόγραμμα επιμόρφωσης. Όσοι γνώριζαν τη διερεύνηση είχαν μεταπτυχιακές σπουδές στη διδακτική των ΦΕ, ενώ όλοι υποστήριξαν ότι η διερεύνηση υιοθετείται ευκολότερα στο μουσείο, λόγω των χρονικών περιορισμών στο σχολείο.

Όπως διαπιστώνουμε, οι απόψεις και διερευνητικές πρακτικές των διευκολυντών παραμένουν ένα σχετικά άγνωστο πεδίο. Στην έρευνά μας μελετήσαμε τις απόψεις και πρακτικές τεσσάρων διευκολυντών στο Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας (ΝΟΗΣΙΣ) στο φάσμα της διερεύνησης, με σκοπό να διαμορφώσουμε συγκεκριμένες προτάσεις για τη διεύρυνση των πρακτικών τους στην κατεύθυνση της διερεύνησης και της επαγγελματικής τους ανάπτυξης.

## Μεθοδολογία

Επιλέξαμε την μέθοδο μελέτης περίπτωσης (Yin, 1994) για να μελετήσουμε τις απόψεις και πρακτικές τεσσάρων διευκολυντών. Όλοι τους είναι Φυσικοί και εργάζονται στο ΝΟΗΣΙΣ 10-20 χρόνια. Δυο από αυτούς έχουν μεταπτυχιακές σπουδές στη διδακτική των

ΦΕ. Για να μελετήσουμε τις απόψεις, επιλέξαμε την ημιδομημένη συνέντευξη, όπως προτείνεται σε ποιοτικές μελέτες με λίγους συμμετέχοντες (Cohen et al., 2011). Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν διαδικτυακά λόγω της πανδημίας. Σχεδιάσαμε ένα ερωτηματολόγιο με εννέα κύριες ερωτήσεις και υπο-ερωτήσεις, κυρίως ανοικτές, για να μελετήσουμε τις απόψεις τους για τη διερεύνηση. Οι υπο-ερωτήσεις συγκεκριμένα μας βοήθησαν να ζητήσουμε αποσαφηνίσεις και παραδείγματα (Cohen et al., 2011). Ο ακόλουθος πίνακας περιλαμβάνει τις ερωτήσεις και υπο-ερωτήσεις που τέθηκαν:

1. Γνωρίζετε την έννοια / όρο της διερεύνησης; Πώς την αντιλαμβάνεστε;
2. Ξέρετε αν υπάρχουν πτυχές / διαφορετικές εκδοχές ή περιπτώσεις; Δώστε μου ένα παράδειγμα.
3. Ποια είναι η άποψή σας για τη διερεύνηση ως α) διδακτική προσέγγιση στη σχολική τάξη β) μέθοδο σχεδιασμού προγραμμάτων σε χώρους τεχνοεπιστημών;
4. Ποιο το πλεονέκτημα / κέρδος των μαθητών από την εφαρμογή διερευνητικών προσεγγίσεων;
5. Ποια μέθοδο προσέγγισης θα θεωρούσατε αντίθετη / πολύ διαφορετική τις διερεύνησης;
6. Από πού μάθατε όσα ξέρετε για τη διερεύνηση;

*Πίνακας 1 Πρωτόκολλο ημιδομημένων συνεντεύξεων*

Οι συνεντεύξεις καταγράφηκαν και απομαγνητοφωνήθηκαν και τα δεδομένα αναλύθηκαν σύμφωνα με την επαγωγική μέθοδο συνεχούς σύγκρισης (Glaser & Strauss 1967). Μέσα από αυτή τη διαδικασία, αναδείχθηκαν οι κατηγορίες των απαντήσεων.

Για τη μελέτη των πρακτικών διαμορφώσαμε ένα πρωτόκολλο παρατήρησης, αξιοποιώντας το αντίστοιχο εργαλείο από προηγούμενη έρευνα (Tsaliki et al., 2016), αφού πρώτα το τροποποιήσαμε, προκειμένου να προσαρμοστεί στα χαρακτηριστικά της έρευνάς μας. Το αρχικό πρωτόκολλο εστίαζε στη μελέτη διδακτικών πρακτικών στο σχολικό πλαίσιο και τροποποιήθηκε για να προσαρμοστεί στα χαρακτηριστικά της έρευνας σε ένα περιβάλλον μη τυπικής εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, μετά από συζήτηση και συμφωνία μέσα στην ερευνητική ομάδα του έργου, έγιναν αλλαγές στη διατύπωση (όπως το «εκπαιδευτικός» αντικαταστάθηκε από το «διευκολυντής», καθώς το υποκείμενο στην έρευνά μας είναι ο διευκολυντής στο μουσείο). Σε ό,τι αφορά στους άξονες παρατήρησης, αυτοί μειώθηκαν σε αριθμό και επικεντρώθηκαν στη διδακτική μέθοδο, τη λεκτική αλληλεπίδραση διευκολυντή – μαθητών και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης, έγιναν ορισμένες αλλαγές μέσα από την ομαδοποίηση των υπο-μεταβλητών. Πχ. τα «Θέτει ζητήματα/προβλήματα/ερωτήματα προς επιστημονική διερεύνηση/Ενθαρρύνει τους μαθητές να διερευνήσουν κάποιο θέμα/Οι μαθητές ερευνούν» ομαδοποιήθηκαν στο «Ο διευκολυντής υιοθετεί τη διερευνητική προσέγγιση και ενθαρρύνει τους μαθητές να διερευνήσουν κάποιο θέμα».

Δυο ανεξάρτητοι ερευνητές παρακολούθησαν δυο εφαρμογές του εκπαιδευτικού προγράμματος «Νανόκοσμος: εισαγωγή στην νανοτεχνολογία» τελείως αμέτοχοι (Patton, 1990) και συμπλήρωσαν το πρωτόκολλο παρατήρησης, δίχως να αλληλεπιδράσουν με άλλα άτομα. Σε αυτό, σημείωσαν τη συχνότητα παρατήρησης της μεταβλητής / πρακτικής, που διαπίστωσαν, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα από το 1–3 (κύρια πρακτική=3, λίγες φορές=2, ποτέ=1). Παράλληλα, σημείωναν και μια ενδεικτική φράση (τεκμήριο), η οποία ήταν χαρακτηριστική της πρακτικής που παρατήρησαν. Στη συνέχεια, συζήτησαν τις σημειώσεις τους, ανταλλάσσοντας απόψεις, έως ότου να φτάσουν σε συμφωνία και να προκύψει ένα συμπληρωμένο πρωτόκολλο από τα δυο ατομικά.

### Αποτελέσματα

Η ανάλυση των συνεντεύξεων έδειξε ότι οι 4 διευκολυντές είχαν μια ασαφή άποψη για τη διερεύνηση, ενώ κανείς δεν γνώριζε τους τύπους διερεύνησης:

*«Είναι μια διαδικασία με την οποία παρατίθενται στοιχεία στον επισκέπτη – μαθητή και προσπαθεί να συνδυάσει τα στοιχεία για να καταλήξει στο να δομήσει ένα μοντέλο στο μυαλό του για το πώς δουλεύει το προς μελέτη αντικείμενο».*

Όλοι υποστήριξαν ότι η διερεύνηση υιοθετείται ευκολότερα σε μη τυπικά περιβάλλοντα μάθησης

*«Σε έναν χώρο όπως το ΝΟΗΣΙΣ, έχεις την ελευθερία, δεν έχεις κάποια deadlines, δεν έχεις κάποια ύλη να ολοκληρώσεις [...] Πιο εύκολη η κατάσταση στο ΝΟΗΣΙΣ να λειτουργήσει η διερεύνηση»*

και ότι το μεγαλύτερο όφελος των μαθητών είναι η ενεργή συμμετοχή σε προγράμματα διερευνητικού χαρακτήρα

*«Το ότι ασχολούνται αυτά τα ίδια [...] να μπορούν να έρθουν σε επαφή, όχι μόνο να παρακολουθήσω κάτι, αλλά να το κάνω εγώ ο ίδιος».*

Στην ερώτηση σχετικά με τη μέθοδο που θεωρούν αντίθετη της διερεύνησης, οι ερωτηθέντες κινούνταν περίπου στην ίδια κατεύθυνση είτε υπονοώντας είτε δηλώνοντας ξεκάθαρα το μοντέλο μεταφοράς της γνώσης

*«Χωρίς να γνωρίζω αν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος όρος, [...] η στείρα ανάγνωση και απομνημόνευση των μαθημάτων, της ύλης».*

Τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων για κάθε διευκολυντή (Δ1 – Δ4) συνοψίζονται επιγραμματικά στον Πίνακα 2.

Ερωτήσεις	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4
Γνώση της έννοιας / πτυχές διερεύνησης	Ναι / Όχι	Μερική γνώση / Διαισθητικά	Ναι / περιορισμένα - διαισθητικά	Ναι / Ναι
Διερεύνηση στην τάξη / μουσείο	Δύσκολη / εύκολη	Δύσκολη / εύκολη	Δύσκολη / εύκολη	Δύσκολη / εύκολη

Διερεύνηση στα προγράμματα του ΝΟΗΣΙΣ	Πολύ εύκολη	Πολύ εύκολη	Καθόλου εύκολη	Αρκετά εύκολη
Όφελος μαθητών/ μαθητριών	Ενεργητική συμμετοχή / ανακάλυψη γνώσης / κριτική σκέψη/ συνεργασία	Ενεργητική συμμετοχή / συνεργασία	Ενεργητική συμμετοχή / πειραματικές δεξιότητες /κατανόηση φαινομένων, διαδικασιών	Βελτίωση στάσεων / καλλιέργεια περιέργειας / δημιουργία κινήτρων
Αντίθετο διερεύνησης	Μεταφορά γνώσης	Καθαρά καθοδηγούμενη	Παραδοσιακό μοντέλο	Παράθεση πληροφορίας
Πηγές σχετικής γνώσης	Εμπειρία Αναζήτηση	Εμπειρία Συνεργασία	Σπουδές Εμπειρία	Βιωματικά Σπουδές

Πίνακας 2 Απόψεις διευκολυντών για τη διερεύνηση

Σε ό,τι αφορά στις πρακτικές των διευκολυντών, λόγω τις πανδημίας και του γενικού lockdown (Νοέμβριος 2020 – Απρίλιος 2021) δόθηκε η δυνατότητα να γίνουν περιορισμένες εφαρμογές του εκπαιδευτικού προγράμματος στο ΝΟΗΣΙΣ με τίτλο «Νανόκοσμος: εισαγωγή στην νανοτεχνολογία» και καταγραφή των πρακτικών του διευκολυντή που το υλοποίησε, χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο (κλείδα) παρατήρησης. Ο Πίνακας 3 περιλαμβάνει τις πρακτικές (μεταβλητές), οι οποίες παρατηρήθηκαν, τη συχνότητα εμφάνισής τους σε κάθε εφαρμογή και μια χαρακτηριστική φράση (τεκμήριο) του διευκολυντή:

Μεταβλητές	Εφαρμογή			Τεκμήριο
	E1	E2	ΜΟ	
Ο διευκολυντής υιοθετεί τη διερευνητική προσέγγιση και ενθαρρύνει τους μαθητές να διερευνήσουν κάποιο θέμα.	2	2	2	«Δοκιμάστε να δείτε πώς συμπεριφέρεται η σταγόνα»
Οι μαθητές οργανώνουν μόνοι τους δοκιμές και πειράματα.	-	-	-	-
Οι μαθητές εκτελούν προσχεδιασμένες δοκιμές, πειράματα ή έρευνα από το εγχειρίδιο ή τον διευκολυντή χρησιμοποιώντας φύλλο εργασίας.	2	3	2,5	“Τι έχουμε εδώ; Σημειώστε, ό,τι βλέπετε!”

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης συζητούνται στην ολομέλεια.	2	2	2	“Ας μιλήσουμε γι’ αυτά που είδαμε. Ποιος θα ξεκινήσει;”
Ο διευκολυντής συνοψίζει τα σημαντικότερα σημεία του προγράμματος.	3	3	3	“Όλοι το είδατε ότι ... και όλες οι ομάδες είπαν αυτό που περίμενα...”
Οι μαθητές συνοψίζουν τα σημαντικότερα σημεία του προγράμματος.	1	2	1,5	“Πρέπει να συζητήσουμε για το τι κάναμε, τι παρατηρήσαμε...”

Πίνακας 3 Πρακτικές διευκολυτή στο πρόγραμμα «Νανόκοσμος: εισαγωγή στην νανοτεχνολογία»

### Συμπεράσματα

Στην έρευνά μας μελετήσαμε τις απόψεις και πρακτικές τεσσάρων διευκολυντών στο ΝΟΗΣΙΣ στο φάσμα της διερεύνησης. Σε ό,τι αφορά στις απόψεις τους, διαπιστώσαμε ότι το θεωρητικό τους υπόβαθρο σε σχέση με τις σύγχρονες τάσεις στη διδακτική των ΦΕ και συγκεκριμένα με τη διερεύνηση δεν αποτελεί το δυνατό τους σημείο, καθώς συνάντησαν δυσκολία στο να μιλήσουν με σαφήνεια περί διερεύνησης και να διακρίνουν μορφές αυτής. Επέλεξαν δε να μιλήσουν για αυτή είτε διαισθητικά είτε βασισμένοι στην πρακτική τους εμπειρία σχεδιάζοντας και υλοποιώντας εκπαιδευτικά προγράμματα. Το γεγονός αυτό είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στον περιορισμένο διαθέσιμο χρόνο στο εργασιακό τους περιβάλλον για θεωρητικές συζητήσεις σε θέματα διδακτικής ή και στην έλλειψη σχετικής υποστήριξης (Anderson et al., 2017). Σε κάθε περίπτωση, η απόκτηση ενός θεωρητικού υπόβαθρου από τους διευκολυντές απαιτεί κατάλληλη προετοιμασία και υποστήριξη (Sanford & Sokol, 2017).

