Πρακτικά Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;»

9 – 10 Μαρτίου 2013 Θεσσαλονίκη

Οργάνωση: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ., Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ., Ένωση Ελλήνων Φυσικών

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;

Με την ευγενική χορηγία της Επιτροπής Ερευνών του Α.Π.Θ.

Συνέδριο με σύστημα κριτών
Όλες οι εργασίες του συνεδρίου κρίθηκαν με διπλά τυφλή κρίση από δύο κριτές οι οποίοι ήταν μέλη της Επιστημονικής Επιτροπής του συνεδρίου

Πρακτικά Συνεδρίου
ISBN 978-960-243-689-9

Επιμέλεια έκδοσης: Πιερράτος Θεόδωρος, Αρτέμη Σταματία, Πολάτογλου Χαρίτων & Κουμαράς Παναγιώτης

Πλήρης Βιβλιογραφική Αναφορά
Πιερράτος, Θ., Αρτέμη, Σ., Πολάτογλου, Χ. & Κουμαράς, Π. (2013). Πρακτικά Πανελλήνιου Συνεδρίου - "Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;", σελ. κκ – λλ. sapth2013.web.auth.gr, ημερομηνία πρόσβασης ηη/μμ/εε.

Οργανωτική Επιτροπή

Αρτέμη Σταματία, Υπ. Διδάκτορας Τμ. Φυσικής Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Ευαγγελινός Δημήτρης, Υπ. Διδάκτορας Τμ. Φυσικής Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Ζώκος Κώστας, Δάσκαλος Φυσικής

Κοκκονάκης Σωτήρης, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Κολτσάκης Ευάγγελος, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Κουλούντζος Βασίλης, Υπ. Διδάκτορας Π.Τ.Δ.Ε. Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Κουμαράς Παναγιώτης, Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Κρανιά Δήμητρα, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Μαΐδου Ανθούλα, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Πιερράτος Θεόδωρος (PhD), Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ευόσμου

Πριμεράκης Γιώργος, Υπ. Διδάκτορας Π.Τ.Δ.Ε. Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Σιάτρας Αναστάσιος, Υπ. Διδάκτορας Π.Τ.Δ.Ε. Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τσεφαλας Κώστας, γ.γ. ΕΕΦ, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Φιλντίσης Παναγιώτης Α' αντιπρόεδρος Δ.Σ. Ε.Ε.Φ., Διευθυντής Σχολικής Μονάδας

Χατζηιωακειμίδης Ανέστης, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Γραμματεία

Ομάδα Physics Partizani

Επιστημονική Επιτροπή

Βαβώσης Μάκης (PhD), Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Βαλαδάκης Ανδρέας (PhD), Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Βαρβαρέσος Ευάγγελος (PhD), Διευθυντής Καλλιτεχνικού Σχολείου Αμπελοκήπων

Δαπόντες Νίκος (PhD), π. Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04

Δημητρίου Αναστασία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τ.Ε.Ε.Π.Η. Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης

Δημόπουλος Κωνσταντίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Καλογιαννάκης Μιχάλης, Λέκτορας Π.Τ.Π.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης

Κανδεράκης Νίκος (PhD), π. Σχολικός Σύμβουλος Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Καράβολας Βασίλης (PhD)

Καρύδας Απόστολος (PhD), Σχολικός Σύμβουλος Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Κασσέτας Ανδρέας, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Κεραμιδάς Κώστας (PhD), Σχολικός Σύμβουλος Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ΠΕ04

Κολιόπουλος Δημήτρης, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία Πανεπιστημίου Πάτρας

Κουμαράς Παναγιώτης, Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Μαυρόπουλος Αβραάμ (PhD), Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04

Παυλικάκης Γιώργος (PhD), Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04

Πλακίτση Αικατερίνη, Επίκουρη Καθηγήτρια Π.Τ.Ν. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Πολάτογλου Χαρίτων, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Φυσικής Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Πράμας Χρήστος (PhD), Σχολικός Σύμβουλος Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Ραβάνης Κωνσταντίνος, Καθηγητής Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία Πανεπιστημίου Πατρών

Σέρογλου Φανή, Επίκουρη καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε. Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Σκορδούλης Κωνσταντίνος, Καθηγητής Φυσικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Σκουμιός Μιχάλης, Λέκτορας Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Αιγαίου

Σολομωνίδου Χριστίνα, π. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Σταυρίδου Ελένη, π. Καθηγήτρια Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τσαπαρλής Γιώργος, Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Χαλκιά Κρυσταλλία, Καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε. Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Χαραλάμπους Μάριος (PhD), Δάσκαλος, Συντονιστής της ομάδας εργασίας για το πρόγραμμα σπουδών των ΦΕ της Δημοτικής, Κύπρος

Χατζηνικήτα Βασιλεία, Καθηγήτρια της Σχολής Ανθρωπιστικών Σπουδών Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου

Χρηστίδου Βασιλεία, Καθηγήτρια Π.Τ.Π.Ε. Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ "ΠΟΙΑ ΦΥΣΙΚΗ ΕΧΕΙ ΝΟΗΜΑ ΝΑ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΙ ΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΜΑΣ ΣΗΜΕΡΑ;" **11**

ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΟΜΙΛΙΕΣ **13**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ». ΜΙΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ **15**

Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟ ΝΕΟ(;) ΣΧΟΛΕΙΟ **27**

ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ: ΤΟ ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ **35**

ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΠΟΥ ΝΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙ ΤΗΝ ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ **47**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Δ1 ..... **57**

ΠΕΡΙ ΕΝΙΑΙΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ: ΦΥΣΙΚΗ-ΧΗΜΕΙΑ-ΒΙΟΛΟΓΙΑ Η ΦΥΣΙΚΗ-ΧΗΜΕΙΑ; **59**

ΠΟΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΑ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ; **69**

ΣΧΟΛΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ: ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ **77**

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ **85**

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ **89**

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ (ΑΠΟ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ ΣΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ) ΚΑΙ Η ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟ ΛΥΚΕΙΟ **95**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Π1 ..... **99**

ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ **101**

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ Α-Δ ΤΑΞΕΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΟΚΤΩ ΧΩΡΩΝ **109**

ΥΛΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟ ΟΡΑΜΑ ΤΟΥ «ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ»: ΤΟ ΝΕΟ ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ **117**

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΑ ΣΧΟΛΕΙΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ **129**

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΓΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΖΩΗ: ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ "ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ" ΣΤΗΝ Ε' ΤΑΞΗ **141**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Δ2 ..... **151**

Η ΣΧΟΛΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ, ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ Ο ΥΠΕΡΟΧΟΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΚΟΣΜΟΣ «ΕΚΕΙ ΕΞΩ» **153**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Δ3 ..... **157**

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ **159**

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ **163**

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ **167**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Π2 ..... **175**

ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ **177**

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ ΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΦΗΓΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ **189**

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ **199**

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ. ΜΙΑ ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΝΑΔΟΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ Α.Π.Σ. **209**

ΤΟ ΠΑΝΗΓΥΡΙ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΩΣ ΜΕΣΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ **221**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Δ4 ..... **231**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ. ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ «ΣΥΝΤΑΓΩΝ» ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ **233**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Δ5 ..... **243**

«ΒΓΕΙΤΕ ΣΤΟ ΠΡΟΑΥΛΙΟ ΝΑ ΓΡΑΨΟΥΜΕ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ» **245**

ΕΝΣΩΜΑΤΩΝΟΝΤΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ - ΚΛΕΙΔΙΩΝ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ **253**

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΕΝΟΣ PROJECT ΣΤΟ ΛΥΚΕΙΟ **263**

«ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ»: ΜΙΑ ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΦΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ **275**

ΚΑΛΛΙΕΡΓΩΝΤΑΣ "ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ" ΣΤΗΝ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (PROJECT) **287**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Π3 ..... **299**

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΘΕΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΜΑΚΡΟΚΟΣΜΟ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ: ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ **301**

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΩΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ: ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΗ **311**

Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΞΗΓΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ **321**

ΠΡΟΒΑΛΛΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ **329**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Δ6 ..... **339**

Η ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΆΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΕΡΑΣ ΤΟΥ PLANCK ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΟΔΩΝ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΦΩΤΟΣ (LED) **341**

Η ΜΕΘΟΔΟΣ "PROJECT" ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΟΘΕΤΗΣΕΙ ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΚΔΟΧΗ ΤΗΣ; «Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΤΟΥ 19ΟΥ ΑΙΩΝΑ» **349**

Ο ΜΑΘΗΤΗΣ ΕΧΕΙ ΤΟ ΛΟΓΟ **355**

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ - ΚΛΕΙΔΙΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΛΥΚΕΙΑ **365**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Π4 ..... **373**

Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΑ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΑΣΚΑΛΟΥ ΣΤΗ ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ-ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑΣ: ΑΠΟΨΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΑΣΚΑΛΩΝ **375**

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΙΔΙΚΗ ΤΑΞΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ: Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ **383**

Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ (ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ Η ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ-ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ) ΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΠΡΟΩΘΟΥΝ ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ **389**

Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΦΗΓΗΣΗ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΤΙΚΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ **395**

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ **407**

Εισαγωγή στα Πρακτικά του Πανελλήνιου Συνεδρίου "Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;"

Το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης και το Τμήμα Φυσικής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, σε συνεργασία με την Ένωση Ελλήνων Φυσικών, διοργάνωσαν το Πανελλήνιο Συνέδριο με τίτλο "Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;" στις 9 και 10 Μαρτίου 2013 στη Θεσσαλονίκη.

Το Συνέδριο αποτέλεσε συνέχεια της επιστημονικής ημερίδας που διοργανώθηκε από τους ίδιους φορείς στις 26 Φεβρουαρίου 2011 στη Θεσσαλονίκη με θέμα: "Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικών Επιστημών για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση". Κατά τη διάρκεια εκείνης της ημερίδας αναδείχθηκαν ορισμένα κρίσιμα ερωτήματα, σχετιζόμενα με τις εργασίες που παρουσιάστηκαν αλλά και τους φορείς που διοργάνωσαν την ημερίδα. Τα ερωτήματα αυτά αποτέλεσαν το αντικείμενο του παρόντος Πανελλήνιου Συνεδρίου. Πολλά από αυτά τα ερωτήματα μολονότι είναι κοινά για την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση παρατίθενται, στη συνέχεια, ταξινομημένα ανά βαθμίδα.

Α. Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Τα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών στη χώρα μας είναι σε συμφωνία με τα σημερινά προγράμματα σπουδών χωρών που θεωρούνται ότι έχουν πετυχημένα εκπαιδευτικά συστήματα; Αν όχι, σε τι διαφέρουν;

Τι χαρακτηριστικά θα μπορούσε να έχει ένα πρόγραμμα σπουδών Φυσικών Επιστημών ώστε να απευθύνεται σε όλα τα παιδιά, να προκαλεί το ενδιαφέρον τους και συγχρόνως να είναι υψηλού ακαδημαϊκού επιπέδου;

Δεχόμαστε ότι οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό, πέρα από γνώσεις περιεχομένου, μπορεί να έχουν ως αντικείμενο και τη διδασκαλία – εφαρμογή της μεθοδολογίας έρευνας και τη διαμόρφωση στάσεων; Αν ναι, πώς μπορούν να ενταχθούν στη διδασκαλία μας ώστε να συμβάλλουν στην προετοιμασία του μελλοντικού ενεργού πολίτη;

Μπορούν οι Φυσικές Επιστήμες, με τους παραπάνω στόχους ενταγμένους στο πλαίσιο της απόκτησης γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή, να διδάσκονται στο Νηπιαγωγείο και σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού; Αν ναι, πώς; Μπορεί αυτό να γίνει χωρίς αλλαγές του ωρολογίου προγράμματος;

Ποιος μπορεί να είναι ο ρόλος του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Β. Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Υπάρχει σύνδεση του προγράμματος σπουδών Φυσικών Επιστημών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης με το αντίστοιχο της Δευτεροβάθμιας; Αποτελεί πρόβλημα το ότι δεν διδάσκεται Φυσική στην Α΄ Γυμνασίου; Αν ναι, γιατί; Πώς θα μπορούσε τότε να λυθεί;

Ποια η σχέση της Φυσικής με τις υπόλοιπες Φυσικές Επιστήμες που διδάσκονται στο Γυμνάσιο; Μπορεί στο Γυμνάσιο να υπάρχει, μέχρι κάποια τάξη, κοινό πρόγραμμα σπουδών Φυσικών Επιστημών; Αν όχι, γιατί; Αν ναι, γιατί και μέχρι ποια τάξη;

Τα προγράμματα σπουδών Φυσικής στη χώρα μας είναι σε συμφωνία με τα προγράμματα σπουδών χωρών που θεωρούνται ότι έχουν πετυχημένα εκπαιδευτικά συστήματα; Αν όχι, σε τι διαφέρουν;

Γιατί τα παιδιά μας ενώ διαβάζουν περισσότερο από τους συνομήλικούς τους άλλων χωρών καταλαμβάνουν τις τελευταίες θέσεις σε διεθνείς έρευνες αξιολόγησης μαθητών;

Γιατί το μάθημα της Φυσικής θεωρείται βαρετό και απωθητικό, όπως διδάσκεται συνήθως, από πολλούς μαθητές και μαθήτριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης; Γιατί έχουμε καταφέρει να "διώξουμε" τα παιδιά από το μάθημα της Φυσικής Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου;

Τι χαρακτηριστικά θα μπορούσε να έχει το πρόγραμμα σπουδών της Φυσικής ώστε να απευθύνεται σε όλα τα παιδιά, να προκαλεί το ενδιαφέρον τους και συγχρόνως να είναι υψηλού ακαδημαϊκού επιπέδου;

Μας ενδιαφέρει τα παιδιά μας να μπορούν απλά να διαχειρίζονται τύπους και σύμβολα για να λύνουν ασκήσεις Φυσικής προσανατολισμένες στην εισαγωγή τους στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση; Κρίνουμε σκόπιμο να δώσουμε έμφαση σε μια λιγότερο ποσοτική και περισσότερο εννοιακή Φυσική;

Δεχόμαστε ότι οι Φυσικές Επιστήμες στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, πέρα από γνώσεις περιεχομένου, μπορεί να έχουν ως αντικείμενο και τη διδασκαλία – εφαρμογή της μεθοδολογίας έρευνας και τη διαμόρφωση στάσεων; Αν ναι, πώς μπορούν να ενταχθούν στη διδασκαλία μας ώστε να συμβάλλουν στην προετοιμασία του μελλοντικού ενεργού πολίτη;

Θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν ικανότητες – κλειδιά στους μαθητές μας αν μεγάλο μέρος της διδακτέας ύλης της Φυσικής διαπραγματευτεί με τη μορφή ερευνητικής εργασίας (project); Αν ναι, πώς;

Ποιος μπορεί να είναι ο ρόλος του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην πειραματική διδασκαλία και γενικότερα στη διδασκαλία της Φυσικής; Τι μας δίδαξε η σχετική εμπειρία που αποκτήσαμε μέχρι σήμερα;

Σκοπός του συνεδρίου ήταν να παρουσιαστούν ερευνητικά δεδομένα, εμπειρίες και απόψεις μάχιμων εκπαιδευτικών και ερευνητών σχετικά με τα παραπάνω ερωτήματα ώστε:

A. Να βγουν συμπεράσματα για άμεση εφαρμογή – αξιοποίηση στην καθημερινή διδακτική πράξη.
B. Να εκκινήσει μία γόνιμη συζήτηση γύρω από το ζήτημα της διαμόρφωσης ενός προγράμματος σπουδών και να αποτελέσει την αφορμή της γενίκευσης της σχετικής συζήτησης με την εμπλοκή σε αυτήν περισσότερων φορέων, ώστε να αφορά το σύνολο των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια και στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, προκειμένου να καταλήξει σε ολοκληρωμένη πρόταση προγράμματος σπουδών Φυσικών Επιστημών.

Κεντρικές Ομιλίες

Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο». Μια κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση

Κατερίνα Πλακίτση

Αναπλ. Καθηγήτρια ΠΤΝ, Παν. Ιωαννίνων

kplakits@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού βασίζεται στην καινοτομική προσέγγιση και στη σύγχρονη έρευνα στα Προγράμματα Σπουδών και προωθεί τη συγκρότηση επιστημονικής επιχειρηματολογίας και την ανάπτυξη διαλόγου, στο πλαίσιο της διαθεματικότητας. Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν κοινό σώμα με την Τεχνολογία από την Α΄ έως την ΣΤ΄ τάξη. Στην παρούσα εισήγηση αναπτύσσεται το σκεπτικό αυτής της ενσωμάτωσης, το πλαίσιο μάθησης – διδασκαλίας, η ενσυνείδητη εμπλοκή σε διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας, η διαφορετικότητα στην εμπλοκή των διαδικασιών επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας, η ιστορική αίσθηση και αισθητική θεώρηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας και τέλος η πρότασή μας για ανάπτυξη της αίσθησης της «ηχητικής ομορφιάς» του φυσικού και τεχνολογικού κόσμου. Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών πλαισιώνεται από τον Οδηγό του εκπαιδευτικού όπου αναλύονται τα χαρακτηριστικά του περιεχομένου, ο ρόλος των Σχολικών Εγχειριδίων, η βιωματική διδασκαλία, οι θεματικές ενότητες, η πλοκή περιεχομένου Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας και, τέλος, ο ρόλος και το προφίλ του/της εκπαιδευτικού. Τα προηγούμενα ερμηνεύονται υπό το πρίσμα της κοινωνικο-πολιτισμικής θεωρίας της δραστηριότητας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικά προγράμματα, Φυσικά Δημοτικού, Φυσικές Επιστήμες*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία διακρίνεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο γίνεται παρουσίαση του πλαισίου της μάθησης και των βασικών χαρακτηριστικών του νέου Προγράμματος Σπουδών και αφορά στην προβολή του έργου των εμπειρογνωμόνων. Στο δεύτερο μέρος επιχειρείται κριτική ανάγνωση του Προγράμματος Σπουδών υπό το πρίσμα της Θεωρίας της Δραστηριότητας, ο έλεγχος της οποίας ως αναδυόμενου και εφικτού παραδείγματος στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών αποτελεί κεντρική ερευνητική γραμμή της συγγραφέα. Για το πρώτο μέρος, η επιτροπή εμπειρογνωμόνων στη σύνταξη του Προγράμματος σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στην υποχρεωτική εκπαίδευση καταθέτει ένα καινοτομικό πλαίσιο, με στόχο να συνδέσει την επιστήμη με την κοινωνία, το περιβάλλον και τον πολιτισμό. Επιδιώκει, να προωθήσει μία αβίαστη και λογική διαδικασία μάθησης ως τρόπο ανατροφής του παιδιού από το Νηπιαγωγείο μέχρι το Λύκειο. Αποσκοπεί στη διαμόρφωση του σύγχρονου πολίτη, που θα συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη, στη διασφάλιση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και κανόνων ηθικής και θα προωθεί την ειρήνη, καθώς και τη διεθνή κατανόηση.