Όλοι οι ερωτηθέντες συμφώνησαν ότι η διερεύνηση υιοθετείται ευκολότερα σε μη τυπικά μαθησιακά περιβάλλοντα, όπως διαπιστώθηκε σε άλλες έρευνες (Kisiel, 2013) και ότι η ενεργή εμπλοκή των μαθητών είναι το βασικό ζητούμενο, όταν σχεδιάζουν ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Αυτό για τους Bevan & Xanthoudaki (2008) προϋποθέτει ότι οι διευκολυντές έχουν αντιληφθεί τη μάθηση ως διαδικασία που υποστηρίζει τον ενεργό ρόλο των μαθητών. Αυτό είναι πολύ πιθανό να ισχύει και στην περίπτωση της συγκεκριμένης έρευνας, καθώς οι 4 διευκολυντές μπορεί να μη διαθέτουν μια θεωρητική βάση περί διερεύνησης, ωστόσο η προσέγγισή τους είναι κοντά σε μια μαθητοκεντρική οπτική.

Εφόσον τα μουσεία και γενικότερα τα περιβάλλοντα μη τυπικής εκπαίδευσης φιλοδοξούν να προσφέρουν υψηλού επιπέδου υπηρεσίες, τότε η επαγγελματική ανάπτυξη των διευκολυντών σε αυτούς τους χώρους θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα αυτών των φορέων (King & Tran, 2017). Η έρευνά μας πιστεύουμε ότι θα μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τον σχετικά άγνωστο χώρο των απόψεων και πρακτικών των διευκολυντών και να σχεδιάσουμε ένα πρόγραμμα επιμόρφωσης, που θα τους βοηθήσει να εμπλουτίσουν τις απόψεις και πρακτικές τους στην κατεύθυνση της διερεύνησης.

## Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 1828)

## Βιβλιογραφία

- Allen, L.B., & Crowley, K.J. (2017). From Acquisition to Inquiry: Supporting Informal Educators Through Iterative Implementation of Practice. In P.G. Patrick (ed.), *Preparing Informal Science Educators*, Springer International Publishing.  
[https://doi.org/DOI 10.1007/978-3-319-50398-1\\_5](https://doi.org/DOI 10.1007/978-3-319-50398-1_5)
- Allen, L.B., & Crowley, K.J. (2014). Challenging beliefs, practices, and content: how museum educators change. *Science Education* 98, 84-105. <https://doi.org/10.1002/sce.21093>
- Anderson, D. De Cosson, A., & McIntosh, L. (Eds.) (2015). *Research Informing the Practice of Museum Educators: Diverse Audiences, Challenging Topics, and Reflective Praxis*, Sense Publishers.
- Andre, L., Durksen, T., & Volman, M.L. (2017). Museums as venues for learning: a decade of research. *Learning Environmental Research* 20, 47-76.  
<https://doi.org/10.1007/s10984-016-9222-9>
- Bevan, B., & Xanthoudaki, M. (2008). Professional development for museum educators: Underpinning the underpinnings. *Journal of Museum Education*, 33(2), 107 – 119.  
<https://doi.org/10.1080/10598650.2008.11510592>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7th ed.). Abington, Oxon: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203224342>
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine.
- Karnevou, M., Pnevmatikos, D., Avgitidou, S., & Kariotoglou, P. (2021). The structure of teachers' beliefs when they plan to visit a museum with their class. *Teaching and Teacher Education*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103254>
- Karnevou, M. & Zoupidis, A. (2020). Teachers and Museum Educators' Views About Inquiry \*Practices: The Aftermath of a Joint Professional Development Course. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 3(1), 3-14. <https://DOI:10.31756/jrsmte.311>
- King, H., & Tran, L. (2017). Facilitating Deep Conceptual Learning: The Role of Reflection and Learning Communities. In Patrick, P. G. (Ed.), *Preparing Informal Educators Perspectives from Science Communication and Education* p. 67-85, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-50398-1>
- Kisiel, J. (2013). Introducing Future Teachers to Science Beyond the Classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 67-91. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9288-x>
- Pattison, S.A., & Lynn D. Dierking, L.D. (2013). Staff-Mediated Learning in Museums: A Social Interaction Perspective, *Visitor Studies*, 16(2), 117-143.  
<https://doi.org/10.1080/10645578.2013.767731>
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative research and research methods* (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage.
- Sanford, C., & Sokol, V. (2017). Professional Development: Targeted On-the-Job Trainings. In: Patrick, P. (eds) *Preparing Informal Science Educators*. Springer, Cham.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-50398-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-50398-1_16)
- Tran, L. U. (2007). Teaching science in museums: The pedagogy and goals of museum educators. *Science Education*, 91(2), 278 – 297. <https://doi.org/10.1002/sce.20193>

- Tsaliki, C., Malandrakis, G., Zoupidis, A., Karnezou, M., & Kariotoglou, P. (2016). Science teachers' profile changes concerning non-formal education design. In J. Lavonen K., Juuti J., Lampiselka A., Uitto & K. Hahl (Eds). Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. *Science education research Engaging learners for a sustainable future Part 4 Strand 4 In-service science teacher education continued professional development*. Co-editors Amanda Berry & Digna Couso (2370-2377). Helsinki Finland University of Helsinki. ISBN 978-95-5-54 -6.
- Yin, R.K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2<sup>nd</sup> ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. <https://doi.org/10.1177/109821409401500309>

## Εξέλιξη των πρακτικών εκπαιδευτικών για τη λεκτική αλληλεπίδραση ως αποτέλεσμα προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης

**Χριστίνα Τσαλίκη<sup>1</sup>, Γεώργιος Μαλανδράκης<sup>2</sup>, Πηνελόπη Παπαδοπούλου<sup>1</sup>, Πέτρος Καριώτογλου<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

### Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει την εξέλιξη των πρακτικών λεκτικής αλληλεπίδρασης (ΛΑ) τεσσάρων εκπαιδευτικών, όπως αυτές διαμορφώθηκαν έναν χρόνο μετά τη συμμετοχή τους σε πρόγραμμα Επαγγελματικής Ανάπτυξης (ΕΑ). Το πρόγραμμα είχε στόχο τον εμπλουτισμό των απόψεων και των πρακτικών των συμμετεχόντων με τις τρέχουσες τάσεις διδακτικής Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Η καταγραφή των πρακτικών πραγματοποιήθηκε με φύλλο παρατήρησης και ημιποσοτικούς δείκτες. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ο δασκαλοκεντρικός χαρακτήρας της ΛΑ υποχώρησε σημαντικά για τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ η καινοτομική ΛΑ διατηρήθηκε για τον έναν από τους δύο εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, έναν χρόνο μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος ΕΑ.

**Λέξεις κλειδιά:** Επαγγελματική Ανάπτυξη, Λεκτική Αλληλεπίδραση, Διερεύνηση

## Science teachers verbal interaction practices as a result of a professional development program

**Christina Tsaliki<sup>1</sup>, Georgios Malandrakis<sup>2</sup>, Pinelopi Papadopoulou<sup>3</sup>, Petros Kariotoglou<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>Aristotle University of Thessaloniki*

### Abstract

This paper presents four science teachers' progression on practices regarding verbal interaction, during the last phase of a Professional Development (PD) program, as well as one year after its conclusion. The program aimed to enrich teachers' views and practices with current teaching trends of Science Teaching, mainly giving focus to the adoption of inquiry approach. Participants' practices were recorded in a semi-quantitative way using a teaching observation protocol. Results indicate that primary teachers' traditional practices shifted to more innovative forms of verbal interaction, while only one out of two secondary teachers maintained innovative practices gained during the PD program, one year after its conclusion.

**Keywords:** Professional Development, Verbal Interaction, Inquiry



## Εισαγωγή

Οι τρέχουσες τάσεις της διδακτικής ΦΕ υποδεικνύουν την υιοθέτηση της διερευνητικής προσέγγισης ως επίκεντρο των καινοτομικών προσεγγίσεων διδασκαλίας (Tsaliki et al., 2022). Σε αυτό το πλαίσιο, η λεκτική αλληλεπίδραση έχει στόχο να καλλιεργήσει νοητικές δεξιότητες ανώτερου επιπέδου, όπως είναι για παράδειγμα η ικανότητα αιτιολόγησης και τεκμηρίωσης μέσα από την αλληλεπίδραση στην τάξη, καθώς και μέσα από τις στρατηγικές ερωτήσεων που θα αξιοποιήσει ο εκπαιδευτικός (Smart & Marshall, 2013). Οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν (Chin, 2007· Smart & Marshall, 2013) ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού όσον αφορά τη διαμόρφωση της λεκτικής αλληλεπίδρασης είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Ο εκπαιδευτικός, μέσα από της πρακτικές που εφαρμόζει, ουσιαστικά καθορίζει τα βασικά στοιχεία της λεκτικής αλληλεπίδρασης, δηλαδή τα μοτίβα επικοινωνίας που εγκαθιδρύει και τις ερωτήσεις που θέτει (π.χ. το επίπεδο, την ποιότητα, την πολυπλοκότητά τους, κ.τ.λ.). Για παράδειγμα, οι ερωτήσεις που θέτει ο εκπαιδευτικός είναι σκόπιμο να χαρακτηρίζονται από ευελιξία και να προσαρμόζονται στις απαντήσεις των μαθητών, ώστε να τους ωθήσουν σε συλλογισμούς υψηλότερου νοητικού επιπέδου (Chin, 2007).

Στο πλαίσιο της λεκτικής αλληλεπίδρασης που προαναφέρθηκε, εκπαιδευτικοί και μαθητές καλούνται να αναλάβουν νέους και απαιτητικότερους ρόλους κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Smart & Marshall, 2013). Μάλιστα, με βάση τα ερευνητικά δεδομένα, οι νέοι αυτοί ρόλοι είναι πολύ πιθανό να δημιουργήσουν δυσκολίες στους εκπαιδευτικούς, με αποτέλεσμα οι ίδιοι να δηλώνουν πως συχνά αισθάνονται απροετοίμαστοι για τις προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν (Oliveira, 2010). Για τον λόγο αυτό, πολυάριθμες μελέτες εμπειρικής και θεωρητικής έρευνας επιχειρούν να ενισχύσουν τις καινοτομικού χαρακτήρα πρακτικές λεκτικής αλληλεπίδρασης των εκπαιδευτικών μέσα από προγράμματα ΕΑ με διάφορους τρόπους (Chin, 2006). Αυτό συμβαίνει διότι η λεκτική αλληλεπίδραση κατά τη διδασκαλία γενικά και ειδικότερα των ΦΕ βοηθά στην καλύτερη εννοιολογική κατανόηση και παρέχει τη δυνατότητα ανάπτυξης των νοητικών διεργασιών των μαθητών (Chin, 2006· Smart & Marshall, 2013).

Σύμφωνα τον Μασσαγγούρα (2001), ο τύπος της λεκτικής αλληλεπίδρασης που εμφανίζεται κατά τη διδασκαλία μπορεί να είναι παραδοσιακός ή καινοτομικός. Επιπρόσθετα, μια εναλλακτική συνθήκη επικοινωνίας που μπορεί να θεωρηθεί και ως μετάβαση μεταξύ των δύο προαναφερόμενων τύπων, είναι μια ενδιάμεση κατάσταση, η λεγόμενη μεικτή μορφή επικοινωνίας. Σε αυτήν, εκπαιδευτικός και μαθητές συμμετέχουν από κοινού στη διδασκαλία σε μια διαδικασία ερωταποκρίσεων (Χανιωτάκης, 2007). Γενικότερα, περισσότερο πρόσφατες μελέτες λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες τάσεις της διδακτικής των ΦΕ υιοθετούν λιγότερο διχοτομικές προσεγγίσεις όσον αφορά τη λεκτική αλληλεπίδραση στη διδασκαλία, θεωρώντας τον εκπαιδευτικό ως ενорχηστρωτή μιας διαδικασίας στην οποία αλλάζει το «σκηνικό» κατά βούληση, συλλέγοντας τις απόψεις και τα επιχειρήματα των μαθητών και τα ανατροφοδοτεί, εντάσσοντάς τα στην διασφάλιση της επίτευξης παιδαγωγικών και γνωστικών στόχων (Littleton & Kerawalla, 2012).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η επίδραση ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών, που είχε στόχο την ενδυνάμωση του

καινοτομικού χαρακτήρα των απόψεων και των πρακτικών των συμμετεχόντων σε πολλαπλούς τομείς, ανάμεσα σε αυτούς και τη λεκτική αλληλεπίδραση ως δομικό στοιχείο της διερευνητικής διδασκαλίας και μάθησης (βλ. περισσότερα σχετ. <http://research.flo.uowm.gr/sted/>). Ειδικότερα, παρουσιάζεται η ερευνητική μέθοδος και μέρος των αποτελεσμάτων των πρακτικών δύο εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας (εκπαιδευτικοί 1 & 2) και δύο εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (εκπαιδευτικοί 3 & 4) πάνω σε θέματα λεκτικής αλληλεπίδρασης.

## Μεθοδολογία

Το εν λόγω πρόγραμμα είχε στόχο τον εμπλουτισμό των απόψεων και των πρακτικών εκπαιδευτικών και των δύο βαθμίδων με τις τρέχουσες τάσεις διδακτικής των ΦΕ και την εξοικείωση τους με τη διερευνητική προσέγγιση. Η συνολική διάρκεια του προγράμματος ήταν δεκαοχτώ (18) μήνες και αποτελούνταν από τρεις διαφορετικές χρονικές φάσεις. Στην παρούσα εργασία, για λόγους οικονομίας, θα ασχοληθούμε με την επίδραση του προγράμματος στις πρακτικές λεκτικής αλληλεπίδρασης των συμμετεχόντων κατά την τελευταία φάση της συμμετοχής τους στο πρόγραμμα ΕΑ-Λήξη Προγράμματος (ΛΠ), όπου και η επίδρασή του ήταν εμφανής, καθώς και περίπου έναν χρόνο μετά από τη λήξη του (1 χρόνο μετά). Σκοπός της μέτρησης έναν χρόνο αργότερα ήταν να διαπιστωθεί κατά πόσο οι πρακτικές των εκπαιδευτικών, που παρατηρήθηκαν κατά την εξέλιξη του προγράμματος, διατηρήθηκαν σε βάθος χρόνου. Συνεπώς, το ερευνητικό ερώτημα που απασχόλησε την παρούσα εργασία είναι το παρακάτω: Υπήρξαν διαφοροποιήσεις στις πρακτικές των εκπαιδευτικών σε θέματα λεκτικής αλληλεπίδρασης έναν χρόνο μετά τη λήξη του προγράμματος; Και εάν ναι, σε ποιο βαθμό;

Βασικό ερευνητικό εργαλείο καταγραφής των πρακτικών ήταν η κλείδα παρατήρησης. Σε αυτήν, περιγράφονταν οι πρακτικές που εφαρμόζονται με τη μορφή ερωτημάτων, με τη μέθοδο της μη συμμετοχικής παρατήρησης. Η συχνότητα εφαρμογής κάθε πρακτικής καταγράφονταν σε κλίμακα τριών σημείων, από το 1 (σπάνια), 2 (μερικές φορές) έως και 3 (συχνά). Ταυτόχρονα, υπήρχε ειδικό πεδίο για την καταγραφή περιγραφικών τεκμηρίων που αποτύπωναν χαρακτηριστικά παραδείγματα της εφαρμογής της εκάστοτε πρακτικής (Τσαλίκη κ.ά., 2020· Tsaliki et al., 2022). Η κλείδα συμπληρωνόταν για κάθε διδασκαλία από δυο ανεξάρτητους ερευνητές με σκοπό την εγκυρότητα της συλλογής των δεδομένων. Η λεκτική αλληλεπίδραση, η οποία και μελετάται, αποτέλεσε έναν σύνθετο παράγοντα διδασκαλίας, που αποτελούνταν από δύο μεταβλητές, που κατέγραφαν πρακτικές τόσο παραδοσιακού (μη επιδιωκόμενου) όσο και καινοτομικού (επιδιωκόμενου) χαρακτήρα. Ορισμένα ενδεικτικά ερωτήματα που περιλαμβάνονταν στις μεταβλητές αυτές αναφορικά με την καταγραφή πρακτικών λεκτικής αλληλεπίδρασης ήταν: «Κάνει ο/η εκπαιδευτικός κλειστές ερωτήσεις που επιζητούν μια σωστή απάντηση και ελέγχουν τη γνώση και την ανάκληση πληροφοριών;» ή και «Ανατροφοδοτεί ο/η εκπαιδευτικός τις απαντήσεις των παιδιών εστιασμένα και όχι αόριστα;».

Για την ανάλυση των πρακτικών (ημιποσοτικά δεδομένα) υπολογίστηκε για κάθε εκπαιδευτικό, κατά τη λήξη του προγράμματος (ΛΠ) και για έναν χρόνο αργότερα, ο μέσος όρος (ΜΟ) της συχνότητας εμφάνισης της εκάστοτε πρακτικής από το σύνολο των διδασκαλιών κάθε φάσης βάσει των τιμών εμφάνισης των δύο μεταβλητών που την

αποτελούν. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η διαφορά του ΜΟ κάθε πρακτικής, μεταξύ της λήξης του προγράμματος (ΛΠ) σε σχέση με έναν χρόνο αργότερα, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο οι παρατηρούμενες αλλαγές κατά τη διάρκεια του προγράμματος παρέμειναν, επεκτάθηκαν ή και περιορίστηκαν. Τέλος, υπολογίστηκε η διαφορά του ΜΟ μεταξύ των δύο μεταβλητών, ώστε να διαπιστωθεί ποιος τύπος ΛΑ ήταν κυρίαρχος (παραδοσιακή ή καινοτομική ΛΑ).

### Αποτελέσματα

Οι πρακτικές των εκπαιδευτικών κατά τη λήξη του προγράμματος ανέδειξαν διαφορές μεταξύ των δύο βαθμίδων. Ειδικότερα, όπως μπορούμε να δούμε από τον Πίνακα 1 που ακολουθεί, οι Εκπαιδευτικοί 1 & 2 (πρωτοβάθμιας) εμφανίζουν τιμές πρακτικών λεκτικής αλληλεπίδρασης παραδοσιακού χαρακτήρα, που υπερτερούν σε σύγκριση με τις αντίστοιχες καινοτομικές. Αντιθέτως, στην περίπτωση των Εκπαιδευτικών 3 & 4 (δευτεροβάθμιας) η συχνότητα εμφάνισης καινοτομικών πρακτικών κατά τη λήξη υπερτερεί έναντι των παραδοσιακών.

Έναν χρόνο αργότερα, διαπιστώθηκε ότι οι πρακτικές ΛΑ των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Εκπαιδευτικοί 1 & 2) εμφάνισαν κυρίαρχα καινοτομικό χαρακτήρα. Αντιστοίχως, αναφορικά με τους συμμετέχοντες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ο εκπαιδευτικός 4 διατήρησε τον καινοτομικό χαρακτήρα των πρακτικών του, ενώ ο εκπαιδευτικός 3 εμφάνισε οπισθοδρόμηση σε παραδοσιακές πρακτικές ΛΑ.

Λεκτική Αλληλεπίδραση	Εκπ/κός 1	Εκπ/κός 2	Εκπ/κός 3	Εκπ/κός 4
1.1 Παραδοσιακή ΛΑ (ΛΠ)	<b>2.00</b>	<b>2.25</b>	1.92	1.70
1.2 Καινοτομική ΛΑ (ΛΠ)	1.59	1.94	<b>2.26</b>	<b>2.40</b>
<b>Κυρίαρχος τύπος - Διαφορά ΜΟ 1.2- 1.1 (ΛΠ)</b>	<b>-0.41</b> Παραδοσιακός	<b>-0.31</b> Παραδοσιακός	<b>0.34</b> Καινοτομικός	<b>0.70</b> Καινοτομικός
1.1 Παραδοσιακή ΛΑ (1 χρόνος μετά)	1.33	1.33	<b>2.67</b>	1.25
1.2 Καινοτομική ΛΑ (1 χρόνος μετά)	<b>1.50</b>	<b>2.13</b>	1.25	<b>1.50</b>
<b>Κυρίαρχος τύπος - Διαφορά ΜΟ 1.2- 1.1 (1 χρόνος μετά)</b>	<b>0.17</b> Καινοτομικός	<b>0.80</b> Καινοτομικός	<b>-1.42</b> Παραδοσιακός	<b>0.25</b> Καινοτομικός

Πίνακας 30 Πρακτικές Λεκτικής Αλληλεπίδρασης Εκπαιδευτικών

Συνεπώς, με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, οι πρακτικές λεκτικής αλληλεπίδρασης των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα ΕΑ, τροποποιήθηκαν έναν χρόνο μετά την ολοκλήρωσή του. Οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας φαίνεται πως εξέλιξαν περαιτέρω τις πρακτικές τους εμπλουτίζοντάς τες με στοιχεία καινοτομίας, τα οποία όμως διατηρήθηκαν μόνο σε έναν από τους συμμετέχοντες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

## Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα, αναδεικνύονται διαφορές μεταξύ των δύο βαθμίδων εκπαίδευσης κατά τη ΛΠ, οι οποίες επιβεβαιώνουν τις διαπιστώσεις και άλλων ερευνών, που αναφέρουν ότι ο παραδοσιακός χαρακτήρας της λεκτικής αλληλεπίδρασης σε επίπεδο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κυριαρχεί στα 2/3 της διδασκαλίας (Goronga, 2013). Μάλιστα, γνωρίζουμε ότι στις περιπτώσεις όπου οι μαθητές δεν έχουν συνηθίσει να εργάζονται με τρόπο ομαδικό, αναλώνουν τον χρόνο που έχουν για να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους με μη παραγωγικό τρόπο (Lehesvuori et al., 2019).

Επιπλέον, τα αποτελέσματα των πρωτοβάθμιων εκπαιδευτικών αποτελούν ισχυρή ένδειξη ότι ο διερευνητικός χαρακτήρας της διδασκαλίας δεν διασφαλίζει απαραίτητα την κυριαρχία καινοτομικών στρατηγικών λεκτικής αλληλεπίδρασης. Το γεγονός επιβεβαιώνεται και από άλλες μελέτες (Furtak, 2006 · Roehrig & Luft, 2004), όπου διαπιστώθηκε ότι παρά τις ποικίλες προτεινόμενες μεθόδους προσέγγισης των διερευνητικών διαδικασιών, δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο να υπάρχει δυσκολία στο να μπορέσουν να εκπαιδευτούν οι μαθητές για να είναι σε θέση να επιχειρηματολογήσουν σε μια βάση αλληλεπίδρασης και ταυτόχρονα να περιορίσουν τη συνήθη πρακτική του να παρέχουν άμεσα τις «σωστές» απαντήσεις. Τέλος, έχει βρεθεί ότι η λεκτική αλληλεπίδραση συχνά παρουσιάζεται εμφανώς μικρότερη σε επίπεδο ολομέλειας σε σχέση με αυτή μεταξύ των μελών των ομάδων, καθώς η πλειοψηφία των ερωτημάτων που συνήθως τίθενται στον εκπαιδευτικό από τους μαθητές σε ένα διερευνητικό πλαίσιο διδασκαλίας είναι κυρίως διαδικαστικού τύπου (Krystyniak & Heikkinen, 2007).

Έναν χρόνο αργότερα τροποποιήθηκε ο τύπος της λεκτικής αλληλεπίδρασης για τους τρεις από τους τέσσερις εκπαιδευτικούς (Εκπαιδευτικοί 1, 2 & 3). Το γεγονός αυτό μπορεί να σχετίζεται με τις διαφορετικές μαθητικές ομάδες που είχαν να διαχειριστούν οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί σε αυτή τη φάση συγκριτικά με τη ΛΠ. Σύμφωνα με τους Smart & Marshall (2013), το είδος της ΛΑ που επιλέγει να δρομολογήσει ο εκπαιδευτικός, συνδέεται άμεσα με τη γνωστική αντίληψη και τη στάση των εκάστοτε μαθητών. Μια άλλη αιτία για τη διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων μπορεί να αποτελεί η διαπίστωση ότι το είδος της λεκτικής αλληλεπίδρασης που είναι κάθε φορά κυρίαρχο, σχετίζεται με το είδος των δραστηριοτήτων που εμπλέκονται οι μαθητές, σε συνδυασμό με τους στόχους που θέτει ο εκπαιδευτικός (Lehesvuori et al., 2019). Με την ολοκλήρωση της ΛΠ, οι αναστοχαστικές διεργασίες που ακολούθησαν άσκησαν εμφανή επίδραση στην αναμόρφωση των πρακτικών ΛΑ των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας έναν χρόνο αργότερα. Έχει βρεθεί ότι η ενημέρωση των εκπαιδευτικών σχετικά με την επίδραση που μπορεί να έχει το είδος της ΛΑ που επιλέγουν, συμβάλει σε μια περισσότερο μαθητοκεντρική επικοινωνία στην τάξη, όπως αυτή που παρατηρήθηκε στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας έναν χρόνο μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος (Smart & Marshall, 2013).

## Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών

έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 1828)

## Βιβλιογραφία

- Ματσαγγούρας, Η. (2001). Στρατηγικές Διδασκαλίας: Από την πληροφόρηση στην Κριτική Σκέψη. Gutenberg.
- Τσαλίκη, Χ., Παπαδοπούλου, Π., Μαλανδράκης, Γ., & Καριώτογλου, Π. (2020). Συνέπεια απόψεων και πρακτικών εκπαιδευτικών μετά από πρόγραμμα επαγγελματικής μάθησης Φυσικών Επιστημών. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης, & Π. Καριώτογλου, (Επιμ.), Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. *Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αιώνα* (σελ. 472-479). Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4
- Χανιωτάκης, Ν. (2007). Λεκτική επικοινωνία στη σχολική τάξη: η ερώτηση του μαθητή. *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, 7, 206-225. <https://doi.org/10.12681/icw.18232>
- Chin, C. (2006). Classroom interaction in science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1315-1346. <https://doi.org/10.1080/09500690600621100>
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 8–15. <https://doi.org/10.1002/tea.20171>
- Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453-467. <https://doi.org/10.1002/scce.20130>
- Goronga, P. (2013). The nature and quality of classroom verbal interaction: Implications for primary school teachers in Zimbabwe. *Academic Research International*, 4(2), 431. ISSN-L: 2223-9553, ISSN: 2223-9944
- Krystyniak, R. A., & Heikkinen, H. W. (2007). Analysis of verbal interactions during an extended, open-inquiry general chemistry laboratory investigation. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(8), 1160-1186. <https://doi.org/10.1002/tea.20218>
- Lehesvuori, S., Hähkiöniemi, M., Viiri, J., Nieminen, P., Jokiranta, K., & Hiltunen, J. (2019). Teacher orchestration of classroom interaction in science: exploring dialogic and authoritative passages in whole-class discussions. *International Journal of Science Education*, 41(17), 2557-2578. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1689586>
- Littleton, K., & Kerawalla, L. (2012). Trajectories of inquiry learning. In K. Littleton, E. Scanlon, & M. Sharples (Eds.), *Orchestrating inquiry learning* (pp. 31–47). Routledge. ISBN9780203136195
- Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(4), 422-453. <https://doi.org/10.1002/tea.20345>
- Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3-24. <https://doi.org/10.1080/0950069022000070261>
- Smart, J. B., & Marshall, J. C. (2013). Interactions between classroom discourse, teacher questioning, and student cognitive engagement in middle school science. *Journal of Science Teacher Education*, 24(2), 249-267. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9297-9>
- Tsaliki, C., Papadopoulou, P., Malandrakis, G., & Kariotoglou, P. (2022). Evaluating Inquiry Practices: Can a Professional Development Program Reform Science Teachers' Practices?