Ως εκ τούτου, το νέο Πρόγραμμα Σπουδών στο πλαίσιο του Νέου Σχολείου θέτει ως προτεραιότητες:

- το σεβασμό της πολιτιστικής ποικιλομορφίας και της ισότητας των φύλων
- την προώθηση της προσωπικής και κοινωνικής καταξίωσης
- τη δραστηριοποίηση του μαθητή στη δημοκρατική και πολιτειακή συμμετοχή.

Η καινοτομία του νέου Προγράμματος Σπουδών για τις Φ.Ε. κλιμακώνεται σε πολλαπλά επίπεδα:

- στη δικτύωση των εννοιών
- στην ολοκλήρωση των δικτύων με την έννοια της ενέργειας ως υπερκείμενης και ενοποιητικής, στο πλαίσιο της αειφορίας
- στην προσπάθεια δημιουργίας αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης
- στην προσπάθεια καλλιέργειας της γλώσσας και ιδιαίτερα του επιχειρήματος
- στην εγκόλπωση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) ως αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών
- στο άνοιγμα της επιστήμης στην κοινωνία και τον πολιτισμό

- στην καλλιέργεια στοιχείων από τη φύση των Φυσικών Επιστημών
- στην ανάπτυξη δεξιοτήτων από τον κόσμο των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας και το μετασχηματισμό τους σε ικανότητες για το σύγχρονο πολίτη.

Ειδικότερα, η επιστήμη ενσωματώνεται σταδιακά στην πολιτισμική παράδοση και κουλτούρα των μαθητών (Aikenhead, Ogawa, 2007). Κατ' αυτόν τον τρόπο, ενισχύονται οι αλληλεπιδράσεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών με το αντικείμενο – στόχο. Ταυτόχρονα ενεργοποιούνται τα κίνητρα για μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από την έρευνα, τη λήψη αποφάσεων και τη δράση. Κατά την υλοποίηση δραστηριοτήτων εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, μαθητές και εκπαιδευτικοί συμμετέχουν σε κριτικούς διαλόγους, αλληλεπιδρούν με νοητικά και χειραπτικά εργαλεία (θεωρίες, γλωσσικοί κώδικες και πειραματικό υλικό), συγκροτούν μαθησιακές κοινότητες στην τάξη και στον τόπο τους, συν-διαμορφώνουν κανόνες ενώ ανταλλάσσουν ρόλους και ευθύνες.

Οι συντάκτες του Προγράμματος Σπουδών επιδιώκουν μια μαθητοκεντρική και ομαδοσυνεργατική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, που θα έχει νόημα για τους μαθητές και θα απολήγει σε όφελος της κοινότητάς τους. Ταυτόχρονα οι εκπαιδευτικοί είναι σημαντικό να αναγνωρίσουν το έλλειμμα σε κάθε διδασκαλία, που είναι αγκιστρωμένη στο σχολικό εγχειρίδιο και χρησιμοποιεί ελάχιστα τις «minds on» και «hands on» προσεγγίσεις. Φιλοδοξία του παρόντος Προγράμματος Σπουδών, σε συνάρτηση με τον οδηγό του εκπαιδευτικού, είναι να τους βοηθήσει να σχεδιάζουν αποτελεσματικά μαθησιακά περιβάλλοντα και ενεργές κοινότητες μάθησης για τις Φυσικές Επιστήμες και όχι να παρέχουν απλώς πληροφορίες.

ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΜΑΘΗΣΗΣ – ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ: ΦΥΣΙΚΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ - ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ) (Νέο Πρόγραμμα Σπουδών σ. 10-18)

Σχολική Επιστήμη και Σχολική Τεχνολογία

Η αμοιβαία και γόνιμη σχέση ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος μάθησης στο συγκεκριμένο Πρόγραμμα Σπουδών. Η «συνεργασία» των Φυσικών Επιστημών με την Τεχνολογία ξεκινά από την Α' Δημοτικού και απαντάται σε όλες τις τάξεις.

Ως εκ τούτου, αναζητείται ένα κοινό πλαίσιο για την υλοποίηση τόσο επιστημονικών όσο και τεχνολογικών δραστηριοτήτων, οι οποίες να είναι επικεντρωμένες σε θέματα χρήσιμης επιστήμης και τεχνολογίας. Επί του διδακτικού πρακτέου αυτό μεταφράζεται σε δραστηριότητες, που ενθαρρύνουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναπτύξουν επιστημονικές, καθώς και τεχνολογικές γνώσεις και δεξιότητες, έτσι ώστε να νιώθουν αυτοπεποίθηση ότι μπορούν να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες, για να αντιμετωπίζουν τις απαιτήσεις της καθημερινής τους ζωής με ασφάλεια.

Η έξοδος στην Κοινωνία και στο Φυσικό Περιβάλλον: Σχολική Τάξη και Κοινότητες Μάθησης

Η αλληλεπίδραση μαθητών και μαθητριών μεταξύ τους, εντός της σχολικής τάξης, καθώς και αυτή με άλλες κοινότητες μάθησης, όπως ομάδες επιστημόνων και επαγγελματιών, που κινούνται εκτός ορίων του σχολικού περιβάλλοντος κρίνεται αναγκαία να συντελείται σε ποικίλα πλαίσια μάθησης, για την ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού τους γραμματισμού.

Σ' αυτό το πλαίσιο προτείνονται δραστηριότητες ενταγμένες στο φυσικό περιβάλλον (τοπικά οικοσυστήματα, βουνά, λίμνες, δάση κ.λπ.), στο ανθρωπογενές περιβάλλον (βοτανικοί κήποι, πάρκα, αγροκτήματα, αγροκτήματα βιοκαλλιέργειας κ.λπ.), στο τεχνολογικά κατασκευασμένο περιβάλλον (χώροι τεχνο-επιστήμης, φράγματα, λιμάνια, εργαστήρια ερευνητικών κέντρων κ.λπ.), στη βιομηχανία και στο εμπόριο (σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, φωτοβολταϊκά πάρκα, κ.λπ.). Παράλληλα προτάσσονται δραστηριότητες με έμφαση στην αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών σε έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές, καθώς και προσωπική - επιτόπια επαφή με επαγγελματίες και επιστήμονες. Οι μαθητές και οι μαθήτριες συνιστάται να εμπλέκονται σε συζητήσεις τόσο στη σχολική τάξη όσο και σε ευρύτερες κοινότητες μάθησης, για τη λήψη κοινών αποφάσεων για κοινωνικά θέματα, που έχουν σχέση με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ενδεικτικές προτάσεις ανά θεματική ενότητα υπάρχουν σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού. Για παράδειγμα στη Β' τάξη, οι μαθητές και οι μαθήτριες αλληλεπιδρούν με ειδικούς φορείς, για να συγκεντρώσουν πληροφορίες, σχετικά με τον τρόπο συλλογής και μεταφοράς του νερού. Στην Δ' τάξη, επισκέπτονται χώρους-

σταθμούς παραγωγής ενέργειας και στην Ε' τάξη διεξάγουν έρευνα μεταξύ μαθητών και γονέων, σχετικά με τις καθημερινές τους συνήθειες και αναφορικά με τη χρήση ενέργειας.

Η ενσυνείδητη εμπλοκή σε διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας

Η ενσυνείδητη εμπλοκή μαθητών και μαθητριών σε διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας θεωρείται βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού τους γραμματισμού.

Υπό αυτή την οπτική, οι δραστηριότητες που προτείνονται αναπτύσσονται σε δύο επίπεδα:

(α) Σε πρώτο επίπεδο και στις μικρές τάξεις του Δημοτικού, οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να υλοποιήσουν απλές διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας (παρατήρηση, σύγκριση, ταξινόμηση, κατασκευή απλών μηχανών, κ.λπ.) και πιο σύνθετες, στις μεγάλες τάξεις (έλεγχος μεταβλητών, σχεδιασμός των βημάτων πορείας ενός προβλήματος, ερμηνεία δεδομένων, κ.λπ.).

(β) Σε δεύτερο επίπεδο, οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να αποκτήσουν επίγνωση των υποθέσεων και των ιδεών που εκφράζουν καθώς και να παρακολουθούν και να αξιολογούν την πορεία της μάθησής τους (π.χ. να αντιλαμβάνονται τις διαφορετικές ιδέες που έχουν μεταξύ τους για τη λύση ενός τεχνολογικού προβλήματος, να αξιολογούν τα επιμέρους βήματα-λύσεις του σχεδίου που προτείνουν, να κατανοούν πότε κάνουν λάθη σε μια πειραματική δραστηριότητα κ.λπ.).

Η διαφορετικότητα στην εμπλοκή των διαδικασιών επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας

Οι μαθητές και οι μαθήτριες αναγνωρίζονται ως άτομα με ξεχωριστές μαθησιακές δυνατότητες, εμπειρίες, προτιμήσεις και έξεις. Ως εκ τούτου ο επιστημονικός και τεχνολογικός τους γραμματισμός αναπτύσσεται με πολλαπλούς τρόπους.

Με γνώμονα την παραπάνω παραδοχή, το συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών επιδιώκει την εμπλοκή των μαθητών και μαθητριών σε διαφορετικές μορφές και ρυθμούς μάθησης, καθώς και σε διαφορετικούς βαθμούς πολυπλοκότητας. Η συνεργατική μέθοδος παζλ (*jigsaw)*, το παιχνίδι ρόλων, ο καταιγισμός ιδεών (brainstorming), τα σχέδια δράσης (projects), η υποστηρικτική μάθηση (scaffolding learning), η φθίνουσα καθοδήγηση των μαθητών και μαθητριών από μέρους του/της εκπαιδευτικού στις διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας, η οργάνωση εκθέσεων στο σχολικό και εξωσχολικό περιβάλλον αποτελούν αντιπροσωπευτικές εκδοχές μιας διαφοροποιημένης διδασκαλίας. Στο πλαίσιο αυτό, προτείνεται η μελέτη και η γραφή από μέρους των μαθητών και μαθητριών ποικίλων ή/και διαφορετικών κειμένων μονοτροπικών ή πολυτροπικών, όπως η μελέτη του ημερολογίου ενός/μιας επιστήμονα, η ανάλυση των «επιστημονικών λαθών» σε τηλεοπτικά προγράμματα και ταινίες, η γραφή ενός «επιστημονικού ποιήματος», η δημιουργία ενός σκετς, μιας αφίσας ή μιας διαφήμισης ενός προϊόντος κ.λπ.

Ιστορική αίσθηση και αισθητική θεώρηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας

Οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία αποτελούν σημαντικές συνιστώσες της πνευματικής και πολιτισμικής μας κληρονομιάς. Η «συνομιλία» του ανθρώπου με τη φύση, οι ερμηνείες δηλαδή που δίνει για το φυσικό κόσμο αλλά και οι αλλαγές, που του προκαλεί, είναι μια μακροχρόνια εμπειρία δημιουργικής δραστηριότητας, που μπορεί να κινείται από τη σφαίρα της πειθαρχημένης λογικής ως τη σφαίρα της δεισιδαιμονίας και των περιβαλλοντικών καταστροφών. Παράλληλα αυτή η δυνατότητα «διαλόγου» με τη φύση μπορεί να του προσφέρει αισθητική συγκίνηση, διότι του επιτρέπει να εκφραστεί συναισθηματικά για την ομορφιά, την ποικιλία, την απλότητα αλλά και την πολυπλοκότητα, που την χαρακτηρίζει.

Υπό το πρίσμα αυτό, στο συγκεκριμένο Πρόγραμμα Σπουδών, η ανάπτυξη του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού των μαθητών και μαθητριών στηρίζεται πάνω στη διδασκαλία ενός «μίγματος» επιστημονικών εννοιών, νόμων, μοντέλων, καθώς και στοιχείων της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας. Δίνεται έμφαση στην ανησυχία των επιστημόνων και στην κρίση των ιδεών τους για το πώς είναι ο κόσμος και πώς μπορούμε να τον αλλάξουμε. Έτσι, προτείνονται δραστηριότητες για τους μαθητές και τις μαθήτριες που θα προαγάγουν τον προβληματισμό τους για την ευκολία λάθους στην ερμηνεία ενός φαινομένου ή στις λύσεις ενός τεχνολογικού προβλήματος. Η εξέλιξη των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας

αναγνωρίζεται ως προϊόν συνεργασίας πολλών διαφορετικών επιστημόνων από διαφορετικές κουλτούρες και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές της ιστορίας.

Επιπλέον, η ιστορική αίσθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας «συναντάται» με την αισθητική τους θεώρηση. Μέσω του πολυδιάστατου ρόλου της τέχνης, οι μαθητές και οι μαθήτριες ενθαρρύνονται να εκφράσουν και να συμβολίσουν τα συναισθήματά τους για τη μουσική, τους ήχους και τα χρώματα της φύσης, για τα επιστημονικά και τεχνολογικά συμβάντα και επιτεύγματα και παράλληλα να συνδέσουν τα συναισθήματά τους με τις σκέψεις και τις απορίες τους. Η εμπλοκή των μαθητών και των μαθητριών σε τέτοιου τύπου δραστηριότητες συμβάλλει σε μια αίσθηση «κοσμικής ομορφιάς», που χαρακτηρίζει το φυσικό και ενίοτε τεχνολογικά κατασκευασμένο περιβάλλον.

Σχολικό εγχειρίδιο, έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές, περιβάλλον: μια τριπολική διαλεκτική σχέση

Το συγκεκριμένο Πρόγραμμα Σπουδών σχεδιάστηκε με αφετηρία την ανάπτυξη μιας διαλεκτικής σχέσης ανάμεσα σε τρεις «πόλους μάθησης», τα σχολικά εγχειρίδια, τις έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές και το περιβάλλον (φυσικό, τεχνολογικό, κοινωνικό). Με βάση τη δομή και το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων του Δημοτικού σχολείου (Μελέτη Περιβάλλοντος Α’ έως Δ’ τάξη, Ερευνώ και Ανακαλύπτω Ε’ και Στ’ τάξη) αποσκοπεί να δημιουργήσει ένα διαφορετικό πλαίσιο μάθησης για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, δίνοντας έμφαση στα χαρακτηριστικά που αναλύθηκαν ανωτέρω. Έτσι, το σχολικό εγχειρίδιο αποτελεί έναν από τους τρεις «πόλους μάθησης», με τον οποίο οι μαθητές και οι μαθήτριες θα οικοδομήσουν την επιστημονική και τεχνολογική τους γνώση.

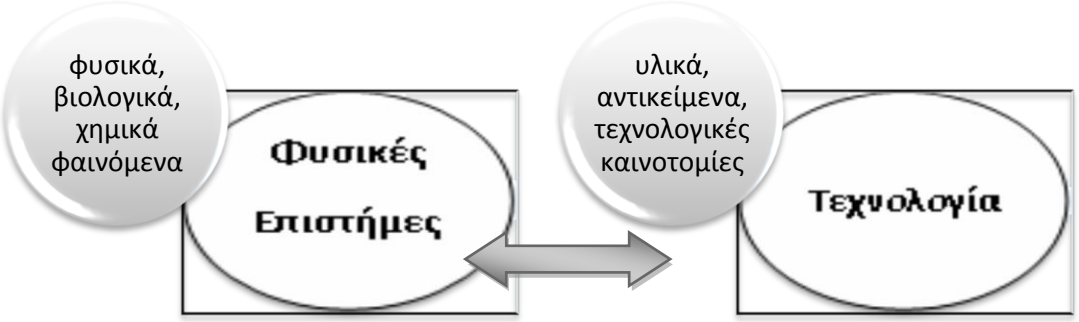
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ (σ. 1-2)

Θεματικές ενότητες

Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών δομείται πάνω σε εννέα θεματικές ενότητες, οι οποίες εξασφαλίζουν τη συνέχεια και τη συνοχή του από το Νηπιαγωγείο μέχρι το Λύκειο. Στο Δημοτικό οι εννέα θεματικές ενότητες αναπτύσσονται οριζόντια και κάθετα ως εξής:

- σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού απαντάται η ενότητα «Η ζωή γύρω μας»
- σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού διδάσκεται η «Ενέργεια»,
- σε πέντε τάξεις διδάσκονται τα «Ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα» καθώς και τα «Ηχητικά φαινόμενα»
- σε τέσσερις αναπτύσσονται οι «Μηχανές και δυναμικές αλληλεπιδράσεις» καθώς και οι «Ιδιότητες των υλικών»
- σε τρεις διδάσκονται τα «Θερμικά φαινόμενα»
- σε δύο τα «Φωτεινά φαινόμενα»
- τα «Χημικά φαινόμενα» προσεγγίζονται στις τρεις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού σχολείου.

Βασικό χαρακτηριστικό των εννέα θεματικών ενοτήτων είναι η πλοκή του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών με αυτό της Τεχνολογίας, (σχήμα 1). Τα φυσικά, βιολογικά και χημικά φαινόμενα, καθώς και τα υλικά, τα αντικείμενα και οι τεχνολογικές καινοτομίες συνιστούν τους δύο «πόλους» του περιεχομένου των ενοτήτων.