Journal of Science Teacher Education, 33(8), 815-836.  
<https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.2005229>

## ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΣΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

### Αναλυτικό πρόγραμμα

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 09:00 – 09:30

Χαιρετισμοί:

Καθ. Άννα Σπύρτου

Πρόεδρος της ΕΝΕΦΕΤ

Καθ. Κωνσταντίνος Σκορδούλης

Πρόεδρος της Οργανωτικής Επιτροπής του Συνεδρίου

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 09:30 – 11:30

## ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ 1

### ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.1

#### ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

Ηλίας Κοτσιφάκος, Δημήτριος Κοτσιφάκος

*Αντιλήψεις και συλλογισμοί για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών και την περιβαλλοντική εκπαίδευση πάνω σε ένα κείμενο του Κωστή Παλαμά*

Μαρία Μαυρίδη, Κατερίνα Σάλτα, Θωμάς Μαυρομούστακος

*Πώς η κοινωνικο-επιστημονική πλαισίωση επηρεάζει την πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών μαθητών Λυκείου*

Ναταλία Διονυσίου, Θεόδωρος Πιερράτος

*Διδάσκοντας Φυσική στο Δημοτικό Σχολείο παίζοντας στην αυλή: γνώσεις και στάσεις υποψηφίων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών για τη βιωματική μάθηση και διδασκαλία*

Αγγελική Βουδούρη, Γεώργιος Πολύδωρος

*Ενσωμάτωση των ΤΠΕ στο δημοτικό σχολείο στο μάθημα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης*

Μαρία-Παναγιώτα Βλαχολιά, Χρύσα Τζουγκράκη

***Διερεύνηση της υιοθέτησης οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών κατά την επίλυση προβλημάτων Οργανικής Χημείας***

Μαρία Μάντζιου

***Απόψεις εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη συμβολή της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών***

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.2**

**ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

Γιώργος Νατσιόπουλος, Μαυροειδής Αγγελακέρης

***Ο κόσμος του Μαγνητισμού***

Καλλιόπη Κανάκη, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

***Έλεγχος συσχέτισης της υπολογιστικής σκέψης και των μαθησιακών επιδόσεων στις Φυσικές Επιστήμες, στις δύο πρώτες τάξεις του Δημοτικού***

Πανδώρα Δορούκα, Σταμάτιος Παπαδάκης, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

***Νανο-εγγραμματοσμός στην πρώιμη παιδική ηλικία με διεπιστημονικές ψηφιακές εφαρμογές ως απόρροια της πανδημίας: Πιλοτική εφαρμογή σε παιδιά***

Ιωάννα Ρεπανίδου, Νικόλαος Λαμπρινός

***Η μαγεία της μέτρησης αποστάσεων στους παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες: Πιλοτική εφαρμογή και βιωματικές προσεγγίσεις στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση***

Παναγιώτης Ταμπάκης, Στέφανος Ασημόπουλος

***Νοητικά μοντέλα υποψήφιων δασκάλων σχετικά με το φαινόμενο της παλίστροφιας μέσα από την εφαρμογή μιας διδακτικής ακολουθίας που ακολουθεί τις αρχές του διδακτικού πειράματος***

Νεφέλη Μαραζοπούλου, Ιωάννης Σταράκης, Παρασκευή Ανεβλαβή, Άννα Αργυράκη, Μαρία Ασπιώτη, Ειρήνη Ασπρομμάτη, Δήμητρα Βουλγαρίνα, Αλεξάνδρα Γιαννοπούλου, Μελίνα Γιαννοπούλου, Ουζουν Ογλου Γκιουλσούμ, Μαρία-Χρυσούλα Δημητράκου, Ευαγγελία Δούκα, Ξένη Ερωτίδη, Θεοδώρα Κοκολιού, Αγγελική Κοτταρά, Θεοδώρα-Νεφέλη Μανιατά, Χριστίνα Μαχραμα, Βασιλική Μποτονάκη, Όλγα Μπουρλούτσκα, Σταματίνα Παπαδημητρίου, Σοφία Σκληρού, Χριστίανα Τσούση, Μαρία Φιλίππου, Γεωργία Χατζάκη, Δήμητρα Χριστοπούλου

***Οι αντιλήψεις μαθητών προσχολικής ηλικίας για τις Φαινόμενες Κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης***



### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.3**

**ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ  
ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ  
ΕΞ' ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠ/ΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

Κατερίνα Σάλτα, Κατερίνα Πασχαλίδου, Μαρία Τσέτσερη, Διονύσιος Κουλουγλιώτης

***Εξ' αποστάσεως διδασκαλία μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: Διερεύνηση απόψεων φοιτητών δύο Ελληνικών Πανεπιστημίων***

Σταύρος Κουκιόγλου, Δημήτριος Ψύλλος

***Διάκριση Οπτικών Αναπαραστάσεων σε Επιστημονικά Μοντέλα***

Ελευθερία Παπαδέλη, Ελένη Τσακνίδου, Ευαγγελία Μαυρικάκη

***Σχεδιασμός, δημιουργία & πιλοτική χρήση διδακτικού πακέτου για τη διδασκαλία της ενότητας της Γενετικής στη Βιολογία Γ' Γυμνασίου***

Χριστίνα Σταύρου

***Προωθώντας αλλαγή στις γνώσεις και δεξιότητες των εκπαιδευτικών στη Διαμορφωτική Αξιολόγηση στις Φυσικές Επιστήμες***

Δέσποινα Μοσχούρη, Χαρίτων Πολάτογλου

***Κλίμα και κλιματική αλλαγή: Εφαρμογή και αξιολόγηση διαμορφωτικής διδακτικής παρέμβασης, με τη μέθοδο του Εργαστηρίου Αλλαγής, σε μαθητές Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης***

Γεώργιος Πολύδωρος

***Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο: Προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί***

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.4**

**ΔΙΔΑΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ  
ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ  
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ**

Νικόλαος Γαλάνης, Γεώργιος Μαλανδράκης

***Η λανθάνουσα κατανόηση της έννοιας του Αποτυπώματος Άνθρακα από μαθητές/τριες Γυμνασίου***

Νίκος Βουδρισλής, Νίκος Λαμπρινός

**Γεωγραφική Εκπαίδευση και Περιβαλλοντική Δικαιοσύνη**

Θεοδώρα Χαμπίδου, Χαρίτων Πολλάτογλου

**Μελετώντας το ενεργειακό σπίτι: μια διδακτική παρέμβαση, σε μαθητές Λυκείου**

Λεμονιά Αντώνογλου, Κατερίνα Σάλτα, Διονύσιος Κουλουγλιώτης

**Τα επιχειρήματα μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ανακύκλωση των υλικών: Επίδραση των κινήτρων των μαθητών.**

Αικατερίνη Παππά, Δημήτριος Κεφάλας, Ηλίας Μαυροματίδης, Πέτρος Κατσαφάδος

**Ανάπτυξη σειράς εργαστηριακών ασκήσεων Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματικής Αλλαγής στο Τμήμα Γεωγραφίας του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου**

Κωνσταντίνα Τάσιου, Γιώργος Μαλανδράκης

**Διερεύνηση της λανθάνουσας κατανόησης της έννοιας του αποτυπώματος νερού από υποψήφιους εκπαιδευτικούς.**

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.5**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

Αναστασία Αγγελούδη, Γεώργιος Παπαγεωργίου

**Επιχειρηματολογία μαθητών Ε΄ δημοτικού για το φαινόμενο της εξάτμισης - Μια διδακτική παρέμβαση**

Γεώργιος Παπαγεωργίου, Νικόλαος Ζαρκάδης

**Οπτικές αναπαραστάσεις της δομής του ατόμου από μαθητές Λυκείου: Η επίδραση της κατανόησης των κβαντικών αριθμών**

Νικόλαος Ζαρκάδης, Γεώργιος Παπαγεωργίου

**Ερμηνείες απλών φυσικών φαινομένων – Η αξιοποίηση σωματιδιακών ιδεών από μελλοντικούς νηπιαγωγούς**

Ιωάννης Καρδαράς, Μαρία Καλλέρη

**Η διδασκαλία του μοντέλου του Bohr με τη χρήση γραμμικών φασμάτων**

Γεωργία Τόλη, Μαρία Καλλέρη

**Η επίδραση της αυτοαποτελεσματικότητας των μαθητών στη μάθησή τους στη φυσική: η περίπτωση της έννοιας της ενέργειας**

Γιούλη Βαϊοπούλου, Ελένη Κανελλιά, Δημήτριος Σταμοβλάσης, Γεώργιος Παπαγεωργίου

**Αντιλήψεις μαθητών Δημοτικού για τη Δύναμη: Μια ποιοτική προσέγγιση για τον έλεγχο της συνέπειας εντός πλαισίου**

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 11:30 – 13:30

## ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ 2

### ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.1

#### ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΦΙΣΩΝ (POSTERS)

Δημήτρης Κόρακας

***ISTE – Μια νέα διδακτική προσέγγιση με εντυπωσιακά πειράματα***

***στις Φυσικές Επιστήμες. Μια εφαρμογή της ISTE στη διδασκαλία της καύσης στο Λύκειο***

Σωτήριος Μανδαλίδης, Φανή Σέρογλου

***Η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης για τη μάθηση στις φυσικές επιστήμες. Μία ιστορική και εννοιολογική αναδρομή***

Δήμητρα Καζαντζίδου, Κωνσταντίνος Κώτσης

***Αναπαράσταση της φύσης του στρατοσφαιρικού όζοντος σε παιδικά βιβλία μυθοπλασίας, με θέμα την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος***

Χρυσούλα Γκουντούλα, Αναστάσιος Ζουπίδης

***Απόψεις και δυσκολίες των εκπαιδευτικών στην ενσωμάτωση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στη διδασκαλία ΦΕ: Μία συστηματική ανασκόπηση***

Μαριάννα Σωτηρία Παπανικολάου, Κατερίνα Πλακίτση, Λεωνίδας Γαβρίλας, Κωνσταντίνος Κώτσης

***Διερεύνηση ιδεών μαθητών προσχολικής ηλικίας γύρω από έννοιες Φυσικών Επιστημών αναφορικά με την κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων***

### ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.2

#### ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

Γεώργιος Κρητικός, Ανδρέας Μούτσιος-Ρέντζος, Φραγκίσκος Καλαβάσης

***Διαχείριση της σημειογραφίας κλάσματος κατά την επίλυση προβλημάτων Φυσικής από πρωτοετείς φοιτητές/τριες Παιδαγωγικών Τμημάτων***

Παναγιώτης Ρήγας, Κατερίνα Σάλτα, Κατερίνα Πασχαλίδου, Κωνσταντίνος Μεθενίτης

***Συλλογισμοί φοιτητών κατά την επίλυση προβλημάτων σχετικών με τα διαλύματα, τη διαλυτότητα και την ανακρυστάλλωση***

Γεώργιος Αμπατζίδης, Χρυσή Καραπαναγιώτη

***Ανάλυση εργαστηριακών δραστηριοτήτων σχεδιασμένων από φοιτητές για τη διδασκαλία εννοιών χημείας***

Ιωάννης Βλάχος, Γεώργιος Στύλος, Κωνσταντίνος Κώτσης

***Στάσεις εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για την αξιοποίηση των πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής***

Ιωάννης Μυγδανάλευρος, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

***Εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών Τμήματος Φυσικής, κατά τη διάρκεια των σπουδών τους, για τη ραδιενέργεια***

Λεωνίδας Γαβρίλας, Παναγιώτης Γκόντας, Κωνσταντίνος Κώτσης

***Διερεύνηση συσχέτισης της κατεύθυνσης σπουδών στο λύκειο με τις αντιλήψεις φοιτητών για την Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων και των ασύρματων δικτύων***

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.3**

### **ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

Μαρία Βλάχου, Δημήτρης Σταμοβλάσης

***Διερεύνηση της συνεκτικότητας της γνώσης των μαθητών Γυμνασίου για τα θερμικά φαινόμενα με χρήση της Ανάλυσης Λανθανουσών Τάξεων***

Χρύσα Καραγιάννη, Δημήτριος Ψύλλος

***Ρητή διδασκαλία της διαμόρφωσης ερωτήματος μέσα από μία ρητή ή υπόρρητη διδασκαλία για τη φύση της διερεύνησης***

Αθανάσιος Ταραμόπουλος, Δημήτριος Ψύλλος

***Μελέτη της ανάπτυξης δεξιοτήτων πειραματισμού σε μαθητές Λυκείου***

Κώστας Ναούμ, Βασίλης Κόλλιας

***Στήριξη της επιχειρηματολόγησης στη Μηχανική: Η επίδραση σε μέτριες και αδύνατες μαθήτριες\* της Β΄ Γυμνασίου***

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.4**

### **ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

#### **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ**

Σωτήριος Μανδαλίδης, Φανή Σέρογλου

***Ο ρόλος της κριτικής σκέψης στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες στην κοινωνία του 21ου αιώνα.***

Ευθυμία Μπαλτσιώτη, Μαριάννα Καλαϊτζιδάκη

***Η Διερεύνηση της Περιβαλλοντικής πολιτότητας φοιτητών και φοιτητριών δασκάλων***

Δήμητρα Καζαντζίδου, Κωνσταντίνος Κώτσης

***Αναπαράσταση του μηχανισμού παγκόσμιας υπερθέρμανσης σε παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα τη διαταραχή του φαινομένου του θερμοκηπίου***