Σχήμα 1: Πλοκή περιεχομένου Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας

Οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να μελετήσουν τον κόσμο γύρω τους, δηλαδή έννοιες, νόμους και μοντέλα των Φυσικών Επιστημών. Παράλληλα μελετούν ιδιότητες των υλικών και τεχνολογικών αντικειμένων, που χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή ή έστω ακούν, ενώ κάποια από αυτά πρόκειται να τα χρησιμοποιήσουν στο μέλλον, όπως είναι:

- παραδοσιακά και μοντέρνα υλικά και αντικείμενα (ξύλο, γυαλί, πλαστικό, οξέα, βάσεις, άλατα, ανθρακόνημα, πήλινες στάμνες, θερμός, στολές πυροσβέστη)
- ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές (λάμπα, φακός, πρίζα, MP3 Player, τηλέφωνο, ακουστικά βαρηκοΐας, βομβητής)
- απλά εργαλεία (κατσαβίδι, γρανάζι, μοχλός, κεκλιμένο επίπεδο, τροχαλία, τροχός)
- όργανα και συσκευές του εργαστηρίου των Φυσικών Επιστημών (μπαταρία, καλώδια, διακόπτης, λάμπα, πυξίδα, ηλεκτροκινητήρας, θερμόμετρο, ελατήριο)
- μηχανές και συσκευές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακός φούρνος, ηλιακός θερμοσίφωνας, ανεμογεννήτρια, ηλεκτρικό αυτοκίνητο).

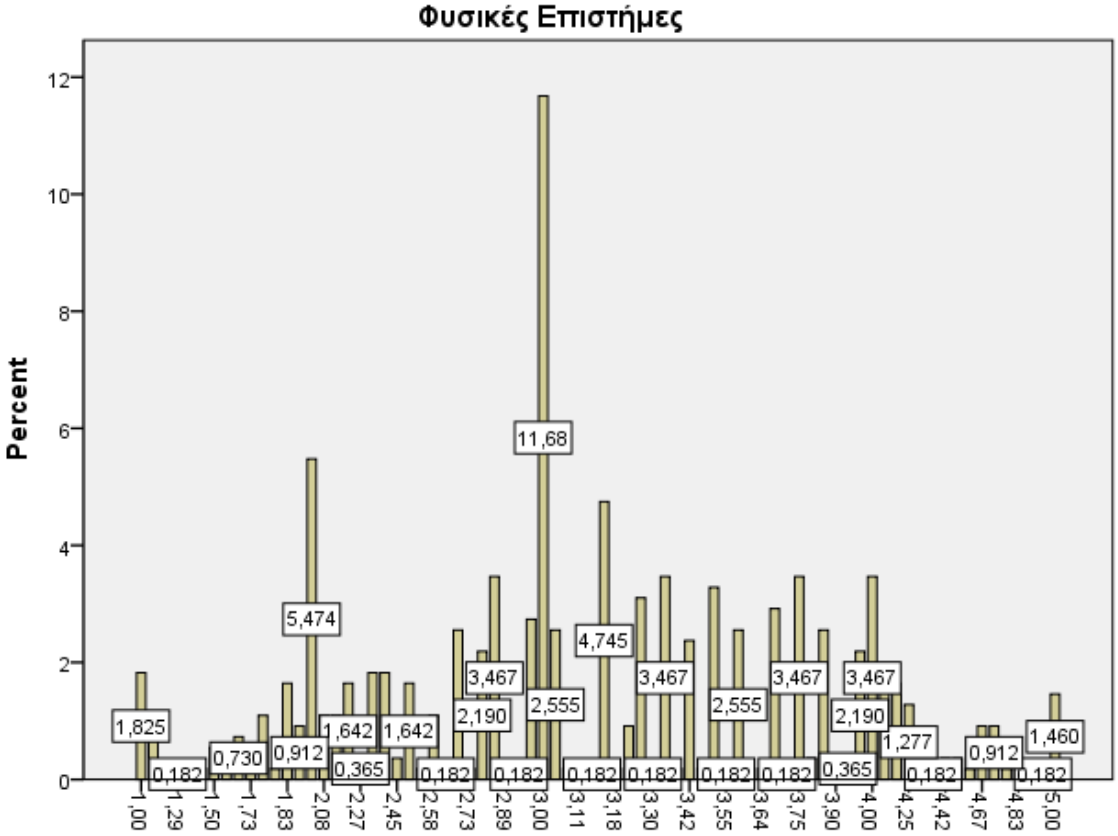
Όλες οι θεματικές αναπτύσσονται παράλληλα και συνδέονται μεταξύ τους από την Α΄ έως τη Στ΄ τάξη.

ΟΔΗΓΟΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Ο οδηγός του εκπαιδευτικού περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά του περιεχομένου του νέου Προγράμματος Σπουδών, τη λειτουργία των Σχολικών Εγχειριδίων στο νέο Πρόγραμμα Σπουδών, προτάσεις για Βιωματική διδασκαλία, ανάλυση των Θεματικών Ενοτήτων, οδηγίες για την πλοκή περιεχομένου Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας και το ρόλο και το προφίλ του/της εκπαιδευτικού. Επιπλέον δίνει έτοιμα 9 ολοκληρωμένα Σενάρια Διδασκαλίας ένα για κάθε Θεματική Ενότητα.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ

Μια πρώτη αξιολόγηση της πιλοτικής εφαρμογής του νέου Προγράμματος Σπουδών από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής και από ανεξάρτητους κριτές, έδωσε τα παρακάτω ενθαρρυντικά αποτελέσματα ύστερα από την ανάλυση δεδομένων αναφορικά με το ερωτηματολόγιο αποτίμησης της εφαρμογής Νέων Προγραμμάτων Σπουδών για τους Εκπαιδευτικούς Δημοτικών Σχολείων (Σιδερίδης, 2012).



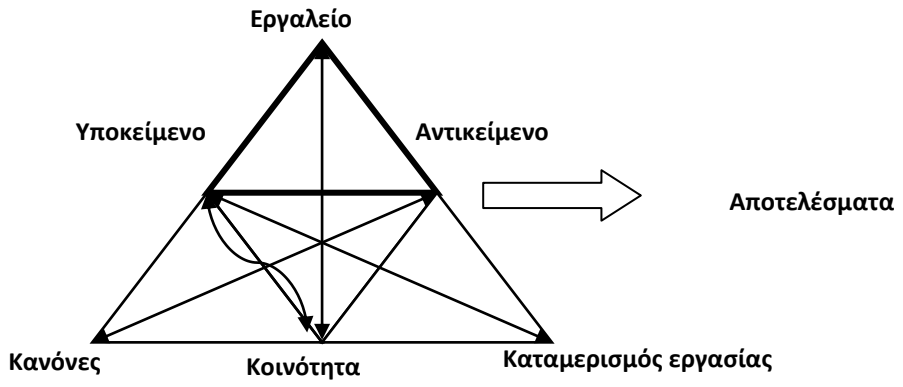
Σχήμα 2: Ανάλυση δεδομένων αναφορικά με το ερωτηματολόγιο αποτίμησης της εφαρμογής Νέων Προγραμμάτων Σπουδών για τους Εκπαιδευτικούς Δημοτικών Σχολείων σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες

Συγκεκριμένα, και αναφορικά με τις φυσικές επιστήμες, οι στάσεις ήταν προς τη θετική κατεύθυνση όπως φαίνεται στην παρακάτω κατανομή η οποία είναι αρνητικά στρεβλή. Οι εκπαιδευτικοί σημείωσαν τη συμφωνία τους με το ότι το νέο πρόγραμμα σπουδών συνδέεται η φυσική με την τεχνολογία, με την κοινωνία και τον πολιτισμό, με την ανάπτυξη της γλώσσας και της επιχειρηματολογίας, κ.λπ.

ΤΟ ΝΕΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Στο σημείο αυτό θα επιχειρήσουμε να ερμηνεύσουμε το πλαίσιο μάθησης και τα χαρακτηριστικά του νέου Προγράμματος Σπουδών σύμφωνα με τη Θεωρία της Δραστηριότητας. Η Θεωρία της Δραστηριότητας είναι μία ψυχολογική θεωρία που εδράζει τις αρχές της στον Vygotsky ενώ ήδη ολοκληρώνει την τρίτη γενιά ερευνητών της.

Στην πολιτιστική-ιστορική παράδοση, η αρχική μονάδα ανάλυσης του Vygotsky ήταν η διαμεσολαβούμενη δράση (Vygotsky, 1978, Engeström, 1987). Είναι μια τριγωνική ενότητα του υποκειμένου, του αντικειμένου, και των μεσολαβούντων μέσων (εργαλεία, σημεία και τεχνουργήματα). Το κρίσιμο καινοτομικό στοιχείο της μονάδας αυτής είναι η ανακάλυψη της διαλεκτικής σχέσης μεταξύ του αντικειμένου και των εργαλείων διαμεσολάβησης.



Σχήμα 3: *Σχηματική απεικόνιση της θεωρίας της δραστηριότητας από τον Engeström (1987)*

Αναλύοντας τη δραστηριότητα Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο μπορούμε να οπτικοποιήσουμε τις δράσεις δασκάλων και μαθητών (υποκειμένων) σύμφωνα με το Σχήμα 3. Ως στοιχεία της δραστηριότητας μπορεί να θεωρηθούν τα:

Εργαλεία: π.χ. απλές μηχανές, γλώσσα, ιδέες, θεωρίες, αναλυτικό πρόγραμμα

Υποκείμενα: δάσκαλοι, μαθητές, γονείς, κοινότητα

Κανόνες: π.χ. ωράριο, κανόνες λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας και συμπεριφοράς

Κοινότητα: σχολείο, σπίτι, μουσείο, περιβαλλοντικό πάρκο, εργοστάσιο, διαδίκτυο

Καταμερισμός εργασίας: ο Δάσκαλος ορίζει τι κάνει καθένας μέσα στην κοινότητα μάθησης vs οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλους και σχεδιάζουν τη δική τους έρευνα.

Αντικείμενο: χώρος προβληματισμού και διερεύνησης με κίνητρο, στόχοι διδασκαλίας, στόχοι κοινότητας

Αποτελέσματα: ικανότητες για ζωή, πολιτότητα, συμμετοχή, γνώσεις, στάσεις, δεξιότητες

Εάν οπτικοποιήσουμε τη δραστηριότητα εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες με μορφή τριγώνου όπως στο Σχήμα 3, μπορούμε να τοποθετήσουμε το Αναλυτικό Πρόγραμμα στη θέση του εργαλείου όπου τα δρώντα υποκείμενα (Δάσκαλοι και Μαθητές) αλληλεπιδρούν το χειρίζονται σε συνδυασμό με χειραπτικά (σφήνα, τροχαλία κ.ά.) και εννοιολογικά εργαλεία (ιδέες μαθητών, θεωρίες δασκάλων) μέσα σε κοινότητες μάθησης εντός και εκτός της σχολικής αίθουσας – στο σχολείο, στο σπίτι και στην κοινότητα, με συγκεκριμένους κανόνες (ωρολόγιο πρόγραμμα, κανόνες λειτουργίας της ομάδας κ.ά.), με συγκεκριμένο καταμερισμό εργασίας περισσότερο ιεραρχικό (ο καταμερισμός γίνεται μόνο από το διδάσκοντα ή οι μαθητές αυτό-οργανώνονται και σχεδιάζουν τη διερεύνησή τους). Όλα αυτά τείνουν προς μια περιοχή προβληματισμού, ανάλυσης και διερεύνησης με στόχο και κίνητρο και τελικά αποφέρουν αποτελέσματα που επιθυμούμε να είναι οι ικανότητες για ζωή του πολίτη. Αν το Αναλυτικό Πρόγραμμα διαμεσολαβεί στην ανάπτυξη των ικανοτήτων του σύγχρονου πολίτη είναι πετυχημένο και αποτελεσματικό. Αν όχι, δεν εδράζεται στην ψυχολογική θεωρία της επεκτατικής μάθησης και δεν συμβάλλει σε μια κοινωνική δραστηριότητα που ικανοποιεί τις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας. Υπό αυτήν την προοπτική η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες δεν είναι Εκπαίδευση στη Φυσική στη Χημεία, στη Βιολογία και στη Γεωγραφία. Στον αντίποδα αυτού του ρεύματος σκέψης υιοθετούμε τη δράση εντός του κόσμου των Φυσικών Επιστημών και την τοποθέτηση των τελευταίων ως πεδίου αναφοράς των δράσεών μας. Κατ' αυτόν τον τρόπο υποθέτουμε ότι αναπτύσσονται πολίτες με κριτική σκέψη, με ικανότητα ανάλυσης δεδομένων και λήψης αποφάσεων, με ικανότητα επικοινωνίας απόψεων, με ικανότητα χρήσης της γλώσσας και της Τεχνολογίας. Η σύγχρονη πρόκληση – κατά την άποψή μας – είναι μια επαναθεμελίωση της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην τομή της Ψυχολογίας και της Κοινωνιολογίας.

Στην πολιτιστική-ιστορική παράδοση, ο Leont'ev (1978) έκανε ένα αποφασιστικό βήμα προς τα εμπρός στη διαμόρφωση του πλαισίου, όταν εισήγαγε τον καταμερισμό της εργασίας στην βασική μονάδα ανάλυσης. Αυτό

του επέτρεψε να κάνει τη διάκριση μεταξύ των σχετικά βραχύβιων, με προσανατολισμό στο στόχο δραστηριοτήτων από τη μία πλευρά και των με προσανατολισμό στο στόχο συστημάτων συλλογικής δραστηριότητας από την άλλη πλευρά. Μια συλλογική δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με τη διαίρεση του εργατικού δυναμικού μεταξύ των μελών μιας κοινότητας, δηλαδή, με την ανάθεση των διαφόρων δράσεων σε διαφορετικούς συμμετέχοντες. Αυτό απαιτεί κανόνες που ρυθμίζουν την ανταλλαγή και την αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων. Η πολιτιστική σημασία και η προσωπική αίσθηση της ατομικής προσφοράς μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί κοιτάζοντας μόνο μέσα από το πλαίσιο των δραστηριοτήτων που πραγματοποιεί το άτομο. Αυτό που προκύπτει είναι ένα μοντέλο της δραστηριότητας ως ένα δυναμικό διαμεσολαβούμενο σύστημα (Σχήμα 3).

Μπορούμε να διακρίνουμε πέντε βασικές αρχές της θεωρίας της δραστηριότητας από τις οποίες διαμορφώνεται η επεκτατική μάθηση (Engeström 1999, Rizzo, 2003):

α) *Η δραστηριότητα ως μονάδα σχεδιασμού και ανάλυσης*

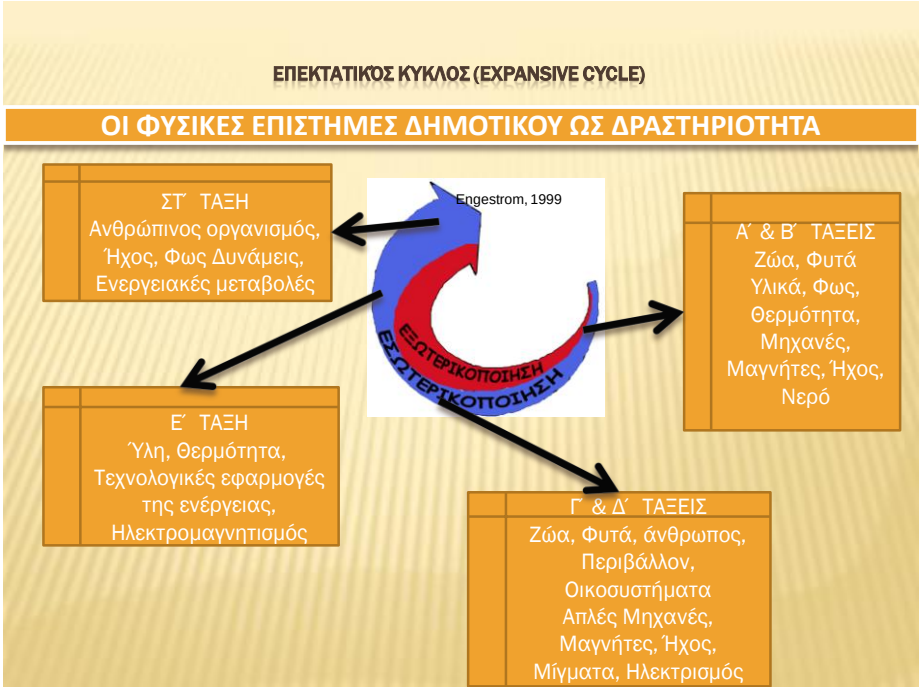
β) *Η πολυεπίπεδη μορφή των δραστηριοτήτων* (Multivoicedness, η δραστηριότητα μπορεί να αναλυθεί σε διάφορα επίπεδα)

γ) *Ιστορικότητα* της δραστηριότητας (οι αλλαγές στη σκέψη εμφανίζονται στο κοινωνικό πλαίσιο στη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου)

Ένας βασικός στόχος στην ιστορική ανάλυση είναι η περιοδικότητα. Μεγαλύτερες περίοδοι στην ιστορία έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με μικρότερες περιόδους ή γεγονότα, οι αναλύσεις των οποίων μας δίνουν επίπεδα επαναλαμβανόμενων ή νέων κυκλικών χρονικών δομών. Σ' αυτή την άποψη στηρίχτηκε ο Engeström (1999) και εισήγαγε τον όρο του επεκτατικού κύκλου (expansive cycle). Στον επεκτατικό κύκλο (σχήμα 4) αναγνωρίζονται δυο βασικές διαδικασίες που λειτουργούν ακατάπαυστα σε κάθε επίπεδο ανθρώπινης δραστηριότητας: την εσωτερικοποίηση (internalization) και την εξωτερικοποίηση (externalization). Η εσωτερικοποίηση σχετίζεται με διαδικασίες μετασχηματισμού της δραστηριότητας από το κάθε άτομο και η εξωτερικοποίηση εμφανίζεται πρώτα υπό μορφή ιδιαίτερων μεμονωμένων καινοτομιών και φθάνει στην αιχμή της όταν σχεδιάζεται ένα νέο πρότυπο για τη δραστηριότητα και εφαρμόζεται.

δ) *Οι αντιφάσεις* είναι η κατευθυντήρια δύναμη της αλλαγής και της ανάπτυξης (Basharina, 2007).

ε) *Επεκτατικοί κύκλοι* λειτουργούν ως πιθανή μορφή μετασχηματισμού στη δραστηριότητα. Ο Engeström (1999) ορίζοντας την έννοια του «επεκτατικού κύκλου» ξεκινά με την αποδεκτή πρακτική μιας ενέργειας ή δραστηριότητας και μας οδηγεί προοδευτικά σε μια κίνηση συλλογική ή σε μια κατάσταση. Αυτή η μετακίνηση επιτυγχάνεται μέσω συγκεκριμένων και καθορισμένων ενεργειών. Όλες οι ενέργειες που πραγματοποιούνται σ' αυτή την πορεία διαμορφώνουν έναν επεκτατικό κύκλο κατά τη διάρκεια του οποίου αντιμετωπίζονται με επιτυχία οι εντάσεις που δημιουργούνται σε ένα σύστημα δραστηριοτήτων.