Σούδη Αντωνία

***«Οι βοηθοί του Iron-man»: μια διδακτική πρόταση για τον μαγνητισμό στο Νηπιαγωγείο και τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού (ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ)***

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.5**

### **ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΕ STEM**

Νικόλαος Σιδηρόπουλος, Βαγγέλης Άλτας, Παναγιώτης Βεργεράκης, Αριστείδης Γιακουμάκης, Νατάσα Νικολακάκη, Δημήτριος Σισμανίδης

***Εκπαιδευτικές Εφαρμογές με την Επιστημολογία STEM: το «έξυπνο» θερμοκήπιο***

Αργύρης Νιπυράκης, Δημήτρης Σταύρου

***Σχεδιασμός και ανάπτυξη STEM διδασκαλιών στο αντικείμενο της Νανοεπιστήμης - Νανοτεχνολογίας***

Γεωργία Μάρκου, Πολύμνια Παναγιωτάκη, Αικατερίνη Ι.Σ. Βλαχάκη, Ελένη-Ευανθία Μενιουδάκη, Μαρία Σταθοπούλου, Γεώργιος Τσαλμπούρης

***Αυτόματο Αεροπλάνο Περιβαλλοντολογικού Ελέγχου***

Αβραάμ Αποστολακάκης, Μαρία Δακανάλη, Μιχάλης Κοντοπόδης, Ελένη Κορακάκη, Ειρήνη Περυσινάκη, Σοφία Κασωτάκη, Άννα Παντελάκη

***Μνήμη Flash - προσομοίωμα STEM κατασκευής***

Μαρία Τοπολιάτη, Κατερίνα Πλακίτση

***Μελετώντας τον πλανήτη Γη και το διάστημα μέσα από την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και της εκπαίδευσης STEAM σε δια ζώσης και εξ αποστάσεως διδασκαλία***

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 13:30 – 15:30

## ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ 3

### ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.1

#### ΣΥΜΠΟΣΙΟ: Απόψεις και Πρακτικές εκπαιδευτικών για τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση

Διοργάνωση: Πέτρος Καριώτογλου, Αναστάσιος Ζουπίδης, Συζητητής: Βασίλης Τσελφές

Αναστάσιος Ζουπίδης

*Η επίδραση των πεποιθήσεων μελλοντικών Νηπιαγωγών στην πρόθεσή τους να ενσωματώσουν διερευνητικές διδακτικές μεθόδους στη διδασκαλία τους*

Μαρία Καρνέζου, Πέτρος Καριώτογλου

*Απόψεις και πρακτικές διευκολυντών για τη διερεύνηση στην μη τυπική εκπαίδευση*

Χριστίνα Δημητρίου Τσαλίκη, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Γεώργιος Μαλανδράκης

*Εξέλιξη πρακτικών εκπαιδευτικών για τη λεκτική αλληλεπίδραση ως αποτέλεσμα προγράμματος Επαγγελματικής Ανάπτυξης*

### ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.2

#### ΣΥΜΠΟΣΙΟ: Δεξιότητες STEAM του 21ου αιώνα και κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες: Ένα πεδίο σύνθεσης επιστημονικών πειθαρχιών, πλαισίων ανάπτυξης, εργαλείων σχεδιασμού και καλών πρακτικών

Διοργάνωση: Ευθύμιος Σταμούλης, Συζητήτρια: Κατερίνα Πλακίτση

Ευθύμιος Σταμούλης, Παναγιώτης Πήλιουρας

*Σχεδιασμός επιμορφωτικού προγράμματος υπό το πρίσμα των κοινωνικοπολιτισμικών θεωριών με την ανάπτυξη του εργαλείου SCOPES*

Μαριάνθη Ν. Νάστου, Γεώργιος Κουκούλης, Κατερίνα Πλακίτση

*Εκπαίδευση μέσω επεκτατικής μάθησης στη Διδακτική Φυσικών Επιστημών υπό το μεθοδολογικό εργαλείο SCOPES*

Γεώργιος Κουκούλης, Νικόλαος Κολιός, Γεώργιος Ευθυμίου, Ευθύμιος Σταμούλης, Κατερίνα Πλακίτση

*Σχεδίαση και Ανάπτυξη εργαλειοθήκης σχετικά με την Ενεργειακή αποδοτικότητα με τη χρήση του εργαλείου SCOPES*

Γλυκερία Φραγκιαδάκη, Κωνσταντίνος Ραβάνης

***Συνδέοντας το γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών με την κοινωνική και πολιτισμική πραγματικότητα και τα ενδιαφέροντα του παιδιού***

Ελένη Κολοκούρη, Αθηνά – Χριστίνα Κορνελάκη, Γιώργος Ευθυμίου

***Κατάρτιση εκπαιδευτικών στις δεξιότητες του 21ου αιώνα: Η έρευνα ανάλυσης αναγκών***

## ΔΙΑ ΖΩΣΗΣ ΣΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

### Αναλυτικό πρόγραμμα

Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2021, 14:00 – 16:00

#### Προσυνεδριακές δραστηριότητες

**Το πρόγραμμα IDENTITIES: Διεπιστημονικότητα σε STEM πεδία**

Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης

**Το πρόγραμμα STEM-DIGITALIS: Εξ αποστάσεως διδασκαλία σύγχρονων STEM θεμάτων στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση**

Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Αίθουσα Εργαστηρίου Φυσικής και Ρομποτικής, Αίθουσα Εργαστηρίου Υπολογιστών

16:00 – 18:00

Εγγραφές / Παραλαβή Υλικού

17:30 – 18:00

Κέρασμα – Καλωσόρισμα

18:00 – 19:00

#### Έναρξη Συνεδρίου / Χαιρετισμοί

19:00 – 20:30

ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ

Προσκεκλημένη Ομιλία 1 (διαδικτυακή)

Prof. Sibel Erduran

***How can science education prepare students and teachers for the future? The role of epistemic practices of science in education***

Προεδρείο: Δημήτρης Σταύρου

20:30

Προσφερόμενο δείπνο Συνεδρίου – Παραδοσιακή Ταβέρνα «Ο Γιάννης»



**Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021, 11:00 – 12:30**

Poster Session

Μιχάλης Κουκουλάκης, Αθανάσιος Μόγιας

***Οι Νέες Τεχνολογίες στην υπηρεσία ενδυνάμωσης του Θαλάσσιου Γραμματισμού σε μαθητές Γυμνασίου: Μελέτη περίπτωσης***

Χαρά Χρυσανθάκη, Αικατερίνη Κλωνάρη, Θεοδώρα Πετανίδου

***Δημιουργία διαθεματικού εκπαιδευτικού πακέτου για τις αναβαθμίδες καλλιέργειας για μαθητές/τριες σχολείων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής προσέγγισης Project-based learning***

Σπυριδούλα Γκιρεμέζη, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου

***Αξιολόγηση μαθητών Νηπιαγωγείου στο περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας: η χρήση του Makey-Makey***

Ηλίας Ζαφειριάδης, Σωτήριος Μανδηλιώτης

***Σύγχρονες εξ αποστάσεως εργαστηριακές ασκήσεις. Υλοποίηση και διδακτικός ρόλος***

Ανθή Οικονόμου, Ισμήνη Κλουκίνα, Μαρία Μιτή, Παναγιώτης Πήλιουρας, Μαργαρίτα Αριανούτσου

***«Λύματα χωρίς Προβλήματα»: Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα για τη Διαχείριση Λυμάτων***

Αναστασία Οικονόμου, Δημήτριος Αλεξίου, Λεωνίδα Μάνου

***Μελέτη των αρχικών ιδεών των φοιτητών/τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων για την αλλαγή των ιδιοτήτων των υλικών στη ναυοκλίμακα***

Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

***Χαρτογραφώντας την επιστημονική ταυτότητα Ινδών Σιχ μαθητών Επαγγελματικού Λυκείου***

Δημήτρης Χαλκίδης, Μαριάννα Παππά, Μαρία Μηνά, Βαλεντίνα-Ευαγγελία Κουμπενά

***Δραστηριότητες διερεύνησης για τη διδασκαλία της σημασίας και της υποβάθμισης των υγροτόπων της Αττικής***

Αργύρης Νιτυράκης, Αθανασία Κοκολάκη, Έμιλυ Μιχαηλίδη, Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Γιάννης Μεταξάς, Νίκος Καπελώνης, Κυριακή Δημητριάδη, Δημήτρης Σταύρου

***Η διεπιστημονική STEM προσέγγιση στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: Το πρόγραμμα IDENTITIES***

Ευαγγελία Βήτα, Μαρία Χαϊτίδου

***Ανάδειξη των όψεων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου κατά τη δράση: η περίπτωση της διδασκαλίας του φαινομένου του λωτού στην πρώτη βαθμίδα εκπαίδευσης***

Αθανασία Κοκολάκη, Αργύρης Νυτιράκης, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Ελένη Μποτζάκη, Μαρία Κενδριστάκη, Ελευθερία Δρακουλάκη, Χαρά Μπιτσάκη, Νίκος Καπελώνης, Δημήτρης Σταύρου

***Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση φοιτητών σε σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα: Το πρόγραμμα STEM – DIGITALIS***

Πηγή Δέσποινα Μπαρμπαρή, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Κοσμάς Γαζέας, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

***Άτυπες μορφές μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες: Εκπαιδευτική αξιοποίηση των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων***

12:30 – 14:00

#### **Διαδραστική Έκθεση Planets In Your Hand**

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Κοσμάς Γαζέας, Τμήμα Φυσικής, ΕΚΠΑ

14:00 – 15:00

Μεσημεριανό γεύμα

15:00 – 16:00

## **ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ 1**

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.1**

#### **ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

##### **ΑΙΘΟΥΣΑ 1**

Βασίλης Τσελφές, Αντιγόνη Παρούση

***Εννοιολογική αλλαγή και θεατρική έκφραση. Μια πραγματιστική προσέγγιση***

Κωνσταντίνος Αλεξόπουλος, Μαριάνθη Παρασκευοπούλου, Μιχαήλ Σκουμιός

***Αναπτύσσοντας τις ικανότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία επιστημονικών επιχειρημάτων για τους ηλεκτρομαγνήτες***

Γεώργιος Τσιφτσής, Κρυσταλλία Χαλκιά

***Η εξέλιξη της ομαδικής επιχειρηματολογίας προπτυχιακών φοιτητών και φοιτητριών μέσα από μια σειρά προβλημάτων Νευτώνειας Μηχανικής***

Μιχάλης Ιωάννου, Αθηνά Μουρουζίδου

***Εισαγωγή του Μηχανικού Σχεδιασμού στο Νηπιαγωγείο και το Δημοτικό Σχολείο μέσα από Παραμύθι (ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ)***

*Προεδρείο: Μιχαήλ Σκουμιός, Έμιλυ Μιχαηλίδη*

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.2**

**ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**

**ΑΙΘΟΥΣΑ 2**

Αγλαΐα Νικολοπούλου, Σοφία Φίλη, Μαγδαληνή Φούντα, Ιωάννης Σταράκης, Ντανιέλλα Αδάμου, Χριστίνα Αντωνοπούλου, Δήμητρα Αδαμοπούλου, Σοφία Βολακάκη, Νεκταρία Δημητρίου, Ναταλία Δημητροπούλου, Βασιλική Κανελοπούλου, Σοφία Καλοπήτα, Ντανιέλλα Κάπτζιου, Βικτωρία Καραμπούλη, Αφροδίτη Κατσορίδα, Ελένη Κωνσταντάρου, Χρήστος Μελισσόπουλος, Μιχαήλ Μελισσόπουλος, Καλλιόπη Μπουγιούρη, Ισμήνη Παναγιώτου, Θεμελίνα Πανατζή, Μαρία Σταματίνα Σιδέρη, Μαρία Τσακίρη, Μαρία Ιφιγένεια Τζάμου, Σοφία Τσώνη, Εμίνα Χομκο

***Αντιλήψεις μαθητών 5-7 ετών και 4ετών φοιτητών του Τ.Ε.Α.Π.Η Αθηνών για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον νυχτερινό ουρανό***

Σοφία Βουτσά, Γεώργιος Αμπατζίδης

***Διερεύνηση των αντιλήψεων και των νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών ηλικίας 11 – 13 χρονών, για το ηλεκτρικό ρεύμα και το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα***

Έμιλυ Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

***Ενισχύοντας τον αυτο-προσδιορισμό μαθητών δημοτικού σχολείου αγροτικών περιοχών ως προς την επιστήμη μέσα από την αλληλεπίδραση με επιστήμονες***

*Προεδρείο: Ιωάννης Σταράκης, Γιώργος Τσιφτσής*

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.3**

**ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ ΣΤΙΣ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

**ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**

**ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

**ΑΙΘΟΥΣΑ 3**

Αναστασία Φερεντίνου, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Διονύσης Βαβουγιός, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

***Η Συμβολή της Ιστορίας της Τεχνολογίας στην εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών στις Φυσικές Επιστήμες***

Ελένη Κασκαφέτου, Ευαγγελία Μαυρικάκη, Ναυσικά Καψαλά

***Αφήγηση ιστοριών από την ιστορία των Βιοεπιστημών στη διατροφική εκπαίδευση***

Αριστοτέλης Γκιόλμας, Παναγιώτης Λάζος, Βασίλειος Μιχαλόπουλος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Άνθιμος Χαλκίδης

***Διδασκαλία του πειράματος των δύο σχισμών του Young και του πειράματος των Davisson και Germer, σε εκπαιδευτικούς προπτυχιακού επιπέδου, με στόχο την κατανόηση της περίθλασης. Μία εμπειρική έρευνα***

*Προεδρείο: Αριστοτέλης Γκιόλμας, Αναστασία Φερεντίνου*

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.4**

### **ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 4

Ρήγας Νεοφώτιστος, Κρυσταλλία Χαλκιά, Ιωάννης Σταράκης

***Σελήνη: αυτόφωτη ή ετερόφωτη; Ιδέες μαθητών/τριών Δημοτικού***

Αλεξάνδρα Παρασκευοπούλου, Ιωάννης Σταράκης, Κρυσταλλία Χαλκιά

***Οι ιδέες μαθητών/τριών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την αλλαγή της διάρκειας της μέρας***

Αικατερίνη Σπανού, Ιωάννης Σταράκης, Κρυσταλλία Χαλκιά

***Ιδέες μαθητών και μαθητριών της Ε΄ Δημοτικού για το Διάστημα***

*Προεδρείο: Κρυσταλλία Χαλκιά, Αικατερίνη Σπανού*

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.5**

### **ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 5

Χρυσούλα Αικατερίνη Παλπάνη, Όλια Τσιβτανίδου

***Μελέτη των αντιλήψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης σε συνάρτηση με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειάς τους και τις ανησυχίες τους για διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης***

Αθανασία - Αντωνία Κοκολάκη, Δημήτρης Σταύρου

***Οι διδακτικές πρακτικές φοιτητών ΠΤΔΕ για τη διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων υπό το πρίσμα των επιστημολογικών τους πεποιθήσεων***

Γλυκερία Σκευά, Άννα Κλώθου, Αναστάσιος Ζουπίδης

***Απόψεις Εκπαιδευτικών ΠΕ04 για τη Φύση της Επιστήμης***

Παρασκευή Παπαβενετίου, Λία Γαλάνη, Μάρθα Γεωργίου

***Κοινωνικοεπιστημονική προσέγγιση της κλιματικής αλλαγής μέσω δορυφορικών εικόνων***

*Προεδρείο: Αναστάσιος Ζουπίδης, Χρυσούλα Παλπάνη*

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.6**

### **ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 6

Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Βασιλεία Χρηστίδου, Φωτεινή Μπονώτη

***Μέτρα προστασίας από την πανδημία COVID-19: Διερευνώντας την οπτική των παιδιών***

Αντωνία Ντρίνια, Αλέξανδρος Αμπράζης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

***Αντιλήψεις μαθητών Λυκείου σχετικά με την έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης και κατά πόσο τα φυτά μπορούν να συμβάλλουν σε αυτή.***

Παναγιώτα Χριστοδούλου, Δημήτριος Πνευματικός

***Η προσωπικότητα ενός Ρομπότ Κοινωνικής Αρωγής: Αναπαραστάσεις Μελών της Εκπαιδευτικής Κοινότητας***

Προεδρείο: Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Δημήτρης Πνευματικός

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.7**

### **ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 7

Νίκος Μαντέλας, Μαρία Γκουλέτσα, Ευαγγελία Μαυρικάκη

***Ο Ρόλος της Θρησκευτικότητας στην Αποδοχή της Εξέλιξης***

Θεόδωρος Ασλανίδης, Ευρυπίδης Χατζηκρανιώτης, Κώστας Χρυσάφης

***Η Συσχέτιση Χαρακτηριστικών της Μαθησιακής Διαδικασίας της Φυσικής στο Γυμνάσιο με τις Στάσεις και τις Πεποιθήσεις των Μαθητών και Μαθητριών των Δημόσιων Σχολείων της Κύπρου απέναντι στο Μάθημα και την Επιστήμη της Φυσικής***

Χριστίνα Ζωή Μπακάλη, Ντία Γαλανοπούλου

***Τα Φυσικά Προϊόντα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση***

Προεδρείο: Νίκος Μαντέλας, Θεόδωρος Ασλανίδης

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.8**

### **ΣΤΡΟΓΓΥΛΟ ΤΡΑΠΕΖΙ**

ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ ΜΑΡΑΣΛΕΙΟΥ

Αχιλλέας Μανδρίκας, Κατερίνα Μπαζίγου, Σταυρούλα Τριανταφύλλου, Θεολογία Αβδελλή, Συζητητής: Κώστας Σκορδούλης

***Διεπιστημονικότητα, συστημική προσέγγιση και κριτική σκέψη μέσω του εκπαιδευτικού υλικού «Αειφορία και COVID-19»***

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1.9**

### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

#### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ**

Παναγιώτης Λάζος, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

*Από το ηλεκτρικό χαλάζι του Volta στην οπτική ίνα του Tyndall: Αναπαράγοντας ιστορικά πειράματα στην τάξη με απλά υλικά.*

16:00 – 16:30

Διάλειμμα – Καφές

16:30 – 17:30

#### **ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ**

### Ανοικτή συζήτηση:

*«Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία – Ο ρόλος του περιοδικού της ΕΝΕΦΕΤ στις σύγχρονες προκλήσεις της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία σήμερα»*

Συντονιστής: Δημήτρης Σταύρου

17:30 – 18:00

Διάλειμμα – Καφές

18:00 – 19:00

#### **ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ**

### Εκδήλωση στη μνήμη του Ανδρέα Κασσέτα

Παρουσίαση του βιβλίου του *«Οι Έννοιες της Φυσικής και η Διδασκαλία τους»*

Ομιλητές: Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Στελλίνα Χριστοπούλου, Παύλος Τζαμαλής

19:00 – 19:30

Διάλειμμα

19:30 – 21:00

#### **ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ**

### Προσκεκλημένη Ομιλία 2

**Prof. Peter Heering, «His story and her story: Using StoryTelling in science education»**

Προεδρείο: Κώστας Σκορδούλης

21:00

Δεξίωση στο χώρο του Μαρασλείου

**Κυριακή 21 Νοεμβρίου 2021, 9:30 – 11:00**

## ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ 2

### ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.1

ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

Ελένη Μποτζάκη, Σταύρου Δημήτρης

***Ανάπτυξη και Αξιολόγηση ψηφιακού διδακτικού υλικού για την Κλιματική Αλλαγή με βάση αρχές Μικτής Μάθησης***

Μαρία Κενδριστάκη, Σταύρου Δημήτρης

***Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία σε χώρους μη τυπικής μάθησης***

Ιωάννα Σταύρου, Αχιλλέας Μανδρίκας, Κυριάκος Κυριακού, Κωνσταντίνα Στεφανίδου,  
Κωνσταντίνος Σκορδούλης

***Οι απόψεις μαθητών Β/θμιας εκπαίδευσης για την εξ αποστάσεως διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη διάρκεια της πανδημίας COVID-19***

Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης,, Στυλιανή Κλαυδιανού

***Επίλυση ασκήσεων με διερεύνηση μέσω μιας εφαρμογής κινητού τηλεφώνου***

Προεδρείο: Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης, Ελένη Μποτζάκη

### ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.2

ΑΤΥΠΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΑΙΘΟΥΣΑ 2

Ιωάννης Μπρούζος, Κρυσταλλία Χαλκιά

***Κριτήρια επιλογών βίντεο στο YouTube από μαθητές και μαθήτριες προκειμένου να εξηγήσουν την έννοια του ατόμου***

Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Παναγιώτης Λάζος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

***Η προσέγγιση των φοιτητριών του ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ στην ανάδειξη ιστορικών επιστημονικών οργάνων της συλλογής του Μαρασλείου ή «Όταν ο Edison συνάντησε τον Wheatstone στο Μαρασλείο»***

Μαρία Παναγοπούλου, Κοσμάς Γαζέας, Κωνσταντίνα Στεφανίδου

***Planets In Your Hand: Μία διαδραστική έκθεση του Ηλιακού Συστήματος για τους πολίτες***

Προεδρείο: Κοσμάς Γαζέας, Ιωάννης Μπρούζος

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.3**

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ

ΑΙΘΟΥΣΑ 3

Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Αριστοτέλης Γκιόλμας

***Ρύπανση ή Μόλυνση; Μια διερευνητική διδακτική προσέγγιση που συνδέει τις έννοιες με την ανθρώπινη υγεία***

Ηλίας Μπόικος, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

***Η Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη μέσα από ένα Μοντέλο για την Ανθρώπινη Ανάπτυξη***

Ηλίας Μπόικος, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

***Συμμετοχικός Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες μέσω των Στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης και της Επίλυσης Προβλήματος***

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.4**

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΑΙΘΟΥΣΑ 4

Μάριος Παπαευριπίδου, Υβόνη Παύλου, Ελευθερία Τσουρλιδάκη, Ζαχαρίας Ζαχαρία

***Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για Προώθηση της Εκπαίδευσης STEAM και της Διεπιστημονικής Μάθησης στο Πλαίσιο του Προγράμματος Polar Star***

Αικατερίνη Διδασκάλου, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

***Αρχές κατασκευής βασικών δομών μιας γέφυρας, μέσω μιας δραστηριότητας STEM***

Περιστέρα Γιαλαβουζίδου, Χαρίτων Πολάτογλου

***Ιστορικά πειράματα Γαλιλαίου με εκπαιδευτική ρομποτική στο πλαίσιο του «Change Laboratory»***

Προεδρείο: Χαρίτων Πολάτογλου, Υβόνη Παύλου



## ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.5

### ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

ΑΙΘΟΥΣΑ 5

Βάια Μπακάλη, Στέφανος Ασημόπουλος

***Αναδόμηση ενός εκπαιδευτικού μοντέλου μικροσκοπικής προσέγγισης της εντροπίας μέσω του παραδείγματος της διάχυσης***

Γεώργιος Οικονομίδης, Ελένη Πετρίδου, Σαπφώ Φωτιάδου, Αναστάσιος Μολοχίδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

***Ανάπτυξη της δεξιότητας της παραμετροποίησης μέσα από διερευνητικά ψηφιακά φύλλα εργασίας***

Αριστείδης Ταυλόπουλος, Αναστάσιος Ζουπίδης

***Δυσκολίες των μαθητών Λυκείου στην κατανόηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών***

Αναστάσιος Ζουπίδης

***Μια ακολουθία δραστηριοτήτων για την εισαγωγή στοιχείων της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών: η διαδικασία βελτίωσης της***

Προεδρείο: Αναστάσιος Ζουπίδης, Βάια Μπακάλη

## ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.6

### ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΑΙΘΟΥΣΑ 6

Γεωργία Μακρή, Άννα Κουκά

***Προς αξιοποίηση των Κοινωνικο- επιστημονικών ζητημάτων στη διδασκαλία της Χημείας Β' Λυκείου: Διερεύνηση αντιλήψεων και επιμόρφωση εκπαιδευτικών***

Ελισάβετ Μίχα, Ιωάννης Σταράκης, Κρυσταλλία Χαλκιά

***«Αναζητώντας τη Σελήνη»: μια διδακτική παρέμβαση με βάση την παρατήρηση για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον ουράνιο θόλο κατά τη διάρκεια ενός μήνα***

Ιωάννης Σταράκης, Παναγιώτης Παντίδος, Κρυσταλλία Χαλκιά

***Ενσώματες προσεγγίσεις της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης στο πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος: μελέτη περίπτωσης***

Ιωάννα Καπογιάννη, Μιχαήλ Σκουμιός

***Η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για το εκκρεμές στις ικανότητες των μαθητών του Γυμνασίου να σχεδιάζουν επιστημονικές διερευνήσεις***

Προεδρείο: Παναγιώτης Παντίδος, Μιχαήλ Σκουμιός

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2.7**

### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Παύλος Τζαμαλής, Σεραφείμ Τσούκος, Παναγιώτης Λάζος, Αλέξανδρος Κατέρης, Αθανάσιος Βελέντζας

***Εργαστήριο φυσικής με τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Η περίπτωση της εφαρμογής Rhyrhox***

11:00 – 11:30

Διάλειμμα – Καφές

11:30 – 13:30

Συνέλευση – Εκλογές για την ανάδειξη Διοικητικού Συμβουλίου

13:30 – 15:00

## **ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ 3**

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.1**

#### **ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

Ειρήνη Φουλίδου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου

***Ένα ψηφιακό φυτολόγιο στο δημοτικό σχολείο: Η περίπτωση του φαινομένου του λωτού***

Ασημένια Βησσαρίτη, Ιωάννης Μεταξάς, Έμιλυ Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

***Ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για την Κλιματική Αλλαγή***

Μαρία – Ιωάννα Μαγκούτα, Έμιλυ Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

***Ανάπτυξη ψηφιακού διδακτικού υλικού για τη διαπραγμάτευση φυσικών φαινομένων με βάση τις αρχές της διερευνητικής και πλαισιοθετημένης μάθησης***

*Προεδρείο: Δημήτρης Σταύρου, Ειρήνη Φουλίδου*

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.2**

#### **ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 2

Άγγελος Σοφινίδης

***Πιλοτική αξιοποίηση επαυξημένων παιχνιδιών αυτοαξιολόγησης στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της διδακτικής τους: Στάσεις και απόψεις μελλοντικών Νηπιαγωγών***

Αναστάσιος Σμπρίνης, Μιχαήλ Σκουμιός

***Η εξέλιξη της ποιότητας των επιστημονικών επιχειρημάτων των μαθητών του Λυκείου για το Νόμο του Ohm***

Σταύρος Ζαφειρίου, Μιχαήλ Σκουμιός

***Διδασκαλία της θερμοκρασίας και της θερμότητας μέσω πρακτικών με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας: η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών***

Λεωνίδας Μάνου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου

***Σύγκριση των αρχικών αντιλήψεων εκπαιδευτικών και μαθητών Δημοτικού Σχολείου για τη νοηματοδότηση του όρου νανοτεχνολογία***

Προεδρείο: Άγγελος Σοφιανίδης, Λεωνίδας Μάνου

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.3**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 3

Ανδριανή Σιδέρη, Μιχαήλ Σκουμιός

***Οι δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών στα μαθησιακά αντικείμενα Φυσικών Επιστημών του Πανελλήνιου Ψηφιακού Αποθετηρίου Εκπαιδευτικού Περιεχομένου***

Ιωάννης Λεύκος

***Αξιολογώντας διαστάσεις της ικανότητας σχεδιασμού πειραμάτων των φοιτητών / μελλοντικών εκπαιδευτικών***

Θεόδωρος Καραφυλλίδης, Αναστάσιος Μολοχίδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