Σχήμα 4: *Οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο ως Δραστηριότητα*

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, η διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο εξελίσσεται στη σύμφωνα με έναν επεκτατικό κύκλο. Στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού κυριαρχεί η εξωτερικοποίηση. Καθώς οι Φυσικές επιστήμες διαρθρώνονται από την Α΄ τάξη του Δημοτικού έως την Στ΄ τάξη, ξεκινάμε με απλές δραστηριότητες και μια πρώτη επαφή με τις έννοιες των ΦΕ στην Α΄ και Β΄ τάξη. Είναι τα αντικείμενα και τα υλικά, οι έννοιες και τα φαινόμενα του εξωτερικού κόσμου που προκαλούν το ενδιαφέρον και δίνουν το έναυσμα και το κίνητρο για προβληματισμό και ενσυνείδητη εμπλοκή σε διαδικασίες διερεύνησης που συνήθως είναι κοινωνικά προσδιορισμένες. Τέτοιες διαδικασίες διερεύνησης μπορεί να οδηγούν στην επίλυση πρακτικών καθημερινών προβλημάτων της κοινωνικής ζωής που επηρεάζει τους μαθητές, όπως η ρύπανση της λίμνης, η έλλειψη κάποιων αγαθών, η αλόγιστη ανάπτυξη, η υπερβόσκηση κ.λπ. Στη συνέχεια, επιθυμούμε και αναμένουμε έναν μεγαλύτερο βαθμό εξωτερικοποίησης και δράσης στις μεσαίες τάξεις Γ΄ και Δ΄ με περισσότερες κατασκευές και τεχνολογία για να φτάσουμε στην κατανόηση των εννοιών στην Ε΄ και Στ΄ τάξη, με ένα πιθανό «ξέσπασμα» στην Στ΄ τάξη όπου η ενέργεια ως έννοια ομπρέλα θα βοηθήσει τους μαθητές να εσωτερικεύσουν και να κάνουν κτήμα τους τις έννοιες των ΦΕ, για να περάσουν στη μαθηματικοποίηση στο Γυμνάσιο και αργότερα στο Λύκειο. Οι λειτουργίες των υποκειμένων (μαθητών και εκπαιδευτικών) εντός της κοινότητας μάθησης με συγκεκριμένο καταμερισμό εργασίας (π.χ. η κατασκευή του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος με ταυτόχρονη ανάπτυξη δεξιοτήτων), και οι δράσεις τους για την επίτευξη ενός στόχου (π.χ. έρευνα αγοράς και αλλαγή λαμπτήρων για την εξοικονόμηση ενέργειας στο σπίτι και στο σχολείο) διαμορφώνουν σταδιακά μια ολοκληρωμένη δραστηριότητα ενεργού πολίτη. Κατά τη δραστηριότητα εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, η κυρίαρχη εξωτερικοποίηση *(Ζώα, Φυτά, Υλικά, Φως, Θερμότητα, Μηχανές, Μαγνήτες, Ήχος, Νερό)* δίνει τη θέση της σε μια δυναμική *εσωτερικοποίηση (Ανθρώπινος οργανισμός-Συστήματα, Ήχος-Κύμα, Φως-Οπτική ίνα, Δυνάμεις-Αφηρηματοποίηση, Ενεργειακές μεταβολές)*. Οι πρακτικές της διδασκαλίας και της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες οδηγούν τα ίδια τα πράττοντα υποκείμενα σε μετα-συλλογισμούς και εσωτερικοποίηση γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων ζωής που οδηγούν σε ικανότητες του σύγχρονου πολίτη ως το τελικό αποτελέσματα της ολοκληρωμένης δραστηριότητας. Η πορεία του επεκτατικού κύκλου είναι γεμάτη αντιφάσεις που αυτές ακριβώς κατευθύνουν τα υποκείμενα προς τη μάθηση με νόημα.

Ειδικότερα, τα προηγούμενα ικανοποιούνται μέσα από τα βασικά χαρακτηριστικά του νέου Προγράμματος Σπουδών. Ως παράδειγμα αναφέρουμε το χαρακτηριστικό του πλαισίου της μάθησης «***Ιστορική αίσθηση και αισθητική θεώρηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας».*** Για την ανάδειξη αυτού του χαρακτηριστικού περιγράφονται στη συνέχεια δύο προτάσεις των εμπειρογνωμόνων του νέου Προγράμματος Σπουδών.

Η πρόταση: Η ιστοριογραμμή του ηλεκτρισμού και του μαγνητισμού

Ο ηλεκτρομαγνητισμός αποτελεί μια από τις βασικές ενότητες του νέου Προγράμματος Σπουδών. Η διδασκαλία του αναπτύχθηκε πάνω στη βασική ιστοριογραμμή με τους σημαντικότερους σταθμούς από την ιστορία των Φυσικών Επιστημών και συνδέθηκε με τις τεχνολογικές του εφαρμογές.

Με βάση το παραπάνω σκεπτικό,

Στην Α΄ τάξη, οι μαθητές και οι μαθήτριες έρχονται σε επαφή υπό τη μορφή παιχνιδιού με τα μαγνητικά φαινόμενα

Στη Β΄ τάξη, εξετάζουν τις τεχνολογικές εφαρμογές και συγκεκριμένα τις ηλεκτρικές συσκευές, που χρησιμοποιούμε καθημερινά στα σπίτια μας

Στη Γ΄ τάξη, με διερευνητικές δραστηριότητες μελετούν τα βασικά χαρακτηριστικά των μαγνητών και ασκούνται στην επιστημονική μεθοδολογία

Στην Δ΄ τάξη, βασική ενότητα στο δρόμο προς την ενοποίηση των μαγνητικών και ηλεκτρικών φαινομένων, αποτελεί η αντιπαράθεση των δύο ιταλών επιστημόνων Galvani και Volta, που οδήγησε στην παραγωγή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και την κατασκευή της μπαταρίας.

Στην Ε΄ τάξη, ολοκληρώνεται η ιστοριογραμμή του ηλεκτρομαγνητισμού. Οι μαθητές και οι μαθήτριες εξετάζουν ξεχωριστά τα μαγνητικά από τα ηλεκτρικά φαινόμενα, ξεκινώντας από τη βασικότερη τεχνολογική εφαρμογή του μαγνητισμού, την πυξίδα. Διερευνούν στη συνέχεια την ηλεκτροστατική έλξη και άπωση και καταλήγουν στην ενοποίηση των ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων, που πραγματοποιήθηκε από τον Oersted. Η δυνατότητα προστασίας του ανθρώπου και των σύγχρονων ηλεκτρικών συσκευών από τους κεραυνούς, καθώς και το αλεξικέραυνο γίνονται αντικείμενα διερεύνησης.

Η ιστοριογραμμή σταματά, για το Δημοτικό, στις μεγάλες ανακαλύψεις του Faraday και την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, βάση του σύγχρονου πολιτισμού.

Η πρόταση: Η αίσθηση της «ηχητικής ομορφιάς» του φυσικού και τεχνολογικού κόσμου

Η σύνδεση των τεχνών, μέσω της πολιτιστικής διάστασης των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, με την ενότητα του ήχου κατέχει σημαντική θέση στο προτεινόμενο Πρόγραμμα Σπουδών. Οι δραστηριότητες, καθώς και το εκπαιδευτικό υλικό που προτείνονται δημιουργούν προϋποθέσεις αποτελεσματικής μάθησης καθώς αυξάνουν την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών και των μαθητριών, συμβάλλοντας στην καλλιέργεια

της αντίληψης, ότι ο πολιτισμός δεν είναι αποκλεισμένος από την καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική. Δίνεται έμφαση στην παραγωγή έργου, πραγματικά πρωτότυπου, με την αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), ως μέσο έκφρασης, με τη συνδρομή κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού (π.χ. εννοιολογικοί χάρτες με το λογισμικό kidspiration) και τη χρήση ελεύθερων λογισμικών για την επεξεργασία του ήχου (π.χ. audacity).

Με βάση το παραπάνω σκεπτικό:

Στην Α΄ τάξη, οι μαθητές και οι μαθήτριες μαντεύουν διάφορους ηχογραφημένους ήχους από τη φύση (π.χ. βροχή), από την καθημερινή ζωή (π.χ. μέσα μεταφοράς), από τον ίδιο τους τον εαυτό (π.χ. αναπνοή), ζωγραφίζουν το χρώμα και το σχήμα που θα είχαν οι ήχοι γύρω μας, προσπαθούν να φανταστούν τη γεύση τους.

Στη Β΄ τάξη, οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να παραγάγουν απλούς ήχους (π.χ. να δημιουργήσουν μια μικρή ηχο-ορχήστρα), να ηχογραφήσουν, να κατατάξουν τους ήχους σε ενοχλητικούς και μη, να επικοινωνήσουν σιωπηλοί με τη δική τους νοηματική γλώσσα, για να δημιουργήσουν μια απλή ιστορία.

Στη Γ΄ τάξη, οι μαθητές και οι μαθήτριες δραματοποιούν το μύθο της Ηχούς, βιώνοντας το φαινόμενου του ήχου. Χτυπούν δύο πέτρες μέσα σε μια λεκάνη και ακούν καθαρά τον παραγόμενο ήχο, παίζουν τους ερυθρόδερμους, που ακουμπάνε το αυτί τους στο έδαφος, για να ακούσουν το άλογο ή το τρένο, που έρχεται από μακριά, συζητούν για τους ήχους, που εμποδίζουν να ακούμε τους διπλανούς μας.

Στην Δ΄ τάξη, οι μαθητές και οι μαθήτριες ακούν τους ίδιους ήχους σε διαφορετική ένταση και εντοπίζουν το όριο, στο οποίο ο ήχος γίνεται ενοχλητικός. Αναγνωρίζουν την αξία του ήχου σε διάφορα επαγγέλματα και συζητούν γι' αυτά, που είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένα σε ενοχλητικούς ήχους. Αναζητούν στο διαδίκτυο κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης της ηχορρύπανσης.

Στη Στ΄ τάξη, οι μαθητές και οι μαθήτριες αναζητούν σε έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές εικόνες από το εσωτερικό του ανθρώπινου αυτιού, συζητούν για τον καθαρισμό των αυτιών μας, συντάσσουν λίστες με τα βασικά μέτρα για την προστασία της ακοής και τους σωστούς τρόπους ακρόασης της μουσικής. Πειραματίζονται για να παραγάγουν ήχους διαφορετικής έντασης και να τους διαδώσουν σε διαφορετικά υλικά. Κατασκευάζουν ηχητικά σενάρια και ηχοϊστορίες για το ταξίδι του ήχου, μελετούν τις ιδιότητές του σε βίντεο, αναζητούν στο διαδίκτυο πληροφορίες για τη λειτουργία του τηλεφώνου, των ακουστικών βαρηκοΐας, καθώς και των σύγχρονων συσκευών της τεχνολογίας (π.χ. mp3). Παρακολουθούν μια εκπομπή ή ένα δελτίο ειδήσεων στη νοηματική γλώσσα.

Επανεξετάζοντας τις δύο προτάσεις των εμπειρογνωμόνων με το ερμηνευτικό πλαίσιο της θεωρίας της δραστηριότητας διευκρινίζουμε ότι εάν σχηματίσουμε ένα τόξο για τους επαναλαμβανόμενους ή επεκτατικούς κύκλους, είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι ο χρόνος δραστηριότητας είναι ποιοτικά διαφορετικός από το χρόνο δράσης. Ο χρόνος δράσης είναι βασικά γραμμικός και προσδοκά μια πεπερασμένη λήξη. Ο χρόνος της δραστηριότητας είναι επαναλαμβανόμενος και κυκλικός.

Επεκτείνοντας το συλλογισμό μας στη βασική αρχή της επεκτατικής μάθησης – αυτήν της ιστορικότητας – ο επεκτατικός κύκλος ενός συστήματος δραστηριότητας αρχίζει με μια σχεδόν αποκλειστική έμφαση στην εσωτερικοποίηση, στην κοινωνικοποίηση και την κατάρτιση των μαθητών για να γίνουν ικανά μέλη της δραστηριότητας καθώς πραγματοποιείται. Η δημιουργική εξωτερικοποίηση εμφανίζεται πρώτα υπό μορφή ιδιαίτερων μεμονωμένων καινοτομιών. Δεδομένου ότι οι διασπάσεις και οι αντιφάσεις της δραστηριότητας γίνονται πιο απαιτητικές, η εσωτερικοποίηση λαμβάνει όλο και περισσότερο τη μορφή κρίσιμης μάζας και η εξωτερικοποίηση αναζητά μόνο στρατηγικές λύσεις. Η εξωτερικοποίηση φθάνει στην αιχμή της όταν σχεδιάζεται ένα νέο πρότυπο για τη δραστηριότητα και εφαρμόζεται. Δεδομένου ότι το νέο πρότυπο σταθεροποιείται, η εσωτερικοποίηση των έμφυτων μέσων της γίνεται πάλι η κυρίαρχη μορφή εκμάθησης και ανάπτυξης. Η ιστορικότητα σε αυτήν την προοπτική σημαίνει τους προηγούμενους κύκλους του συστήματος δραστηριότητας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο παρόν κείμενο, ό,τι αφορά στο πλαίσιο μάθησης και τα χαρακτηριστικά του Νέου Προγράμματος Σπουδών έχει συνταχθεί από την ομάδα εμπειρογνωμόνων για τις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο, ενώ η ερμηνεία με βάση τη θεωρία της δραστηριότητας ανήκει στη συγγραφέα – συντονίστρια της παραπάνω ομάδας. Η συγγραφέας έχει την πρόθεση να προβάλλει τη συλλογική προσπάθεια και γι' αυτό ευχαριστεί τους εμπειρογνώμονες κκ. Άννα Σπύρτου, Ευθύμη Σταμούλη, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Μιχάλη Καλογιαννάκη, Γεώργιο Μαλανδράκη, Νικόλαο Κολιό, Ιωάννη Σούλιο, Αναστάσιο Ζουπίδη, Αικατερίνη Ριζάκη και Γεώργιο Τσαπαρλή για τη συμβολή τους στο αναφερθέν τμήμα του κειμένου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aikenhead, G.S., Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education, 2*:539–620. doi: 10.1007/s11422-007-9067-8

2. Basharina, O. (2007) Activity theory perspectives on student-reported tensions in international telecollaboration. *Language Learning and Technology*. *11* (2), 82-103.
3. Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
4. Engeström, Y. (1999) Innovative learning in work teams: analysing cycles of knowledge creation in practice, in: Y. ENGESTRÖM et al (Eds.) *Perspectives on Activity Theory*, (Cambridge, Cambridge University Press), 377-406.
5. Leont'ev, A. N., (1978). *Activity, consciousness, and personality*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
6. Rizzo, A. (2003). Activity Centered Professional Development and Teachers' Take-Up of ICT, paper was presented at the IFIP Working Groups 3.1 and 3.3 Working Conference: ICT and the Teacher of the Future, held at St. Hilda's College, The University of Melbourne, Australia 27thœ31st January, 2003.
7. Vygotsky, L., (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
8. Πλακίτση, Κ., Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Τσαπαρλής, Γ., Καλογιαννάκης, Μ., Μαλανδράκης, Γ., Σούλιος, Ι., Ζουπίδης, Α., Κολιός, Ν., Ριζάκη, Α., Σταμούλης, Ε., (2011). Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο». Διαθέσιμο στο Ψηφιακό Σχολείο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://digitalschool.minedu.gov.gr/ και στην http://www.meletiperivallontos.gr/
9. Πλακίτση, Κ., Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Τσαπαρλής, Γ., Καλογιαννάκης, Μ., Μαλανδράκης, Γ., Σούλιος, Ι., Ζουπίδης, Α., Κολιός, Ν., Ριζάκη, Α., Σταμούλης, Ε., (2011). Πρόγραμμα Σπουδών Μελέτης του Περιβάλλοντος Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο». Διαθέσιμο στο Ψηφιακό Σχολείο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://digitalschool.minedu.gov.gr/ και στην http://www.meletiperivallontos.gr/
10. Πλακίτση, Κ., Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Τσαπαρλής, Γ., Καλογιαννάκης, Μ., Μαλανδράκης, Γ., Σούλιος, Ι., Ζουπίδης, Α., Κολιός, Ν., Ριζάκη, Α., Σταμούλης, Ε., (2011). Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο». ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ. Διαθέσιμος στο Ψηφιακό Σχολείο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://digitalschool.minedu.gov.gr/ και στην http://www.meletiperivallontos.gr/. Ειδικότερα, περιέχονται σενάρια διδασκαλίας και οι αλλαγές του ΝΠΣ σε συνάρτηση με τα ισχύοντα σχολικά εγχειρίδια.
11. Πλακίτση, Κ., Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Τσαπαρλής, Γ., Καλογιαννάκης, Μ., Μαλανδράκης, Γ., Σούλιος, Ι., Ζουπίδης, Α., Κολιός, Ν., Ριζάκη, Α., Σταμούλης, Ε., (2011). Πρόγραμμα Σπουδών Μελέτης του Περιβάλλοντος για το «Νέο Σχολείο». ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ. Διαθέσιμος στο Ψηφιακό Σχολείο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://digitalschool.minedu.gov.gr/ και στην http://www.meletiperivallontos.gr/
12. Σιδερίδης, Γ. (2012). Ανάλυση Δεδομένων Αναφορικά με το Ερωτηματολόγιο Αποτίμησης της Εφαρμογής Νέων Προγραμμάτων Σπουδών για τους Εκπαιδευτικούς Δημοτικών Σχολείων. Ι.Ε.Π.