***Αποτίμηση επίδρασης εργαλείου καθοδήγησης για τη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών στις διερευνητικές δεξιότητες προπτυχιακών φοιτητών φυσικής***

Προεδρείο: Αναστάσιος Μολοχίδης, Ανδριανή Σιδέρη

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.4**

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 4

Αλεξανδρος Αμπράζης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

***Τυφλότητα απέναντι στα φυτά: Ανάλυση δικτύου ευρημάτων διηλικιακής μελέτης***

Υβόνη Παύλου, Μάριος Παπαευριπίδου, Ζαχαρίας Ζαχαρία

***Η Επίδραση Εικονικών και Πραγματικών Περιβαλλόντων Πειραματισμού στην Κατανόηση Εννοιών που Σχετίζονται με την Ισορροπία Ζυγού από Παιδιά Προσχολικής Εκπαίδευσης***

Στυλιανή Αντωνοκοπούλου, Μαριάννα Καλαϊτζιδάκη, Στέλλα Πέτρου, Κωνσταντίνος Κορφιάτης

***Η συνδεσιμότητα με τη φύση των Νηπιαγωγών του νομού Ρεθύμνου και η συσχετίσή της με περιβαλλοντικές πρακτικές***

Προεδρεία: Στυλιανή Αντωνοκοπούλου, Νικόλαος Γαλάνης

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.5**

#### **ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ- ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 5

Μαριάνθη Παρασκευοπούλου, Κωνσταντίνος Αλεξόπουλος, Μιχαήλ Σκουμιός

***Διδακτική αντιμετώπιση αντιλήψεων των μαθητών του δημοτικού σχολείου για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών***

Κωνσταντίνος Καράμπελας, Μιχαήλ Σκουμιός

***Η γνωστική εμπλοκή των μαθητών κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο***

Ελευθερία Δρακουλάκη, Σταύρου Δημήτρης

***Ανάλυση εκθεμάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τη ανάπτυξη βασικών διαστάσεων του επιστημονικού γραμματισμού σε θέματα έρευνας αιχμής.***

Ιωάννης Μεταξάς, Ιωάννης Παυλίδης, Δημήτρης Σταύρου

***Ιδέες και διαδικασίες μάθησης Φοιτητών Τμημάτων Φυσικής και Χημείας πάνω στις εξαρτώμενες από το μέγεθος οπτικές ιδιότητες υλικών στην νανοκλίμακα.***

Προεδρεία: Ιωάννης Μεταξάς, Μαριάνθη Παρασκευοπούλου

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.6**

#### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Άνθιμος Χαλκίδης, Αρτεμησία Στούμπα, Αριστοτέλης Γκιόλμας, Παναγιώτης Λάζος, Βασίλης Μιχαλόπουλος, Ειρήνη Χαντζαρά, Δήμητρα-Ευθυμία Νταλούκα, Διονύσης Σκορδούλης, Μαρία Βουτσά, Αναστασία Καράμπελα, Γεωργία Νομικού

***Μια διδακτική πρόταση για την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής με λύσεις physical computing (Arduino) σε ένα οργανωμένο παιδαγωγικό πλαίσιο***

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.7**

#### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Κωνσταντίνος Δημητρίου Χαλκιαδάκης, Νικόλαος Αναστασάκης, Ιωάννης Σγουρός, Βασίλειος Σαββοργινάκης, Στυλιανή Κλαυδιανού

*Ποσοτικά πειράματα Φυσικής με χρήση αισθητήρων. Προχωρημένες δυνατότητες της εφαρμογής Phyrhox*

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3.8**

#### **ΣΥΜΠΟΣΙΟ**

##### **ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ**

*Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών: Πτυχές, Ζητήματα και Προτάσεις*

*Διοργάνωση: Πέτρος Καριώτογλου, Συζητητής: Δημήτρης Ψύλλος*

Αργύρης Νιτυράκης, Δημήτρης Σταύρου

*Σχεδιασμός & ανάπτυξη STEM διδακτικού υλικού από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς Βθμιας Εκπαίδευσης*

Καλλιόπη Γιαννακουδάκη, Δημήτρης Σταύρου

*Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών σε χώρους μη τυπικής μάθησης*

Χριστίνα Δημητρίου Τσαλίκη, Γεώργιος Μαλανδράκης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Πέτρος Καριώτογλου

*Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες*

Μαρία Χαϊτίδου, Άννα Σπύρτου

*Εξέλιξη των διερευνητικών όψεων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου εκπαιδευτικών της Α/θμιας εκπαίδευσης μετά από ένα Πρόγραμμα Επαγγελματικής Ανάπτυξης*

15:00 – 16:00

Μεσημεριανό γεύμα

16:00 – 17:30

## **ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΕΣ 4**

### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.1**

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ  
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

Γιώργος Μαλανδράκης, Αλέξανδρος Αμπράζης, Νικόλαος Γαλάνης, Γιώργος Πανάρας, Πηνελόπη Παπαδοπούλου,

*Προσαρμογή του διεθνούς διαδικτυακού μετρητή ατομικού Οικολογικού Αποτυπώματος στα ελληνικά δεδομένα*

Γεώργιος Πανάρας, Νικόλαος Γαλάνης, Αλέξανδρος Αμπράζης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Γεώργιος Μαλανδράκης

***Η σημασία χρήσης προσαρμοσμένου σε εθνικά δεδομένα διαδικτυακού μετρητή Οικολογικού Αποτυπώματος***

*Προεδρείο: Γιώργος Μαλανδράκης, Καλαϊτζιδάκη Μαριάννα*

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.2**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ  
ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΑ ΣΤΙΣ Φ.Ε. ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ  
ΑΙΘΟΥΣΑ 2**

Ελένη Χατζημιχάλη, Κρυσταλλία Χαλκιά

***Μελέτη της παρουσίας της αστρονομίας στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από διάφορες χώρες σε όλον τον κόσμο***

Ανδρέας Καργόπουλος, Παναγιώτης Γιαννακουδάκης

***Οι αλλαγές στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών των Φυσικών Επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το παράδειγμα της Αγγλίας και η έκφρασή τους στην Ελλάδα***

Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου, Μιχαήλ Σκουμιός

***Τα βασικά χαρακτηριστικά των Προτύπων των Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς των ΗΠΑ στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής Β' Γυμνασίου για τις δυνάμεις***

*Προεδρείο: Μιχαήλ Σκουμιός, Ελένη Χατζημιχάλη*

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.3**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 3

Μαρίνα Πανταζίδου

***Τα σχήματα ως εργαλεία πρόσβασης στην Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου καθηγητών Πολυτεχνικών Σχολών: Εφαρμογή στη Γεωτεχνική Μηχανική***

Γιώργος Κοντοκώστας, Αμαλία Μαρία Κοντοκώστα, Ασημίνα Αντωναράκου

***Η διδασκαλία της Γεωλογίας στην προσχολική και σχολική εκπαίδευση μέσα από Εκπαιδευτικές Γεωδιαδρομές στο αστικό περιβάλλον.***

Αθανάσιος Μόγιας, Παναγιώτα Κουλούρη, Μαρία Χειμωνοπούλου, Θεοδώρα Μπουμπόναρη

***Θαλάσσιος Γραμματισμός: Διερευνώντας γνώσεις, στάσεις και συμπεριφορές μαθητών Γυμνασίου σε ζητήματα Επιστημών της Θάλασσας***

Αρτεμησία Στούμπα, Διονύσιος Σκορδούλης, Αποστολία Γαλάνη

**Κατασκευάζοντας διδακτικό λογισμικό για την Γεωγραφία με το Scratch. Οι φοιτητές - μελλοντικοί δάσκαλοι στο ρόλο του δημιουργού.**

Προεδρείο: Αποστολία Γαλάνη, Αρτεμησία Στούμπα

#### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.4**

##### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 4

Ιωάννης Θεοδώνης, Αθανάσιος Βελέντζας

**Τα εικονικά πειράματα ως εργαλεία υποστήριξης της εργασίας στο εργαστήριο Φυσικής. Μια μελέτη περίπτωσης στην περίοδο της καραντίνας λόγω του κορωνοϊού**

Παναγιώτης Λάζος, Νικόλαος Κυριαζόπουλος, Ευθύμιος Κόντος, Αναϊτ Εζεκελιάν

**Μελετώντας το φαινόμενο Doppler στην τάξη με ένα παιχνίδι, έναν μικροελεγκτή Arduino και το λογισμικό Audacity (ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ)**

Αλέξανδρος Κατέρης, Παναγιώτης Λάζος, Σεραφείμ Τσούκος, Παύλος Τζαμαλής, Αθανάσιος Βελέντζας

**Πόσο αποτελεσματικά μπορούν να χρησιμοποιούν οι μαθητές τα κινητά τους τηλέφωνα στο σχολικό εργαστήριο των φυσικών επιστημών;**

Προεδρείο: Αθανάσιος Βελέντζας, Παναγιώτης Λάζος

#### **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.5**

##### **ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**

##### **ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

##### **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 5

Αικατερίνη Παπαδημητρίου, Μιχαήλ Σκουμιός

**Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

Αλέξανδρος Φαίδων Προσπαθόπουλος

**Αξιολόγηση γραπτού τεστ της Τεχνολογίας Υλικών με τη εφαρμογή της Θεωρίας Απόκρισης Στοιχείου**

Θεοπούλα – Πωλίνα Χρυσοχού

**Παραγωγή γνώσης σε διαδικτυακές κοινότητες πρακτικής: Μια μελέτη περίπτωσης**

Προεδρείο: Πωλίνα Χρυσοχού, Αικατερίνη Παπαδημητρίου

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.6**

### **ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ**

ΑΙΘΟΥΣΑ 6

Κωνσταντίνος Μπατσιδης, Άννα Κουκά

***Εργαστηριακές ασκήσεις στη Χημεία της Γ' Λυκείου Δυσκολίες και προτάσεις από τους καθηγητές***

Βασιλική Βαγενά, Μαρίντα Εργαζάκη

***Σχεδιασμός και εφαρμογή μαθησιακού περιβάλλοντος γενετικής για μαθητές ΣΤ' Δημοτικού***

Ελένη - Μαρία Βαλκάνου, Ιωάννης Σταράκης

***Διδακτική προσέγγιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση***

*Προεδρείο: Ιωάννης Σταράκης, Κωνσταντίνος Μπατσιδης*

## **ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4.7**

### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Αθανάσιος Γκουρμπής

***Μέτρηση της υδροστατικής πίεσης και ο Νόμος της υδροστατικής πίεσης με τον Μικροελεγκτή Arduino***

17:30 – 18:30

Κλείσιμο Συνεδρίου

ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ



## ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

Αβδελλή Θεολογία	Γκουρμπής Αθανάσιος	Κοντόκωστα Αμαλία Μαρία Γ.
Αγγελακέρης Μαυροειδής	Δακανάλη Μαρία	Κοντόκωστας Γεώργιος Ε.
Αγγελούδη Αναστασία	Δημητράκου Μαρία	Κοντοπόδης Μιχαήλ
Αδαμοπούλου Δήμητρα	Δημητριάδη Κυριακή	Κόντος Τίμος
Αλεξίου Δημήτρης	Δημητρίου Νεκταρία	Κορακάκη Ελένη
Αλεξόπουλος Κωνσταντίνος	Δημητροπούλου Ναταλία	Κοτταρά Αγγελική
Άλτας Βαγγέλης	Διονυσίου Ναταλία	Κουκουλάκης Μιχάλης
Αμπατζίδης Γεώργιος	Δορούκα Πανδώρα	Κουλουγλιώτης Διονύσιος
Αμπράζης Αλέξανδρος	Δούκα Ευαγγελία	Κουλούρη Παναγιώτα
Αναστασάκης Νικόλαος	Δρακουλάκη Ελευθερία	Κουμπενά Βαλεντίνα - Ευαγγελία
Ανεβλαβή Παρασκευή	Εζεκελιάν Αναΐτ	Κυριαζόπουλος Νικόλαος
Αντωναράκου Ασημίνα	Ερωτίδη Ξένη	Κυριακού Κυριάκος
Αντώνογλου Λεμονιά	Ζαρκάδης Νικόλαος	Κωνσταντάρου Ελένη
Αντωνοπούλου Χριστίνα	Ζαφειρίου Σταύρος	Κώτσης Κωνσταντίνος
Αποστολακάκης Αβραάμ	Ζουπίδης Αναστάσιος	Λάζος Παναγιώτης
Αργυράκη Άννα	Θεοδώνης Ιωάννης	Λαμπρινός Νίκος
Ασημόπουλος Στέφανος	Ιωάννου Μιχάλης	Λεύκος Ιωάννης
Ασπρομμάτη Ειρήνη	Καζαντζίδου Δήμητρα	Μαγκούτα Μαρία - Ιωάννα
Βαβουγιούς Διονύσης	Καλλέρη Μαρία	Μαλανδράκης Γεώργιος
Βαλκάνου Ελένη - Μαρία	Καλογιαννάκης Μιχαήλ	Μανδαλίδης Σωτήρης
Βελέντζας Αθανάσιος	Καλοπήτα Σοφία	Μανδρίκας Αχιλλέας
Βεργεράκης Παναγιώτης	Κανελοπούλου Βασιλική	Μανιατά Νεφέλη
Βησσαρίτη Ασημένια	Καπελώνης Νίκος	Μάνου Λεωνίδας
Βλαχάκη Αικατερίνη Ι. Σ.	Κάπτζιου Ντανιέλα.	Μάντζιου Μαρία
Βλαχολιά Μαρία	Καράμπελα Αναστασία	Μαραζοπούλου Νεφέλη
Βλάχος Ιωάννης	Καράμπελας Κωνσταντίνος	Μάρκου Γεωργία
Βολακάκη Σοφία	Καραμπούλη Βικτωρία.	Μαυρίδη Μαρία
Βουδρισλής Νίκος	Καραπαναγιώτη Χρυσή Κ.	Μαυρικάκη Ευαγγελία
Βουλγαρίνα Δήμητρα	Καραφυλλίδης Θεόδωρος	Μαυρομούστακος Θωμάς
Βουτσά Μαρία	Καρδαράς Ιωάννης	Μαχραμά Χριστίνα
Βουτσά Σοφία	Καριώτογλου Πέτρος	Μεθενίτης Κωνσταντίνος
Γαβρίλας Λεωνίδας	Καρνέζου Μαρία	Μελισσόπουλος Μιχαήλ
Γαζέας Κοσμάς	Κασκαφέτου Ελένη	Μελισσόπουλος Χρήστος
Γαλάνη Αποστολία (Λία)	Κατέρης Αλέξανδρος	Μενιουδάκη Ελένη - Ευανθία
Γαλάνης Νικόλαος	Κατσορίδα Αφροδίτη	Μεταξάς Ιωάννης
Γακουμάκης Αριστείδης	Καψαλά Ναυσικά	Μηνά Μαρία
Γιαννακουδάκη Καλλιόπη	Κενδριστάκη Μαρία	Μιχαηλίδη Αιμιλία
Γιαννοπούλου Αλεξάνδρα	Κλαυδιανού Στυλιανή	Μιχαλόπουλος Βασίλης
Γιαννοπούλου Μελίνα	Κλώθου Άννα	Μόγιας Αθανάσιος
Γκιόλμας Αριστοτέλης	Κλωνάρη Αικατερίνη	Μολοχίδης Αναστάσιος
Γκιρεμέζη Σπυριδούλα	Κοκολάκη Αθανασία	Μοσχούρη Δέσποινα
Γκόντας Παναγιώτης	Κοκολιού Θεοδώρα	Μουρουζίδου Αθηνά
Γκουντούλα Χρυσούλα	Κόλλιας Βασίλης	Μπαζίγου Κατερίνα

Μπακάλη Βάια  
 Μπιτσάκη Χαρά  
 Μπόικος Ηλίας  
 Μποτζάκη Ελένη  
 Μποτονάκη Βασιλική  
 Μπουγιούρη Καλλιόπη  
 Μπουμπόναρη Θεοδώρα  
 Μπουρλούτσα Όλγα  
 Μπρούζος Ιωάννης  
 Μυγδανάλειρος Ιωάννης  
 Ναούμ Κώστας  
 Νατσιόπουλος Γεώργιος  
 Νεοφώτιστος Ρήγας  
 Νικολοπούλου Αγλαΐα  
 Νιπυράκης Αργύρης  
 Νομικού Γεωργία  
 Νταλούκα Δήμητρα -  
 Ευθυμία  
 Οικονομίδης Γεώργιος  
 Οικονόμου Αναστασία  
 Ουζούν Όγλου Γκιουλσούμ  
 Παναγιωτάκη Πολύμνια  
 Παναγιώτου Ισμήνη  
 Παναγοπούλου Μαρία  
 Πανάρας Γιώργος  
 Πανταζή Θεμελίνα  
 Παπαγεωργίου Γεώργιος  
 Παπαδάκης Σταμάτιος  
 Παπαδέλη Ελευθερία  
 Παπαδημητρίου Αικατερίνη  
 Χριστίνα  
 Παπαδημητρίου Σταματίνα  
 Παπακωνσταντίνου  
 Μαργαρίτα  
 Παππά Μαριάννα Χ.  
 Παρασκευοπούλου  
 Αλεξάνδρα  
 Παρασκευοπούλου  
 Μαριάνθη

Πασχαλίδου Κατερίνα  
 Παυλίδης Ιωάννης  
 Πέικος Γιώργος  
 Πετανίδου Θεοδώρα  
 Πετρίδου Ελένη  
 Πιερράτος Θεόδωρος  
 Πλακίτση Αικατερίνη  
 Πολάτογλου Χαρίτων  
 Ρήγας Παναγιώτης  
 Σαββοργινάκης Βασίλειος  
 Σάλτα Κατερίνα  
 Σγουρός Ιωάννης  
 Σέρογλου Φανή  
 Σιδέρη Ανδριανή  
 Σιδέρη Μαρία Σταματίνα  
 Σιδηρόπουλος Νικόλαος  
 Σισμανίδης Δημήτριος  
 Σκεύα Γλυκερία  
 Σκληρού Σοφία  
 Σκορδούλης Διονύσιος  
 Σκορδούλης Κωνσταντίνος  
 Σκουμιάς Μιχαήλ  
 Σμπρίνης Αναστάσιος  
 Σοφιανίδης Άγγελος  
 Σπανού Αικατερίνη  
 Σπύρτου Άννα  
 Σταράκης Ιωάννης  
 Σταύρου Δημήτρης  
 Σταύρου Ιωάννα  
 Στεφανίδου Κωνσταντίνα  
 Στούμπα Αρτεμησία  
 Στύλος Γεώργιος  
 Σωτηρία Μαριάννα  
 Ταμπάκης Παναγιώτης  
 Ταραμόπουλος Αθανάσιος  
 Τάσιου Κωνσταντίνα  
 Ταυλόπουλος Αριστείδης  
 Τζαμαλής Παύλος

Τζάμου Μαρία Ιφιγένεια .  
 Τζιώλη Μαρία  
 Τζουγκράκη Χρύσα  
 Τόλη Γεωργία  
 Τριανταφύλλου Σταυρούλα  
 Τσακίρη Μαρία  
 Τσακίριδου Ελένη  
 Τσαλαπάτη Κωνσταντίνα  
 Τσαλίκη Χριστίνα  
 Τσαλμπούρης Γεώργιος  
 Τσελφές Βασιλής  
 Τσέτσερη Μαρία  
 Τσούκος Σεραφείμ  
 Τσουση Χριστιάνα  
 Τσώνη Σοφία  
 Φερεντίνου Αναστασία  
 Φίλη Σοφία  
 Φιλίπτσουκ Μαρία  
 Φουλίδου Ειρήνη  
 Φούντα Μαγδαληνή.  
 Φωτιάδου Σαπφώ  
 Χαϊτίδου Μαρία Η.  
 Χαλκιά Κρυσταλλία  
 Χαλκιαδάκης Κωνσταντίνος  
 Χαλκίδης Άνθιμος  
 Χαλκίδης Δημήτρης  
 Χαμπίδου Θεοδώρα  
 Χατζάκη Γεωργία  
 Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης  
 Χατζημιχάλη Ελένη  
 Χειμωνοπούλου Μαρία  
 Χόμκο Εμίνα  
 Χριστοπούλου Δήμητρα  
 Χρυσανθάκη Χαρά  
 Χρυσοχού Θεοπούλα - Πωλίνα  
 Ψύλλος Δημήτρης

## ALPHABETICAL LIST OF AUTHORS

Adamopoulou Dimitra	Dionysiou Natalia	Kariotoglou Petros
Agelakeris Mavroidis	Dorouka Pandora	Karnevou Maria
Alexiou Dimitris	Douka Evaggelia	Kaskafetou Eleni
Alexopoulos Konstantinos	Drakoulaki Eleftheria	Kateris Alexandros
Altas Vangelis	Erotidi Xeni	Katsorida Afroditi
Ampatzidis Georgios	Ezekelian Anait	Kazantzidou Dimitra
Amprazis Alexandros	Ferentinou Anastasia	Kendristaki Maria
Anastasakis Nikolaos	Fili Sofia	Klavdianou Styliani
Anastasia Angeloudi	Filipsuk Maria	Kolari Aikaterini
Anevlavi Paraskevi	Fotiadou Sapfo	Klothou Anna
Antonarakou Assimina	Foulidou Eirini	Kokolaki Athanasia
Antonoglou Lemonia	Founta Magdalini	Kokoliou Theodora
Antonopoulou Christina	Galani Apostolia (Lia)	Kollias Vasilis
Apostolakakis Avraam	Galanis Nikolaos	Konstantarou Eleni
Argyrazi Anna	Gavrilas Leonidas	Kontokosta Amalia Maria G.
Asimopoulos Stefanos	Gazeas Kosmas	Kontokostas Georgios E.
Asprommati Irini	Giakoumakis Aristidis	Kontopodis Michail
Avdelli Theologia	Giannakoudaki Kalliopi	Kontos Timos
Bakali Vaia	Giannopoulou Aleksandra	Korakaki Eleni
Bazigou Katerina	Giannopoulou Melina	Kotsis Konstantinos
Bitsaki Chara	Gkiolmas Aristotelis	Kottara Aggeliki
Boikos Ilias	Gkiremezi Spyridoula	Koukoulakis Michalis
Botonaki Vasiliki	Gkourmpis Athanasios	Koulougliotis Dionysios
Botzaki Eleni	Gontas Panagiotis	Koulouri Panayota
Boubonari Theodora	Gountoula Chrysoula	Koumpena Valentina - Evangelia
Bougiouri Kalliopi	Halkia Krystallia	Kyriakou Kyriakos
Brouzos Ioannis	Hatzikraniotis Evripidis	Kyriazopoulos Nikolaos
Burlutska Olga	Homko Emine	Lambrinos Nikos
Chaitidou Maria H.	Ioannou Michalis	Lazos Panagiotis
Chalkia Krystallia	Kallery Maria	Magkouta Maria - Ioanna
Chalkiadakis Konstantinos	Kallery Maria	Malandrakis Georgios
Chalkidis Anthimos	Kalogiannakis Michael	Mandalidis Sotiris
Chalkidis Dimitris	Kalopita Sofia	Mandrikas Achilleas
Champidou Theodora	Kanelopoulou Vasiliki	Maniata Nefeli
Chatzimichali Eleni	Kapelonis Nikos	Manou Leonidas
Cheimonopoulou Maria	Kapsala Nausica	Mantziou Maria
Chrysanthaki Chara	Kaptziou Ntaniela.	Marazopoulou Nefeli
Chrysochou Theopoula (Polina)	Karafyllidis Theodoros	Markou Georgia
Dakanali Maria	Karampelas Konstantinos	Mavridi Maria
Dimitrakou Maria	Karampella Anastasia	Mavrikaki Evangelia
Dimitriadi Kyriaki	Karampouli Viktoria	Mavromoustakos Thomas
Dimitriou Nektaria	Karapanagioti Hrissi K.	Maxrama Xristina
Dimitropoulou Natalia	Kardaras Ioannis	Melissopoulos Christos

Melissopoulos Michail	Paschalidou Katerina	Tavlopoulos Aristeidis
Metaxas Ioannis	Pavlidis Ioannis	Theodonis Ioannis
Methenitis Constantinos	Peikos Giorgos	Toli Georgia
Michailidi Aimilia	Petanidou Theodora	Triantafyllou Stavroula
Michalopoulos Vasileios	Petridou Eleni	Tsakiri Maria
Migdanalevros Ioannis	Pierratos Theodoros	Tsakiridou Eleni
Mina Maria	Plakitsi Aikaterini	Tsalapati Konstantina
Mogias Athanasios	Polatoglou Hariton	Tsaliki Christina
Molohidis Anastasios	Psillos Dimitrios	Tsalmpouris Georgios
Moschouri Despina	Rigas Panagiotis	Tselfes Vassilis
Mourouzidou Athena	Salta Katerina	Tsetseri Maria
Naoum Costas	Savvorginakis Vasileios	Tsoni Sofia
Natsiopoulos George	Seroglou Fanny	Tsoukos Serafeim
Neofotistos Rigas	Sgouros Ioannis	Tsousi Kristiana
Nikolopoulou Aglaia	Sideri Andriani	Tzamalīs Pavlos
Nipyrakis Argyris	Sideri Maria Stamatina	Tzamou Maria Ifigenia
Nomikou Georgia	Sidiropoulos Nikolaos	Tzioli Maria
Ntalouca Dimitra - Euthimia	Sismanidis Dimitrios	Tzougraki Chryssa
Oikonomidis George	Skeva Glykeria	Uzun Oglou Gulsum
Oikonomou Anastasia	Sklirou Sofia	Valkanou Eleni – Maria
Panagiotaki Polymnia	Skordoulis Constantine	Vavougiος Denis
Panagiotou Ismini	Skordoulis Dionysios	Velentzas Athanasios
Panagopoulou Maria	Skoumios Michael	Vergerakis Panagiotis
Panaras Georgios	Smprinis Anastasios	Vissariti Asimēnia
Pantazi Themelina	Sofianidis Angelos	Vlachaki Ekaterini I. S.
Papadakis Stamatios	Spanou Aikaterini	Vlacholia Maria
Papadeli Eleftheria	Spyrtou Anna	Vlahos Ioannis
Papadimitriou Aikaterini Christina	Starakis Ioannis	Volakaki Sofia
Papadimitriou Stamatina	Stathopoulou Maria	Voudrīlis Nikos
Papadopoulou Penelope	Stavrou Dimitris	Voulgarina Dimitra
Papageorgiou George	Stavrou Ioanna	Voutsas Maria
Papakonstantinou Margarita	Stefanidou Constantina	Voutsas Sofia
Papanikolaou Marianna Sotiria	Stoumpa Artemisia	Xatzaki Georgia
Pappa Marianna C.	Stylos Georgios	Xristopoulou Dimitra
Paraskevopoulou Alexandra	Tabakis Panagiotis	Zafeiriou Stavros
Paraskevopoulou Marianthi	Taramopoulos Athanasios	Zarkadis Nikolaos
Paschalidou Katerina	Tasiou Konstantina	Zoupidis Anastasios



ΑΘΗΝΑ 2023 - CC BY-NC 4.0

ISBN 978-618-82007-4-6



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικών και Καποδιστριακών  
Πανεπιστημίων Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
Εθνικού και Καποδιστριακού  
Πανεπιστημίου Αθηνών



**ENEΦET**  
Ένωση για την Εκπαίδευση στις  
Φυσικές Επιστήμες & την Τεχνολογία