ΠΗΓΕΣ

1. Λογισμικό ΥΠΔΒΜΘ – ΠΙ για τη Μελέτη του Περιβάλλοντος από Α΄ – Δ΄ Δημοτικού. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.pi-schools.gr/software/dimotiko/
2. Πλακίτση, Κ., Καλδρυμίδου, Μ., Παγγέ, Π., Κολιός, Ν., Ραπανάκης, Π. (2008) «Περιβάλλον – η προστασία του δάσους» (κωδ. 62/2065), Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Έργο του ΥΠΔΒΜΘ, ΠΛΕΙΑΔΕΣ «Ανάπτυξη Εκπ/κού λογισμκού και ολοκληρωμένων Εκπ/κών Πακέτων για τα ελληνικά σχολεία της Π.Ε. και Δ.Ε. & διάθεση προϊόντων εκπ/κού λογισμικού στα σχολεία» ιδιαίτερα στην ενότητα «ΝΗΡΗΙΔΕΣ – Ανάπτυξη Ολοκληρωμένων Εκπαιδευτικών Πακέτων» με τίτλο υποέργου «Περιβάλλον – η προστασία του δάσους». Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.meletiperivallontos.gr/
3. Materials Science Project (2011). University-school partnerships for the design and implementation of research-based ICT-enhanced modules on Material Properties. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://lsg.ucy.ac.cy/materialsscience/teaching_modules.htm.
4. Materials Science Project (2010). Η πυκνότητα των υλικών στα φαινόμενα πλεύσης/βύθισης: πειραματικές διαδικασίες και μοντελοποίηση. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: Εκπαιδευτικό Δίκτυο Δυτικής Μακεδονίας: http://ekdidyma.web.uowm.gr/?q=physics/innovations/pv και http://lsg.ucy.ac.cy/materialsscience/teaching_modules.htm
5. Σπύρτου, Α. (2011) (επιστημονική επιμέλεια). Το ταξίδι της ηλεκτρικής ενέργειας. Εκπαιδευτική ταινία. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.youtube.com/watch?v=coWQ1R2r5MY

Η Φυσική στο Νέο(;) Σχολείο

Βαβάσης Γεράσιμος[1], Γκίκας Εμμανουήλ[1], Κοκκωνάκης Σωτήριος[1], Παυλικάκης Γεώργιος[1], Τσεφαλάς Κωνσταντίνος[1], Ψαλίδας Αργύρης[2]

[1]Επιτροπή Παιδείας Ένωσης Ελλήνων Φυσικών

[2]Κολλέγιο Αθηνών – Γενικό Λύκειο

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρουσία της Φυσικής στη διαδικασία της μάθησης και στις απαιτήσεις του νέου σχολείου, του σύγχρονου πολίτη, αλλά των σύγχρονων κοινωνιών, είναι αδιαμφισβήτητη και απαραίτητη. Παρ' όλα αυτά και παρά τις εξαγγελίες για ένα νέο σχολείο που θα διαμορφώνει τον ενεργό πολίτη του 21ου αιώνα και θα του παρέχει τα απαραίτητα εφόδια τόσο σε γνωστικό, όσο και σε επίπεδο ικανοτήτων, ώστε να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις της εποχής μας, το μάθημα της Φυσικής, στο Ελληνικό σχολείο, υποβαθμίζεται συνεχώς. Τα προγράμματα σπουδών των ευρωπαϊκών σχολείων και του φινλανδικού σχολείου, ως χαρακτηριστικά παραδείγματα, δείχνουν ότι το Π.Σ της Φυσικής του Ελληνικού σχολείου, εμφανίζει κενά τόσο ως προς το περιεχόμενο όσο ως προς τη διδακτική μεθοδολογία που ακολουθείται.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Γενική παιδεία, διδασκαλία φυσικής, ενεργός πολίτης, Λύκειο, προγράμματα σπουδών Φυσικής ,*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αρχές και η φιλοσοφία του νέου (για τη χώρα μας) σχολείου, σύμφωνα με το Υπουργείο Παιδείας, Διά Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων (ΥΠΔΒΜΘ) το προσδιορίζουν ως στοχοκεντρικό, καινοτόμο, αειφόρο, ενταξιακό και ψηφιακό (ΥΠΔΒΜΘ, 2011) Το νέο σχολείο έχει σκοπό «να προετοιμάσει με κριτικό τρόπο τον αυριανό πολίτη της αναδυόμενης Κοινωνίας της Γνώσης, προκειμένου να είναι σε θέση ως υπεύθυνος, δημοκρατικός, ενεργός και σκεπτόμενος πολίτης να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις αλλά και να αδράξει τις ευκαιρίες της νέας εποχής, μετασχηματίζοντας την κοινωνική και οικονομική πραγματικότητα που τον περιβάλλει» (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011).

Το σχολείο, υποθέτουμε και το νέο, αποβλέπει στη μάθηση, η οποία ορίζεται ως η σχετικά μόνιμη αλλαγή στη συμπεριφορά, η οποία είναι αποτέλεσμα ενίσχυσης ή εμπειρίας, καθώς και η απόκτηση του γνωστικού δυναμικού που απαιτείται προκειμένου το άτομο να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος. (Αντωνοπούλου και Σιγάλας, 2006).

Η μάθηση μπορεί να αφορά

- στο γνωστικό και ψυχοκινητικό τομέα (σύνθεση, συγκράτηση, αναπαραγωγή πληροφοριών και κινητικές δεξιότητες),
- στο συναισθηματικό και κοινωνικο - συμμετοχικό τομέα (στάσεις, εκφράσεις εκδηλώσεις των συναισθημάτων, δεξιότητες αρμονικής κοινωνικής συμβίωσης και συνεργασίας).

Σύμφωνα με τις εξαγγελίες του ΥΠΔΒΜΘ επιθυμούμε στο νέο σχολείο ο μαθητής και, κατ' επέκταση, ο σύγχρονος πολίτης πρέπει να «μαθαίνει πώς να μαθαίνει», να «μαθαίνει να κάνει», να «μαθαίνει να είναι» και να «μαθαίνει να ζει με τους άλλους», όπως συστήνει και η έκθεση της UNESCO στη Διεθνή Επιτροπή για την Εκπαίδευση κατά τον 21ο Αιώνα.

Σε αυτό λοιπόν το περιβάλλον του νέου σχολείου, οφείλουμε να εξετάσουμε τη θέση του μαθήματος και της διδασκαλίας της Φυσικής.

Η σχέση αγωγής που οδηγεί στη μάθηση καθορίζεται από το τρίπτυχο δάσκαλος – μαθητής – μορφωτικό αγαθό. Ας θεωρήσουμε ότι διαθέτουμε ή έστω ότι θα φτιάξουμε τους κατάλληλους δασκάλους που θα εμπνεύσουν τους μαθητές τους και θα καλλιεργήσουν το ενδιαφέρον τους για γνώση και ας επικεντρωθούμε στο μορφωτικό αγαθό, τη Φυσική.

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω, αντιλαμβανόμαστε ότι η παρουσία και συμβολή της φυσικής και των θετικών επιστημών γενικότερα, στη διαδικασία της μάθησης, στις απαιτήσεις του νέου σχολείου, του σύγχρονου πολίτη, αλλά των σύγχρονων κοινωνιών, είναι αδιαμφισβήτητη και απαραίτητη, κάτι που αναγνωρίζεται και από διεθνείς οργανισμούς και την Ε.Ε.

Χαρακτηριστικά, σύμφωνα με την UNESCO (2008): *«Η ικανότητα στις επιστήμες είναι το κλειδί για την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη. ... Οι* ***φυσικές επιστήμες, η τεχνολογία , η μηχανική και η εκπαίδευση στα μαθηματικά*** *είναι σημαντικά για αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες χώρες, ώστε να αυξηθεί η συνειδητοποίηση του κοινού, η κατανόηση και ο εγγραμματισμός στις επιστήμες, αλλά επίσης να δώσει στις αναπτυσσόμενες χώρες τη δυνατότητα να μετάσχουν στην παγκόσμια οικονομία».*

Σύμφωνα με το Συμβούλιο της Ε.Ε. για την προετοιμασία των νέων για τον 21^{ο} αιώνα (2008): «*…****ενθάρρυνση της έφεσης των μαθητών*** *για τα μαθηματικά****, τις επιστήμες*** *και την τεχνολογία, με στόχο να εξοικειωθούν από νεαρή ηλικία* ***με το επιστημονικό πνεύμα….».***

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Αν ανατρέξουμε στη νεότερη ελληνική εκπαιδευτική ιστορία (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2010), θα δούμε ότι από πολύ νωρίς, φωτισμένοι δάσκαλοι και πολιτικοί αναγνώρισαν την ανάγκη διδασκαλίας των φυσικών επιστημών.

- Ο Κωνσταντίνος Κούμας, ένα μόλις χρόνο πριν από την Ελληνική Επανάσταση, επηρεασμένος από το διαφωτισμό και κατά προτροπή του Κοραή, θα οδηγηθεί σε ένα απόλυτο σχήμα επαγγελματικής εκπαίδευσης, έχοντας προσανατολίσει τα ενδιαφέροντά του προς τον τομέα των φυσικών επιστημών(Εταιρεία Ελληνικού Λογοτεχνικού και Ιστορικού Αρχείου, 1988-1990).

- Αλλά και στο νεοσύστατο ελληνικό κράτος, ο Ι. Καποδίστριας οραματιζόταν ένα πλήρες σύστημα εκπαίδευσης (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2010) προκειμένου το άτομο να αποκτήσει γνώσεις «*άρχικάς καί θεμελιώδεις*», γνώσεις των φυσικομαθηματικών επιστημών, αλλά και «*βιωτικάς ή έφαρμοσμένας*» που χρησιμεύουν «*εἰς τό εὖ καί καλῶς ζῆν τοῦ πολιτισμένου ἀνθρώπου ….Έτσι και όσοι θα επιδοθούν σε επαγγέλματα θα αποκτούν τις πιο αναγκαίες «εἰς χρηστήν διαβίωσιν» γνώσεις και αυτός που θα σπουδάσει, για παράδειγμα, γιατρός ή νομικός θα πρέπει να «ἀσκήσῃ ἑαυτόν καλῶς» και να μάθει πολλές εκ των επιστημών και εκ των εφαρμοσμένων γνώσεων, ώστε να γίνουν κτήμα του οι γνώσεις που είναι χρήσιμες «εἰς τάς πρωτίστας τέχνας τῆς ζωῆς».*

Από τότε κύλισε πολύ νερό στο αυλάκι, το εκπαιδευτικό σύστημα υπέστη πολλές αλλαγές και μεταρρυθμίσεις. Σε όλες αυτές τις αλλαγές η φυσική παρέμενε «πρωτεύον» μάθημα για όλους τους μαθητές.

Στα χρόνια του εξαταξίου Γυμνασίου που στις τρεις τελευταίες τάξεις υπήρχε ο διαχωρισμός πρακτικού – κλασσικού, όλοι διδάσκονταν φυσική, απλωμένη στις πέντε τάξεις ($2^{α}$-$6^{η}$), με διαφοροποίηση στην ύλη και το επίπεδο, όλοι διδάσκονταν κινητική, μηχανική (στατική και δυναμική), ηλεκτρισμό (στατικό, δυναμικό, εναλλασσόμενα ρεύματα), ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, υδροστατική, αεροστατική υδροδυναμική, ταλαντώσεις, κύματα (μηχανικά, ηχητικά, φωτεινά), θερμότητα, γεωμετρική οπτική, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ατομική και πυρηνική φυσική.

Μπορεί κάποιοι να ταλαιπωρήθηκαν, όχι λόγω του μαθήματος αλλά λόγω του τρόπου διδασκαλίας και των χρησιμοποιούμενων μέσων. Όλοι όμως πήραν γενικές γνώσεις για τα φαινόμενα της καθημερινής τους ζωής, όλοι αναγκάστηκαν να σκεφθούν, να αναλύσουν, να εξηγήσουν.

Από τότε και με κάθε αλλαγή στο εκπαιδευτικό σύστημα (Διαχωρισμός Γυμνασίου-Λυκείου, σύστημα δεσμών, σύστημα κατευθύνσεων) ή τα προγράμματα σπουδών η διδασκόμενη φυσική μειωνόταν σε όγκο ύλης, διδακτικές ενότητες εξαφανίζονταν, ενώ αυξάνονταν οι ασκήσεις και τα προβλήματα. Παρατηρείται συνεχής υποβάθμιση της διδασκαλίας της φυσικής, τουλάχιστον σε επίπεδο γενικής παιδείας, στρεβλή εξειδίκευση και άκρατη ασκησιολογία.

Αυτό που συμβαίνει σήμερα και που δυστυχώς διατηρείται στο νέο Λύκειο, είναι το εξής:

- Η φυσική γενικής παιδείας στη Γ΄ Λυκείου ουσιαστικά δεν υπάρχει. Έτσι οι μαθητές δεν έχουν την ευκαιρία να μάθουν τη «σύγχρονη φυσική», όπως είναι οι θεωρίες για το φως, η ατομική και η πυρηνική.
- Η Φυσική Γενικής παιδείας Στη Β΄ Λυκείου αν και οι μαθητές διδάσκονται ηλεκτρομαγνητισμό και ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, δεν διδάσκονται το εναλλασσόμενο ρεύμα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.
- Οι μαθητές, ακόμη και των θετικών κατευθύνσεων, δεν διδάσκονται κεφάλαια που αφορούν σύγχρονες εφαρμογές της φυσικής που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους, όπως οι ημιαγωγοί, το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο κλπ., τα οποία όμως διδάσκονταν παλαιότερα.
- Η ύλη της Γ΄ Λυκείου θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης διδάσκονται 3 ½ κεφάλαια φυσικής και λύνουν άπειρες ασκήσεις πάνω σε αυτά. Πέραν τούτου ουδέν.
- Η εμβάθυνση στη φυσική που προβλέπεται στο Π.Σ του νέου Λυκείου, τελικά αφορά φροντιστήριο και επιπλέον ασκήσεις στα 3 ½ κεφάλαια και όχι νέα θέματα που ενδιαφέρουν μαθητές με κλίση στη φυσική.
- Η ύλη στο Γυμνάσιο περικόπηκε γιατί «είναι δύσκολη». Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι η δημιουργία χασμάτων και ασυνεχειών στη διδασκαλία της φυσικής. Για παράδειγμα η ευθύγραμμη κίνηση δεν διδάσκεται πλέον στο Γυμνάσιο! Μα βέβαια, όπως αναφέρει και καθηγητής κ. Γ. Τριμπέρης (2011) «το να χρησιμοποιείς το μυαλό σου, το να αποκαλύπτεις τα αίτια των φυσικών φαινομένων και τις νομοτέλειές

τους, το να αποκτήσεις αναλυτική-συνθετική σκέψη, δεν είναι εύκολο». Αυτό δεν σημαίνει περικοπή, αλλά διαφορετική προσέγγιση ώστε να γίνει προσιτό στους μαθητές.

- Στο τεχνολογικό Λύκειο που ανακοινώθηκε, η Φυσική απουσιάζει παντελώς από τα προγράμματα της Β και Γ τάξης. Η ειρωνεία είναι ότι στη Γ τάξη προβλέπεται η δυνατότητα λειτουργία τμήματος Γενικής Παιδείας, όπου οι μαθητές που θα ενταχθούν σε αυτό θα μπορούν να διεκδικήσουν την είσοδό τους σε ΑΕΙ. Πως θα γίνει αυτό, με τι εφόδια, όταν θα έχουν παρακολουθήσει Φυσική στην Α Λυκείου για να διδαχθούν τη φυσική Κατεύθυνσης ξανά στη Γ τάξη; Αυτό και μόνο το γεγονός δεν ακυρώνει τη λειτουργία του τμήματος Γενικής Παιδείας;
- Τέλος, οι πρωτοετείς φοιτητές των «Θετικών Σχολών» και ιδιαίτερα των Φυσικών και Πολυτεχνικών τμημάτων έχουν και θα συνεχίσουν να έχουν βασικά ελλείμματα γνώσεων Φυσικής, εξαιτίας όλων όσων αναφέρθηκαν παραπάνω.

ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Προκειμένου να αντιληφθούμε τι συμβαίνει με τη διδασκαλία της φυσικής, ας δούμε τα προγράμματα σπουδών (Π.Σ) φυσικής που ακολουθούνται στην Ευρώπη. Συγκεκριμένα, το Π.Σ των Ευρωπαϊκών σχολείων και της Φινλανδίας. Στα Ευρωπαϊκά Σχολεία το Π.Σ. έχει εναρμονιστεί με τα προγράμματα σπουδών των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και δίνει μία καλή εικόνα για το τι συμβαίνει στην Ευρώπη. Το Φινλανδικό εκπαιδευτικό σύστημα θεωρείται από τα καλύτερα στον κόσμο.

Ευρωπαϊκά Σχολεία

Στα Ευρωπαϊκά Σχολεία η φοίτηση στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση διαρκεί 7 έτη.Τα τρία πρώτα χρόνια (τάξεις που αντιστοιχούν στην 6^{η} δημοτικού και 1^{η} και 2^{α} Γυμνασίου του Ελληνικού σχολείου) οι μαθητές ακολουθούν ένα κοινό πρόγραμμα, στο οποίο η φυσική διδάσκεται στο πλαίσιο ενός ενοποιημένου 4ωρου μαθήματος Φυσικών επιστημών. Στις τάξεις 4 και 4, δηλ. 3^{η} Γυμνασίου και 1^{η} Λυκείου του Ελληνικού σχολείου, η φυσική διδάσκεται ως ανεξάρτητο αντικείμενο για 2 ώρες την εβδομάδα. Τέλος στις τάξεις 6 και7 (2^{α} και 3^{η} Λυκείου αντίστοιχα), οι οποίες οδηγούν και στην απόκτηση του Ευρωπαϊκού Απολυτηρίου (Baccalaureat Europeen), Φυσική αποτελεί 4ωρο μάθημα επιλογής, το οποίο συνοδεύεται και από ένα δίωρο εργαστηριακό μάθημα (υποχρεωτικά οι μαθητές πρέπει επίσης να επιλέξουν άλλο ένα 4ωρο μάθημα φυσικών επιστημών).

Η ύλη διδάσκεται σπειροειδώς, και καλύπτει όλο το φάσμα της φυσικής (Πίνακας 1), ενώ συμπεριλαμβάνει και εργαστηριακές ασκήσεις

ΤΑΞΗ	ΕΝΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ	ΩΡΕΣ
1	1. Μετρήσεις, μονάδες, τεχνικές μετρήσεων 2. Αέρας (ιδιότητες στερεών, υγρών, αερίων, πίεση, εισαγωγή στη φυσική σωματιδίων) 3. Εφαρμογές στην καθημερινή ζωή (μέταλλα, μαγνήτες, αγωγοί μονωτές 4. Νερό και διαλύματα 5. Στοιχειώδη ηλεκτρικά κυκλώματα	92
2	1. Δύναμη 2. Ενέργεια 3. Γη και διάστημα	92
3	1. Φως, εικόνες και όραση 2. Έργο και μηχανές 3. Ηλεκτρισμός (ηλεκτρικό φορτίο και ηλέκτριση, σύνδεση ηλεκτρικών οργάνων μέτρησης)	92
4	1. Μηνανική : δύναμη, έργο και ενέργεια, ισχύς και απόδοση 2. Πίεση και υδροστατική 3. Κίνηση: ομαλή και μεταβαλλόμενη 4. Ηλεκτροστατική 5. Δυναμικός ηλεκτρισμός 6. Ατομικά μοντέλα 7. Πυρηνική φυσική	46
5	1. Μηχανική: Ισορροπία, Δυναμική, Ελεύθερη πτώση, Κινητική ενέργεια 2. Ηλεκτρισμός: Αντίσταση, κυκλώματα, μη ωμικά στοιχεία 3. Ηλεκτρομαγνητισμός 4. Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή 5. Θερμότητα 6. Μοριακή θεωρία	47

	7. Ταλαντώσεις και κύματα	
6	1. Ορμή 2. Κρούσεις 3. Κυκλική κίνηση – κεντρομόλος δύναμη 4. Δορυφόροι 5. Συστήματα αναφοράς 6. Απλή αρμονική ταλάντωση 7. Ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο 8. Πυκνωτές 9. Ηλεκτρομαγνητισμός 10. Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή 11. Κίνηση στερεού σώματος 12. Εναλλασσόμενο ρεύμα 13. Ιδανικό αέριο 14. Θερμοδυναμική 15. Ειδική σχετικότητα	92
7	1. Βαρυτικό πεδίο 2. Κινήσεις σε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο 3. Μηχανικά κύματα 4. Φωτεινά κύματα 5. Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο 6. Δυισμός της ύλης 7. Ατομική φυσική 8. Πυρηνική φυσική	92

Πίνακας 1: Η ύλη της Φυσικής που διδάσκεται στα ευρωπαϊκά σχολεία

Φινλανδικό Σχολείο

Το Φινλανδικό εκπαιδευτικό σύστημα περιλαμβάνει (Saarikko, 2010):

- Το υποχρεωτικό σχολείο (βαθμίδες 1 – 9),
- Το ανώτερο δευτεροβάθμιο σχολείο ή το επαγγελματικό σχολείο (βαθμίδες 10 – 12),
- Ανώτατη εκπαίδευση (3 βασικό πτυχίο + 2 έτη Μάστερ) Εκπαίδευση ενηλίκων.

Περίπου το 60 % των μαθητών συνεχίζουν τις σπουδές τους στο ανώτερο δευτεροβάθμιο σχολείο. Οι υπόλοιποι κατευθύνονται στα επαγγελματικά λύκεια. Το λύκειο δεν είναι υποχρεωτικό και δεν υπάρχουν τάξεις. Οι μαθητές πρέπει να συμπληρώσουν ένα αριθμό μαθημάτων στα τρία χρόνια των λυκειακών σπουδών προκειμένου να πάρουν απολυτήριο. Το πόσα και ποια θα παρακολουθήσουν σε κάθε εξάμηνο είναι ευθύνη των ίδιων των μαθητών. Οι ίδιοι καταρτίζουν το πρόγραμμα σπουδών τους.

Όσον αφορά τη θέση των φυσικών επιστημών στις βαθμίδες του υποχρεωτικού σχολείου:

- Στις τέσσερις πρώτες τάξεις του δημοτικού διδάσκονται ενοποιημένες περιβαλλοντικές επιστήμες και επιστήμες της φύσης (κάτι σαν το «εμείς και ο κόσμος») κατά μέσο όρο 2, 25 ώρες την εβδομάδα.
- Στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού διδάσκονται ενοποιημένες Βιολογία – Γεωγραφία 1, ώρα την εβδομάδα και Φυσική-Χημεία, 1 ώρα την εβδομάδα.
- Στο Γυμνάσιο η ενοποίηση των αντικειμένων δεν απέδωσε, καθώς ο κάθε εκπαιδευτικός έριχνε περισσότερο βάρος στο κύριο αντικείμενό του με αποτέλεσμα την υποβάθμιση των υπολοίπων. Έτσι από το 2009 επανήλθε ο διαχωρισμός των αντικειμένων. Διδάσκονται κατά μέσο όρο: Φυσική, Χημεία, Βιολογία Γεωγραφία 1, 5 ώρα την εβδομάδα κάθε αντικείμενο, και Αγωγή Υγείας 1 ώρα την εβδομάδα. (ο μέσος όρος της 1,5 ώρας / εβδομάδα υπολογίζεται από το γεγονός ότι η φυσική διδάσκεται το πρώτο εξάμηνο για 2 ώρες / εβδομάδα στην Α΄ Γυμνασίου, 3 ώρες στην Β΄ και 2 ώρες στην Γ΄ Γυμνασίου, ενώ το δεύτερο εξάμηνο διδάσκεται τις αντίστοιχες ώρες η Χημεία. Το ίδιο ισχύει για τη Βιολογία με τη γεωγραφία. Επίσης, οι μαθητές μπορούν να διδαχθούν επί πλέον δύο ώρες / εβδομάδα ένα μάθημα Φυσικών Επιστημών, ως μάθημα επιλογής. Η διδακτέα ύλη της Φυσικής καλύπτει όλο το φάσμα της Φυσικής, αρχίζοντας από τις βασικές έννοιες και καταλήγοντας στην κβαντομηχανική (Saarikko, 2010, Stål, 2012).
- Στο Λύκειο: όσον αφορά στη Φυσική, από τις 8 διδακτικές ενότητες (Πίνακας 2) πρέπει οι μαθητές υποχρεωτικά να επιλέξουν μία και από τις υπόλοιπες 7 όσες, όποιες και αν επιθυμούν. Στις εξετάσεις όμως του απολυτηρίου ή τις εισαγωγικές τα θέματα περιλαμβάνουν και τις 8 ενότητες. Αυτό οι μαθητές το ξέρουν και έχουν την ευθύνη των επιλογών τους. Όσον αφορά τη Χημεία, Βιολογία και Γεωγραφία, οι υποχρεωτικές και προαιρετικές ενότητες είναι 1+4, 2+3 και 2+2, αντίστοιχα. Κάθε μάθημα διδάσκεται σε 38 διδακτικές ώρες (Finnish national board of Education, 2012)

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**
Φυσική ως επιστήμη (υποχρεωτική ενότητα για όλους)	• Η σημασία της Φυσικής σε διάφορες φάσεις της ιστορίας και σήμερα • Δομές και βασικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ύλης και του • Απορρόφηση και εκπομπή ενέργειας υπό μορφή ακτινοβολίας σε φυσικές και τεχνητές διεργασίες • Πειραματισμός και μοντελοποίηση ως θεμέλια στο χτίσιμο της φυσικής γνώσης • Μετρήσεις, παρουσίαση αποτελεσμάτων και εκτίμηση της αξιοπιστίας τους • Η δύναμη ως αίτιο της μεταβολής της κίνησης • Βασικές έννοιες που απαιτούνται για την περιγραφή της κίνησης και γραφική αναπαράσταση της κίνησης
Θερμότητα	• Αλλαγή κατάστασης στα αέρια και θερμική εκτόνωση • Πίεση, υδροστατική πίεση • Θέρμανση και ψύξη των σωμάτων • Μηχανική ενέργεια, έργο, ισχύς και απόδοση • Θερμοδυναμικοί νόμοι, εσωτερική • Ενεργειακοί φυσικοί πόροι
Κύματα	• Αρμονικές δυνάμεις και ταλαντώσεις • Δημιουργία και διάδοση των κυμάτων • Συμβολή, περίθλαση, πόλωση • Ανάκλαση, διάθλαση και ολική ανάκλαση; • Φως, κάτοπτρα και φακοί • Ήχος, επίδραση του θορύβου στην υγεία και προστασία από τους δυνατούς ήχους
Νόμοι κίνησης	• Πρότυπα κίνησης και νόμοι Νεύτωνα • Δυνάμεις από απόσταση και από επαφή, δυνάμεις που αντιστέκονται στην κίνηση άνωση • Διατήρηση της ορμής και ώθηση • Κινητική και δυναμική ενέργεια και ΘΜΚΕ • Ενέργεια ταλάντωσης
Στροφική κίνηση και βαρύτητα	• Ροπές και ισορροπία • Τύποι περιστροφής, ομαλή και επιταχυνόμενη στροφική κίνηση • Νόμος της στροφικής κίνησης; • Διατήρηση της • Ενέργεια στη στροφική κίνηση • Κυκλικά κίνηση • Βαρύτητα • Βολές, κίνηση πλανητών • Δορυφόροι και χρήσεις τους
Ηλεκτρισμός	• Ηλεκτρικά κύτταρα, ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε μεταλλικούς αγωγούς • μέτρηση τάσης και έντασης ηλεκτρικού ρεύματος

	• Νόμος Ohm • Νόμος Joule • Αντίσταση, αντιστάτες, νόμοι Kirchhoff • Νόμος Coulomb, ομογενή ηλεκτρικά πεδία και συμπεριφορά της ύλης μέσα σε ηλεκτρικά πεδία • •Πυκνωτές, σύνδεση πυκνωτών και ενέργεια • Ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ημιαγωγούς – δίοδοι
Ηλεκτρομαγνητισμός	• Μαγνητική δύναμη, μαγνητικά πεδία και συμπεριφορά της ύλης μέσα στα μαγνητικά πεδία • Φορτισμένα σωματίδια μέσα σε ομογενή ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία • Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή • Φαινόμενα οφειλόμενα στην ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, ρεύματα eddy, γεννήτριες και αυτεπαγωγή • Μεταφορά ενέργειας μέσω του ηλεκτρικού ρεύματος • Μέτρηση ενεργού τάσης και έντασης, εξάρτηση της συχνότητας από την εμπέδηση • Κυκλώματα ηλεκτρικών ταλαντώσεων, κεραίες, ηλεκτρομαγνητική επικοινωνία • Ηλεκτρική ασφάλεια • Η βιομηχανία της ενέργειας
Ύλη και ακτινοβολία	• Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία • Ακτίνες - Χ • Ακτινοβολία μέλανος σώματος • Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο • Σωματιδιακή φύση της ακτινοβολίας και κυματική φύση των σωματιδίων • Ατομικά πρότυπα • Κβάντωση, γραμμικά φάσματα, ενεργειακές στάθμες, διάγραμμα ενεργειακών σταθμών • Η δομή των ατομικών πυρήνων • Ραδιενέργεια και προστασία από την ακτινοβολία • Ισοδυναμία μάζας και ενέργειας; • Πυρηνικές αντιδράσεις και πυρηνική ενέργεια; • Τα μικρότερα σωματίδια της ύλης και η κατάταξή τους.

Πίνακας 2: Διδακτικές ενότητες της Φυσικής στο Φινλαδικό λύκειο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Ελληνικό Σχολείο και ιδιαίτερα το Λύκειο, όπως λειτουργεί σήμερα, είναι μια βαθμίδα που προσφέρει γενικές και αποσπασματικού χαρακτήρα γνώσεις. Το Π.Σ της Φυσικής, σε σύγκριση με αυτό των χωρών της υπόλοιπης Ευρώπης και όχι μόνο, εμφανίζει κενά τόσο ως προς το περιεχόμενο όσο ως προς τη διδακτική μεθοδολογία που ακολουθείται. Το Π.Σ, τόσο των Ευρωπαϊκών σχολείων όσο και του Φινλανδικού σχολείου καλύπτουν όλο το φάσμα της Φυσικής, κάτι που δεν συμβαίνει στην Ελλάδα.

Παρά τις θεωρητικά επαρκείς διατιθέμενες ώρες για τη διδασκαλία της Φυσικής στο ωρολόγιο πρόγραμμα του Νέου Λυκείου, χωρίς αλλαγή των Π.Σ., της διδακτέας ύλης, των βιβλίων και κυρίως της διδακτικής διαδικασίας, η υποβάθμιση του μαθήματος θα συνεχιστεί. Υποβάθμιση που είναι προφανώς αντίθετη και με το πνεύμα του ευαγγελιζόμενου Νέου Σχολείου, αλλά κυρίως αποβαίνει εις βάρος των μαθητών και μελλοντικών

φοιτητών, καθώς οι παρεχόμενες γνώσεις δεν τους καλύπτουν μελλοντικά ως φοιτητές, επαγγελματίες και πολίτες.

Η Ένωση Ελλήνων Φυσικών, πέρα από το γεγονός ότι το νέο Λύκειο οδηγεί στην εξειδίκευση και όχι στο σχολείο της Γενικής Παιδείας το οποίο έχει επανειλημμένα υποστηρίξει, έχει επισημάνει έγκαιρα το πρόβλημα της υποβάθμισης του μαθήματος της φυσικής. Με τις προτάσεις της, τόσο σε επίπεδο Προγράμματος Σπουδών (Βαβάσης *et al*., 2008), όσο και με τα εκπαιδευτικά συνέδρια, όπως αυτά στην Ερέτρια τα έτη 2008, 2010, 2011 και ημερίδες που έχει διοργανώσει και τις παρεμβάσεις της στα θεσμικά όργανα της Πολιτείας, καταβάλει κάθε δυνατή προσπάθεια για την επίλυσή του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αντωνοπούλου-Καλούρη, Ρ και Σιγάλας, Χ. (2006). Γενική Διδακτική Μεθοδολογία, Γενικά Ψυχοπαιδαγωγικά Θέματα, Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα.
2. Βαβάσης, Γ., Γκίκας, Ε., Καράβολας, Β., Κοκκωνάκης, Σ., Κουντούρης, Ε., **Παυλικάκης, Γ.,** Τσεφαλάς Κ., Ψαλίδας, Α. (2008). *Πρόταση Αναλυτικού Προγράμματος Φυσικής Λυκείου*, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα, 105 σελ.
3. Εταιρεία Ελληνικού Λογοτεχνικού και Ιστορικού Αρχείου (1988-1990). *Παιδαγωγία. Περί παιδείας και σχολείων*. *Λόγιος Ερμής*, 1819-1820, φωτοτυπική επανέκδοση, σσ. 730-748
4. Ευρωπαϊκή Ένωση (2008). Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/2008.
5. Finnish National board of Education (2012). National Core Curriculum for Upper Secondary Schools 2003. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://www.oph.fi/english/education/general_upper_secondary_education/curriculum.
6. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2010). *Επισκόπηση της Ιστορίας της Εκπαίδευσης στο Νεοελληνικό Κράτος*, Ψηφιακά αρχεία αναλυτικών προγραμμάτων 1899-1999, Αθήνα, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: www.pi-schools.gr.
7. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011) *Βασικό Επιμορφωτικό Υλικό*, Τόμος Α: Γενικό Μέρος, Μείζον Πρόγραμμα επιμόρφωσης, Αρχική Έκδοση.
8. Saarikko, H., (2010). Εισήγηση για το Φινλανδικό Εκπαιδευτικό Σύστημα και τη διδασκαλία της Φυσικής στο Φινλανδικό Σχολείο. 13° Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικής. Πάτρα 17-21 μαρτίου 2010. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://www.trapeza-thematvn-fysikhs-eef.gr/patra2010/Saarikko-%CF%83%CF%87%CF%8C%CE%BB%CE%B9%CE%B1.pdf
9. Stål, Ingvar 2012. Teaching Sciences in the Finnish Compulsory School (Physics, Chemistry, Biology and Geography). ISETL, School of Education, University of Glasgow. Διαθέςσιμο στην ιστοσελίδα: http://artofteachingscience.org/countries/Edsystemfinland.pdf
10. Τριμπέρης, Γ. (2011). *Μετά το «Νέο Σχολείο» και «πριν το «Νέο ΑΕΙ», ομιλία στην* Επιστημονική Ημερίδα « Το Σχολείο της Κοινωνίας», μία εναλλακτική πρόταση στο «νέο σχολείο» του Υπουργείου Παιδείας, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα.
11. ΥΠΔΒΜΘ (2011). ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ: Πρώτα ο μαθητής. Υπουργείο Παιδείας http://www.ypepth.gr/docs/neo_sxoleio_brochure_100305.pdf.
12. UNESCO, (2008). *Science Education Programme*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/science-education/about-the-programme/.

Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικής στο επίπεδο της υποχρεωτικής εκπαιδευσης: το σημερινό πλαίσιο

Παναγιώτης Κουμαράς

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη
koumaras@eled.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα σύγχρονα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών στοχεύουν στην απόκτηση σώματος γνώσεων και στην ανάπτυξη ικανοτήτων. Διαφοροποίηση υπάρχει στο στόχο. Υπάρχουν χώρες που επιδιώκουν τα παραπάνω για το χώρο της αγοράς εργασίας και χώρες που τα επιδιώκουν ευρύτερα για το χώρο της καθημερινής ζωής, στον οποίο συμπεριλαμβάνεται και ο χώρος της εργασίας αλλά και η καλλιέργεια της ιδιότητας του Πολίτη, δηλ. η απόκτηση γνώσεων και ανάπτυξη στάσεων και συμπεριφορών που απαρτίζουν τη σύγχρονη δημοκρατική Πολιτότητα. Στην παρούσα εργασία προτείνονται χαρακτηριστικά προγράμματος, στη δεύτερη κατεύθυνση, που αφορούν το μάθημα των Φυσικών Επιστημών για όλες τις τάξεις της Πρωτοβάθμιας και της Φυσικής από την Α΄ Γυμνασίου μέχρι το τέλος της εκπαίδευσης για όλους. Υποστηρίζεται ότι αλλαγή προγράμματος σπουδών δεν σημαίνει απλά προσθαφαίρεση ενοτήτων, ή αλλαγή της σειρά τους, αλλά απομάκρυνση από το σημερινό ελληνικό μοντέλο που περιλαμβάνει μόνο διδασκαλία εννοιών. Για την ανάπτυξη ικανοτήτων απαιτούνται, πέραν της διδασκαλίας εννοιών, και η διδασκαλία και χρήση της μεθοδολογίας της Φυσικής και η ανάπτυξη της επιστημονικής νοοτροπίας και στάσεων. Τα παραπάνω χρησιμοποιούνται για, αλλά και καλλιεργούνται μέσα από, την επίλυση προβλημάτων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ*:* Αναλυτικά προγράμματα Φυσικής, Ικανότητες- κλειδιά, Υποχρεωτική εκπαίδευση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας είχαμε αλλεπάλληλες αλλαγές αναλυτικών προγραμμάτων. Έτσι είχαμε το ΕΠΠΣ το 1999, το ΔΕΠΠΣ το 2003, και σήμερα το πρόγραμμα για το "Νέο Σχολείο". Οι διαδοχικές αυτές αλλαγές μάλλον δείχνουν, στην καλύτερη περίπτωση, ότι και οι υπεύθυνοι αναγνωρίζουν ότι "κάτι δεν πάει καλά". Από την άλλη μεριά, η χώρα μας σε αλλεπάλληλες συμμετοχές της σε διεθνή προγράμματα αξιολόγησης κατέλαβε μια από τις τελευταίες θέσεις στην Ευρώπη, παρόλο που οι ίδιες έρευνες συγχρόνως δείχνουν ότι οι μαθητές μας διαβάζουν περισσότερο από τους συνομήλικούς τους των χωρών που καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις. Το ερώτημα είναι: γιατί ενώ τα παιδιά μας διαβάζουν φαίνεται να μην αποδίδουν; Φταίνε τα παιδιά που ενώ διαβάζουν δεν αποδίδουν; Υπάρχει κάποιο άλλο πρόβλημα όπως π.χ. διδασκόμενης ύλης, τρόπου διδασκαλίας ή και αξιολόγησης των μαθητών με διαφορετικό τρόπο και εστιασμένης σε διαφορετικά θέματα από αυτά που συνήθως αξιολογούνται στη χώρα μας; Βέβαια θα μπορούσε να πει κάποιος ότι από τη στιγμή που υπάρχουν φοιτητές μας που διαπρέπουν διεθνώς, γιατί λέμε ότι δεν είναι επιτυχημένο το εκπαιδευτικό μας σύστημα; Άποψή μου είναι πως αν υπάρχει ένα ποσοστό, ας πούμε ακόμη και της τάξεως του 1%, που διεθνώς διαπρέπει αυτό δεν αποτελεί δείγμα της επιτυχίας του αναλυτικού προγράμματος, και γενικότερα του εκπαιδευτικού συστήματος, νομίζω πως είναι θέμα ευφυΐας ή πάθους των συγκεκριμένων πια ανθρώπων. Τα εκπαιδευτικά συστήματα, και κυρίως στο επίπεδο της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, δεν κρίνονται από την επιτυχία των λίγων σε διεθνή πανεπιστήμια. Ας επιστρέψουμε όμως στα ερωτήματά μας.

Σε μια προσπάθεια να απαντήσουμε στα παραπάνω ερωτήματα εξετάσαμε, πέρα από το τι αξιολογούν τα διεθνή προγράμματα αξιολόγησης TIMSS και PISA, το τι διδάσκουν και πώς καθώς και το τι αξιολογούν τα αναλυτικά προγράμματα κρατών όπως η Γαλλία, η Αγγλία, η Γερμανία, ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Ιταλία, η Φινλανδία και η Σουηδία. Τα προγράμματα των παραπάνω χωρών αναλύθηκαν με το μοντέλο ανάπτυξης και αξιολόγησης αναλυτικών προγραμμάτων ICMAS, το οποίο έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο της ερευνητικής μας ομάδας (Καρύδας και Κουμαράς, 2002, Καρύδας 2007). Η ονομασία ICMAS προέκυψε από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων: Intention, Content, Methodology, Assessment, Support, (Προθέσεις, Περιεχόμενο, Μεθοδολογία, Αξιολόγηση, Υποστήριξη) οι οποίες αποτέλεσαν και τις λέξεις-κλειδιά για την κατασκευή του.

Στόχος του μοντέλου είναι να καταγραφεί το πώς απαντούν τα διάφορα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών στα ερωτήματα: α) Γιατί η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποτελεί αναγκαιότητα της εκπαίδευσης σήμερα; β) Τι να συμπεριληφθεί ως περιεχόμενο διδασκαλίας στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών; γ) Πώς να διδαχθεί το συγκεκριμένο περιεχόμενο; δ) Γιατί, Πώς και σε Τι να αξιολογηθεί ο μαθητής και η μαθήτρια; ε) Πώς να υποστηριχθεί το διδακτικό έργο; Με βάση αυτά τα ερωτήματα, το ICMAS αναπτύσσεται σε πέντε διακριτά επίπεδα, με επιμέρους συνιστώσες για κάθε επίπεδο, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Σημειώνουμε ότι αναλυτικό πρόγραμμα δεν είναι απλή αναφορά διδακτέας ύλης. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1 είναι, μεταξύ των άλλων και τρόπος διδασκαλίας και αξιολόγησης, ακόμη και υποστήριξης των εκπαιδευτικών. Ουσιαστικά όλα τα εμπλεκόμενα στον Πίνακα 1 είναι και τα αντικείμενα της Διδακτικής της Φυσικής. Η Διδακτική της Φυσικής έχει λόγο για όλα αυτά και προφανώς όχι μόνο για τον τρόπο διδασκαλίας. Αλλαγή λοιπόν αναλυτικού προγράμματος δεν σημαίνει απλά προσθαφαίρεση ύλης, και μάλιστα αποκλειστικά σε επίπεδο εννοιών, αλλά πρόταση που απαντά σε όλα τα παραπάνω ερωτήματα. Τα βέλη στο αριστερό μέρος του Πίνακα 1 έχουν μπει για να δείξουν την απαιτούμενη συνέπεια μεταξύ των διαφόρων επιπέδων. Σημειώνεται ότι έχει καταγραφεί ασυνέπεια στο διακηρυκτικό λόγο (π.χ. Εκπαιδευτικές Προθέσεις, Ι στον Πίνακα 1) και στον εφαρμοσμένο (π.χ, Περιεχόμενο προς διδασκαλία και Αξιολόγηση, C και A στον Πίνακα 1) κατά την ανάλυση των ΔΕΠΠΣ με το μοντέλο αυτό (Πράμας και Κουμαράς 2006).

ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ
I **Εκπαιδευτικές Προθέσεις**	**a. Γενικές αρχές** **b. Γενικοί Σκοποί.**
C **Περιεχόμενο προς διδασκαλία**	**a. Γνώσεις** **b. Στάσεις και συμπεριφορές** **c. Ικανότητες – δεξιότητες**
M **Σχεδιασμός και οργάνωση της διδακτικής διαδικασίας**	**a. Πλαίσιο αναφοράς του περιεχομένου** **b. Διδακτικά Υλικά** **c. Δραστηριότητες στην τάξη** **d. Ο ρόλος του δασκάλου και του μαθητή.** **e. Υποκείμενες υποθέσεις (ή και Θεωρίες) για τη Μάθηση**
A **Αξιολόγηση**	**a. Σκοποί της σχολικής αξιολόγησης** **b. Τεχνικές σχολικής αξιολόγησης** **c. Τα αντικείμενα της σχολικής αξιολόγησης**
S **Προϋποθέσεις ολοκλήρωσης και μηχανισμοί υποστήριξης.**	**a. Αρχική εκπαίδευση ή επιμόρφωση των δασκάλων** **b. Εκδόσεις – Παραγωγή διδακτικού υλικού** **c. Θέματα οργάνωσης του σχολείου και της σχολικής τάξης,** **d. ….**

***Πίνακας 1*:** ICMAS, Μοντέλο ανάλυσης και ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων

Από την ανάλυση των προγραμμάτων σπουδών των παραπάνω χωρών προκύπτει (Κουμαράς, Κεραμιδάς Τσεχερίδης 2011) ότι οι χώρες αυτές δε μένουν μόνο στη διδασκαλία εννοιών, αλλά ασχολούνται και με την καλλιέργεια ικανοτήτων στους μαθητές, τις οποίες και αξιολογούν. Η αλλαγή της τελευταίας εικοσαετίας στα προγράμματα σπουδών είναι η στροφή στις ικανότητες. Από την άλλη μεριά στη χώρα μας τα προγράμματα σπουδών είναι αποκλειστικά εστιασμένα στη διαπραγμάτευση και διδασκαλία εννοιών τις οποίες και αποκλειστικά σχεδόν αξιολογούμε. Η διεθνής στροφή στην καλλιέργεια των ικανοτήτων έγινε μετά τη διαπίστωση του διεθνούς Κέντρου Ηγεσίας και Παιδείας ότι: "Ο κόσμος αλλάζει τέσσερις φορές πιο γρήγορα από ότι τα σχολεία" (Dryden, 1991, σελ.3) και άρα "τα σχολεία να αποστασιοποιηθούν από το παραδοσιακό πρότυπο παροχής πληροφοριών και να προσανατολιστούν και στην καλλιέργεια κάποιων σημαντικών ικανοτήτων, που συνήθως αποκαλούνται ικανότητες – κλειδιά" (Τσιάκαλος 2002). Φαίνεται ότι το πρόβλημα είναι πως άλλα διδάσκουμε εμείς στους μαθητές μας και άλλα αξιολογούνται διεθνώς σήμερα (στο Παράρτημα 1 δίνονται δυο παραδείγματα από test αξιολόγησης), αυτό νομίζω πως απαντά στο ερώτημα "γιατί τα παιδιά μας ενώ διαβάζουν καταλαμβάνουν μια από τις τελευταίες θέσεις στις διεθνείς έρευνες" .

Από την ανάλυση μας με το ICMAS προκύπτει ότι τα σύγχρονα προγράμματα έχουν ως γενικές αρχές:

- την απόκτηση συνεκτικού και επαρκούς σώματος γνώσεων (1η Αρχή).
- την καλλιέργεια "Ικανοτήτων-κλειδιών" (2η Αρχή).

Υπάρχουν κράτη που τα δυο παραπάνω τα επιδιώκουν για το χώρο της αγοράς εργασίας (Καναδάς, Αγγλία). Από την άλλη μεριά υπάρχουν κράτη (Φινλανδία, Σουηδία) που τα βλέπουν ευρύτερα για το χώρο της

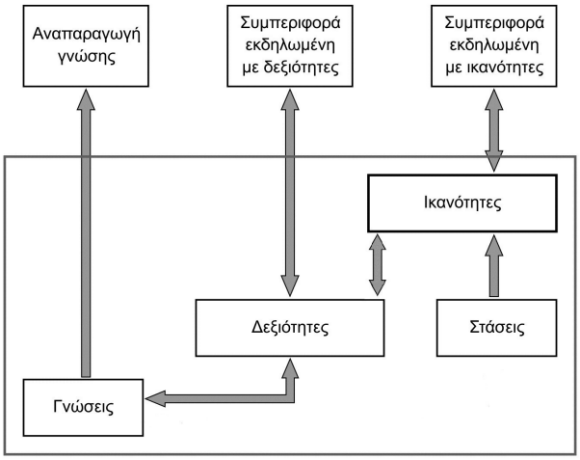
καθημερινής ζωής μέσα στον οποίο περιλαμβάνεται και ο χώρος της εργασίας αλλά και η καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη, δηλ. η απόκτηση γνώσεων και ανάπτυξη στάσεων και συμπεριφορών που απαρτίζουν τη σύγχρονη δημοκρατική πολιτότητα. Συμφωνούμε με τη θεώρηση των κρατών Φινλανδίας και Σουηδίας, την οποία δεχόμαστε ως την τρίτη αρχή ενός επιθυμητού προγράμματος σπουδών. Άποψή μας είναι ότι;

- Οι Φυσικές Επιστήμες είναι κάτι περισσότερο από μια πορεία στον κόσμο της εργασίας. Είναι μια πηγή για να γίνουμε σκεπτόμενοι και ενεργοί πολίτες σε μια δημοκρατική κοινωνία, χωρίς βέβαια, ιδιαίτερα με τις σημερινές συνθήκες, να σημαίνει ότι δεν μας ενδιαφέρει ο χώρος της εργασίας. Χωρίς εργασία δεν νομίζω ότι μπορεί να υπάρξει δημοκρατική κοινωνία (3η Αρχή).

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ "ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ" ΚΑΙ ΤΙ ΟΙ "ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ –ΚΛΕΙΔΙΑ".

Το ερώτημα που προκύπτει είναι: Τι είναι οι "ικανότητες", τι οι "ικανότητες –κλειδιά"; Πρόκειται για απλές χειρονακτικές δεξιότητες ή δεξιότητες ρουτίνας; Διεθνείς αναφορές (Westera, 2001; Wesseling et al., 2010; New Zealand Ministry of Education, 2006; OECD, 2003; European Commision, 2002) φαίνεται να θεωρούν την "ικανότητα" (competence) ως μια σύνθετη ιδιότητα του ατόμου, η οποία αναπτύσσεται βαθμιαία συνδυάζοντας γνώσεις, στάσεις, δεξιότητες και αξίες και που επιτρέπει στο άτομο να δραστηριοποιείται αποτελεσματικά στο πλαίσιο μιας περίπλοκης, άγνωστης, πρωτοφανέρωτης, κατάστασης. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει η παραδοχή (η οποία, ίσως προλάβει πιθανές παρανοήσεις) ότι η "ικανότητα" είναι ευρύτερη έννοια τόσο από τη δεξιότητα, όσο και από τη στάση και τη γνώση. Έτσι, π.χ., η ικανότητα να επικοινωνείς αποτελεσματικά συμπεριλαμβάνει τη γνώση της γλώσσας (κειμένων, αλλά και εικόνων, γραφικών παραστάσεων και μαθηματικών συμβόλων), τη δεξιότητα της χρήσης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, καθώς και τις στάσεις προς τους επικοινωνιακούς εταίρους, στάση ισοτιμίας διότι δεν επικοινωνείς με κάποιον που θεωρείς κατώτερό σου (διατάζεις) ή ανώτερό σου (επιθυμείς να φανείς αρεστός). Επίσης δεν είναι ικανότητα μια ρουτίνα που ακολουθείται καθημερινά, αυτό είναι δεξιότητα. Για τον επαγγελματία σοβατζή το σοβάτισμα είναι δεξιότητα για τον καθηγητή πανεπιστημίου που μπορεί να το κάνει είναι ικανότητα.

Ο Westera (2001) κάνοντας μια ανασκόπηση των ορισμών που έχουν δοθεί για την "ικανότητα", καταλήγει στην παρακάτω "σχηματική" θεώρηση για τον κοινό λειτουργικό ορισμό του τι είναι "ικανότητα" (βλέπε σχήμα 1).



Σχήμα 1: Λειτουργικός ορισμός για την Ικανότητα

Θα ήταν ίσως εξωπραγματικό για τα σχολικά προγράμματα να συμπεριλάβουν πλήθος από ικανότητες, που αναμένεται να αναπτύξουν οι μαθητές. Έτσι την τελευταία δεκαετία η έρευνα έχει εστιαστεί στην επισήμανση μιας περιεκτικής δέσμης ικανοτήτων, για τις οποίες έχει καθιερωθεί η ονομασία "ικανότητες-κλειδιά", θα μπορούσαμε να το αποδώσουμε ποιο ελεύθερα "κομβικές ικανότητες". Για τη διάκριση των ικανοτήτων-κλειδιών από τις υπόλοιπες ικανότητες, προτείνονται από τη βιβλιογραφία διάφορα κριτήρια (Χαραλάμπους, 2010). Σε αντίθεση όμως με τα γνωρίσματα των ικανοτήτων-κλειδιών που έχουν θεσπιστεί, αρκετές από τις απαριθμήσεις τους, οι οποίες θεσπίστηκαν σε διάφορες χώρες ή από διάφορους οργανισμούς κρίνονται ως προσανατολισμένες στις ανάγκες της οικονομίας και της αγοράς εργασίας (Han, 2008). Κάποιες μάλιστα δεν μπορούν να θεωρηθούν καν ως ικανότητες, αφού πρόκειται για δεξιότητες ή και απλά βασικές γνώσεις, όπως π.χ. ικανότητα επικοινωνίας στη μητρική γλώσσα, ικανότητα επικοινωνίας σε ξένη γλώσσα (η γνώση είναι αυτή πως τις διαφοροποιεί), επιχειρηματικότητα κ.ά., οι οποίες έχουν υιοθετηθεί και από το δικό μας Υπουργείο Παιδείας.

Σε άλλες εργασίες της ερευνητικής μας ομάδας προσδιορίζουμε ως ικανότητες - κλειδιά τις: 1) Επικοινωνία, 2) Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών, 3) Συνεργασία και Συλλογικότητα, 4) Επίλυση προβλημάτων, 5) Κριτική σκέψη και αναστοχασμός και τέλος 6) Δημιουργικότητα. Επίσης προσδιορίζουμε τις συνιστώσες κάθε μιας από αυτές τις ικανότητες – κλειδιά καθώς και της δημοκρατικής πολιτότητας, που μπορούν να

καλλιεργηθούν μέσα από τη διδασκαλία γενικότερα των Φυσικών Επιστημών (Κουμαράς, Κεραμιδάς και Τσεχερίδης, 2011, Κουμαράς, Πράμας, Σταμπουλή, 2010). Κάθε μια από τις ικανότητες – κλειδιά μπορεί να καλλιεργηθεί από κάθε γνωστικό αντικείμενο, πιθανά διαφορετικές συνιστώσες τους από το καθένα. Έρευνά μας σε αναλυτικά προγράμματα Φυσικής διαφόρων χωρών μας οδήγησε στον προσδιορισμό των συνιστωσών, που μπορούν να καλλιεργηθούν από το μάθημα της Φυσικής ή των Φυσικών Επιστημών για κάθε μια από τις παραπάνω ικανότητες - κλειδιά. Για παράδειγμα "**κριτική σκέψη και αναστοχασμός",** για το μάθημα της Φυσικής ή των Φυσικών Επιστημών γενικότερα σημαίνει, τα παιδιά να:

1. θέτουν ακριβή και λογικά ερωτήματα σχετικά με μια παρατήρηση ή με μια εμπειρία, που να μπορούν να διερευνηθούν από τις Φυσικές Επιστήμες, διατυπώνουν τις αρχικές τους απόψεις
2. διατυπώνουν υποθέσεις, προβλέψεις, θεωρητικά μοντέλα και σχεδιάζουν πώς θα ελέγχουν την ισχύ τους (ή και την εφαρμογή τους) σε πρακτικό επίπεδο (π.χ. με πείραμα, με τη συστηματική παρατήρηση ενός φαινομένου, με την εξέταση της καθημερινής εμπειρίας).
3. ελέγχουν τις μεταβλητές μιας πειραματικής διαδικασίας
4. αξιολογούν πληροφορίες και δεδομένα, κάνουν συγκρίσεις (αντικειμένων φαινομένων κ.τ.λ.) ταξινομούν, αντιστοιχούν
5. αποτιμούν υπεύθυνα και κριτικά τις πληροφορίες και το υλικό που διακινείται από τα εργαλεία των ΤΠΕ
6. κάνουν ανασκόπηση της εργασίας τους, ή της εργασίας των άλλων και καταγράφουν τη σημασία των περιορισμών ή των λαθών της προσπάθειάς τους
7. συγκρίνουν τα συμπεράσματά τους με τις αρχικές τους απόψεις ή υποθέσεις. Αιτιολογούν την αλλαγή της αρχικής τους άποψης
8. χρησιμοποιούν τα εμπειρικά δεδομένα και τις σχέσεις τους, προκειμένου να οδηγούνται σε συλλογισμούς και συμπεράσματα που ξεπερνούν τις δυνατότητες της απλής εμπειρίας
9. κατανοούν τα όρια των προσομοιώσεων στην απεικόνιση του πραγματικού κόσμου και ότι αυτές απλά αναπαριστούν μοντέλα που ερμηνεύουν την πραγματικότητα.

Η απλή και μόνο ανάγνωση των παραπάνω συνιστωσών δείχνει την κυρίαρχη θέση της μεθοδολογίας της Φυσικής στα προγράμματα σπουδών Φυσικής και γενικότερα Φυσικών Επιστημών. Θεωρώ σημαντικό οι μαθητές να συνηθίσουν να χρησιμοποιούν την επιστημονική μεθοδολογία σε κάθε πτυχή της ατομικής και κοινωνικής τους ζωής.

Ανάλογες συνιστώσες έχουν προσδιοριστεί και για τις υπόλοιπες Ικανότητες – κλειδιά, καθώς και για την καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη (Κουμαράς, Κεραμιδάς και Τσεχερίδης, 2011, Κουμαράς, Πράμας, Σταμπουλή, 2010). Σημειώνεται ότι ο προσδιορισμός της κάθε ικανότητας – κλειδί με τις συνιστώσες της, συγκεκριμενοποιεί την ικανότητα και βοηθά στη διδασκαλία για την απόκτησή της αλλά και στον έλεγχο σχετικά με την κατάκτησή της ή όχι (αξιολόγηση του μαθητή αν τις κατέκτησε αλλά και προγράμματος σπουδών σχετικά με το αν πράγματι μπορεί να τις καλλιεργήσει).

ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΑΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

1. Το περιεχόμενο (έννοιες) και η διαδικασία (μεθοδολογία[1] της φυσικής) είναι άρρηκτα συνδεδεμένες

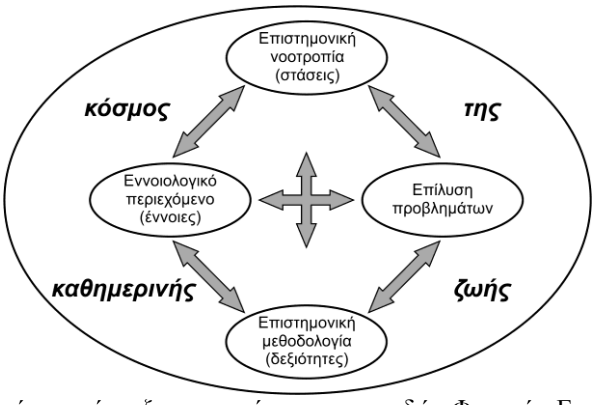
Ένα πρόγραμμα σπουδών που υπηρετεί τις τρεις αρχές που παραπάνω θέσαμε πρέπει να δίνει στους μαθητές ευκαιρίες:

- να συνδέουν τις γνώσεις που αποκτούν με το πλαίσιο της καθημερινής ζωής, δηλ. να αναλύουν καθημερινές εμπειρίες και να ερμηνεύουν καταστάσεις της καθημερινής ζωής (εννοιολογικό περιεχόμενο, έννοιες).
- να καλλιεργούν τη δυνατότητά τους να υποβάλλουν την κατάλληλη ερώτηση για να λύσουν ένα πρόβλημα (όχι βέβαια τα γνωστά στη χώρα μας μαθηματικοποιημένα προβλήματα, για την έννοια του προβλήματος βλέπε στη συνέχεια), να σχεδιάζουν και να υλοποιούν τη διαδικασία που θα οδηγήσει στη λύση, την οποία στη συνέχεια θα αξιολογούν, να επικοινωνούν τα αποτελέσματά τους και να εκτιμούν την αξία και αποτελεσματικότητα των συλλογισμών, τόσο των δικών τους όσο και των άλλων, για τα θέματα που μελετούν και για τα ερωτήματα που θέτουν (Επιστημονική μεθοδολογία). Ακόμη και με μια απλή ανάγνωση των συνιστωσών της κριτικής σκέψης που παραπάνω δίνονται δείχνει τη σημασία της επιστημονικής μεθοδολογίας.
- να ενθαρρύνονται στο να απομακρύνονται από την υποκειμενική τους άποψη, να ενσωματώνουν σε αυτήν επιχειρήματα άλλων προσώπων και να υιοθετούν τα αντικειμενικά αποτελέσματα της εμπειρίας που προέρχεται από το σχεδιασμό και την υλοποίηση των ερευνών τους. Καλλιεργείται και στην καθημερινή τους ζωή η στάση, ακόμη και σε θέματα που δεν αφορούν Φυσικές Επιστήμες, να συλλέγουν και να χρησιμοποιούν τις αποδείξεις και να διαμορφώνουν ή και να αλλάζουν άποψη λαμβάνοντας υπόψη τους τις αποδείξεις. Παρακινούνται να ελέγχουν αν τα συμπεράσματα ενός τρίτου, π.χ. πολιτικού προσώπου ή

[1] Η έκφραση αυτή δε σημαίνει ότι υπάρχει μόνο μια μεθοδολογία της Φυσικής. Τα πολλά σημεία εκκίνησης και εξέλιξης της έρευνας σημαίνουν και πολλές πορείες.

ανθρώπου των ΜΜΕ, στηρίζονται στα δεδομένα και σε σωστό χειρισμό μεταβλητών (Επιστημονική νοοτροπία, στάσεις).

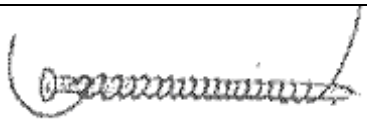
Οι παραπάνω παραδοχές προσδιορίζουν την ανάπτυξη των τριών βασικών τομέων της διδασκαλίας και μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες: την κατανόηση εννοιών, την καλλιέργεια της επιστημονικής μεθοδολογίας και την απόκτηση της επιστημονικής νοοτροπίας, που χρησιμοποιούνται για (αλλά και καλλιεργούνται από) την επίλυση προβλημάτων, σύμφωνα με το σχήμα 2. Τα διπλά βέλη στο σχήμα 2 έχουν το νόημα ότι κάθε τομέας χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια των άλλων αλλά συγχρόνως και καλλιεργείται από αυτούς. Η κατανόηση εννοιών, η καλλιέργεια της επιστημονικής μεθοδολογίας και η απόκτηση της επιστημονικής νοοτροπίας (στάσεων) χρησιμοποιούνται για (αλλά και καλλιεργούνται από) την επίλυση προβλημάτων. Τα παραπάνω δεν είναι απλά χρήσιμα για την αγορά εργασίας (προετοιμασία των παιδιών να γίνουν επιστήμονες ή μηχανικοί) αλλά και για συμμετοχή σε μια κοινωνία ενεργών, κριτικά σκεπτόμενων και μη χειραγωγούμενων ανθρώπων.



Σχήμα 2: Πλαίσιο ανάπτυξης προγράμματος σπουδών Φυσικών Επιστημών

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα διευκρινίζω, σε αρχική μορφή, τον όρο "πρόβλημα". Ας υποθέσουμε ότι π.χ. στο πλαίσιο του μαθήματος: "Ηλεκτρομαγνήτης" ο δάσκαλος ή ο καθηγητής έκανε στην τάξη το παρακάτω πείραμα:

Τύλιξε ένα λεπτό και μακρύ καλώδιο σφιχτά γύρω από το μεγάλο καρφί αφήνοντας περίπου 20 πόντους καλώδιο ελεύθερο από τις δύο άκρες όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα .



Στη συνέχεια αφαίρεσε το πλαστικό από τις δυο άκρες του καλωδίου και σύνδεσε τις άκρες αυτές με στους πόλους της μπαταρίας. Πλησίασε το καρφί στις καρφίτσες. Οι μαθητές παρατηρούν ότι οι καρφίτσες έλκονται και κολλούν στο μεγάλο καρφί.

Αντί να σταματήσει εδώ το μάθημα, κάτι συνηθισμένο ή μάλλον ακόμα επιθυμητό, στο σημερινό πρόγραμμα σπουδών, έδωσε στη συνέχεια ως εργασία στους μαθητές (είτε χωρισμένους σε ομάδες των 4 ατόμων ή ακόμη θα μπορούσε ως λύση ανάγκης να συζητηθεί σε κοινό μέτωπο στην τάξη) να εξετάσουν: τι μπορούν να ερευνήσουν στο μάθημα αυτό και πως θα το κάνουν (βλέπε και Παράρτημα 2).

Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας οι μαθητές θα πρέπει: 1ο) Να αποφασίσουν ποια ερώτηση μπορεί να ερευνηθεί, όπως π.χ. από τι εξαρτάται πόσο ισχυρός μπορεί να γίνει ο ηλεκτρομαγνήτης (αυτό είναι το πρόβλημα), 2ο) Να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν την ερευνά τους: να επιλέξουν τα απαιτούμενα υλικά (σε πρώτο επίπεδο από δοθείσα κατάσταση υλικών, στη συνέχεια τελείως ανοιχτά), να διατυπώσουν υποθέσεις και τρόπο ελέγχου αυτών, κτλ 3ο) Να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα και να το ανακοινώσουν στην τάξη, και 4ο) Να κρίνουν αν τα αποτελέσματα των άλλων, πιθανώς διαφορετικά από τα δικά τους, στηρίζονται σε δεδομένα. Έτσι εμπλέκονται σε μια διαδικασία λογικής εξαγωγής συμπερασμάτων μέσα από τα δεδομένα. Δουλεύουν συνεργατικά, διατυπώνουν και ελέγχουν τις απόψεις τους. Διατυπώνουν υποθέσεις, συμμετέχουν σε συζητήσεις σχετικά με τη σχέση των προβλέψεών τους με τα δεδομένα, ελέγχουν τις αποδείξεις, τις ερμηνείες, τις σχέσεις με τα δεδομένα κτλ. Έχουν εργαστεί με τη μεθοδολογία της Φυσικής και γίνεται απόπειρα για διαμόρφωση της στάσης "ελέγχω αν τα συμπεράσματα, τα δικά μου ή άλλων, στηρίζονται στα δεδομένα" (Κουμαράς, 2012). Σημειώνω ότι σε ένα πρόγραμμα σπουδών με στόχο μόνο την απόκτηση γνώσεων οι μαθητές θα έκαναν το παραπάνω ακολουθώντας γραπτές οδηγίες. Στόχος είναι σταδιακά να περάσουμε από απλά "σχολικά" προβλήματα, όπως το παραπάνω, σε ευρύτερα κοινωνικό – επιστημονικά προβλήματα.

Σημειώνεται ότι για να μπορούν τα προβλήματα να είναι αποτελεσματικά και να υποστηρίζουν τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, θα πρέπει α) να αποτελούν πρόβλημα για τον μαθητή, δεν υπάρχει διαφορετικά περίπτωση να τον κινητοποιήσει να ασχοληθεί, και όχι απλά πρόβλημα για το δάσκαλο ή το σχολικό βιβλίο και β) να έχουν νόημα και από τη μεριά της Φυσικής ή γενικότερα των Φυσικών Επιστημών.

Εάν ένα πρόβλημα δεν καταφέρει να συνδυάσει αφενός μεν το ενδιαφέρον του μαθητή και αφ' ετέρου να περιλαμβάνει θεμελιώδεις επιστημονικές ιδέες, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο να αναγνωρίζει το παιδί, στη Φυσική ή Φυσικές Επιστήμες που μελέτα, συνάφεια με τη ζωή του. Με τη συνάφεια αυτή σχετίζεται και η χρήση υλικών από την καθημερινή ζωή στη διδακτική διαδικασία. Στη λογική αυτή δεν μπορεί να σταθεί ο διαχωρισμός εργαστηρίου – θεωρίας, ούτε και, η ακόμα επιθυμητή για τη χώρα μας κατάσταση, οι μαθητές να κάνουν εργαστήρια ακολουθώντας οδηγίες. Οι μαθητές στο προτεινόμενο μοντέλο διδασκαλίας, που καλλιεργεί ικανότητες, δεν ακολουθούν οδηγίες, αλλά διατυπώνουν και ελέγχουν υποθέσεις, χειρίζονται μεταβλητές κ.τ.λ. (βλέπε Παράρτημα 2)

Το σχήμα 2, το οποίο αποτελεί και το πλαίσιο ανάπτυξης του προγράμματος σπουδών Φυσικών Επιστημών, αποτελεί συγχρόνως και το πλαίσιο για την ανάπτυξη του μοντέλου διδασκαλίας. Ο διπλός αυτός χαρακτήρας του αιτιολογείται και από τη απαιτούμενη συνέπεια που απαιτείται να υπάρχει σε ένα πρόγραμμα σπουδών. Λεπτομέρειες για το προτεινόμενο μοντέλο διδασκαλίας δίνονται σε άλλη εργασία μου (Κουμαράς, 2012).

Από τη στιγμή που δεχόμαστε ότι οι Φυσικές Επιστήμες δεν πρέπει να διδάσκονται, σε μεγάλο βαθμό, ως μια συσσώρευση έτοιμου υλικού με το οποίο οι μαθητές πρέπει να εξοικειωθούν αλλά ως μια μέθοδος σκέψης και στάσης προκύπτει ότι η μεθοδολογία της Φυσικής αποτελεί σημαντικό παράγοντα. Σημειώνουμε ότι η μεθοδολογία της Φυσικής είναι ουσιαστικά οργανωμένη η μεθοδολογία λύσης προβλημάτων και της καθημερινής ζωής. Η άποψή για τη διδασκαλία και χρήση της μεθοδολογίας είναι πέρα από την παλιά διχοτομία μεταξύ του περιεχομένου και της διαδικασίας (μεθοδολογίας) ή με άλλα λόγια μεταξύ των γνώσεων και των ικανοτήτων. Αντίθετα θεωρούμε ότι στις Φυσικές Επιστήμες το περιεχόμενο και η διαδικασία είναι άρρηκτα συνδεδεμένες.

Δεν μπορεί να διδαχθεί η επιστημονική διαδικασία χωρίς τη διαπραγμάτευση ενός ειδικού περιεχομένου στη διδασκαλία του οποίου θα εφαρμοστεί αλλά και θα το ενισχύσει. Θεωρούμε ότι η αλλαγή προγράμματος σπουδών δεν σημαίνει προσθαφαίρεση ή αλλαγή της σειράς των ενοτήτων. Τα προγράμματα σπουδών Φυσικής στη χώρα μας που είναι αποκλειστικά εστιασμένα στη διαπραγμάτευση και διδασκαλία εννοιών, πρέπει να φύγουν από αυτή τη λογική. Στη υπάρχουσα αυτή λογική αν κάποιος μιλούσε για Φυσική που σχετίζεται με τον ενεργό πολίτη, θα τόνιζε την ανάγκη να επικαλούνται οι μαθητές τις επιστημονικές γνώσεις σε συζητήσεις σχετικά με τη χρήση των πόρων, τα περιβαλλοντικά ζητήματα κ.τ.λ. Στη λογική αυτών που παραπάνω υποστηρίζω, όποιος μιλάει για Φυσική που σχετίζεται με τον ενεργό πολίτη, θα τονίζει επιπλέον την ανάγκη να μπορούν οι πολίτες να διακρίνουν αν τα συμπεράσματα ή οι ισχυρισμοί ενός τρίτου στηρίζονται σε δεδομένα και προκύπτουν από σωστό χειρισμό μεταβλητών ή απλά αποτελούν προσωπική του άποψη. Τελικά με το να περιορίζουμε τη διδασκαλία της Φυσικής στο περιεχόμενό της, σε μια απλή συγκέντρωση πληροφοριών, και όχι σε διδασκαλία ενός τρόπου σκέψης έχουμε οδηγήσει σε υποβάθμισή της.

2. Τα προγράμματα σπουδών Νηπιαγωγείου(!), Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου να αποτελούν μια συνέχεια

Από τη στιγμή που αποδεχόμαστε σημαντικό ρόλο στη Μεθοδολογία, θεωρούμε ότι αυτή πρέπει να καλλιεργείται στα παιδιά από την αρχή της εκπαίδευσής τους. Έτσι προτείνεται: (α) εισαγωγή του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών από το Νηπιαγωγείο, και σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού (στο Νηπιαγωγείο και Δημοτικό ενοποιημένο μάθημα Φυσικών Επιστημών). Στις τάξεις από Α΄ μέχρι και Δ΄ Δημοτικού το μάθημα Φυσικών Επιστημών μπορεί να "πάρει" δυο ώρες από το σημερινό μάθημα "Μελέτη Περιβάλλοντος" το οποίο να χωριστεί σε δυο μέρη: (i) Μελέτη του φυσικού περιβάλλοντος (ii) Μελέτη του κοινωνικού περιβάλλοντος. Η πρόταση για το χωρισμό γίνεται για να μπορεί η μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών να χρησιμοποιείται, και να ενισχύεται, στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών από το Νηπιαγωγείο μέχρι το τέλος της εκπαίδευσης, (β) εισαγωγή του μαθήματος της Φυσικής στην Α' Γυμνασίου. Δεν υπάρχει κανένας λόγος για να μη διδάσκεται Φυσική στην Α' Γυμνασίου. Η κατάσταση παρέμεινε η ίδια από τότε που η υποχρεωτική εκπαίδευση ολοκληρωνόταν με το τέλος της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οπότε ο νέος κύκλος Φυσικής άρχιζε από τη Β΄ Γυμνασίου. Θα μπορούσε, ως τελευταία λύση, αν δεν υπάρχει η βούληση να αλλάξει το ωρολόγιο πρόγραμμα, να αντιμετωπιστεί και το ενδεχόμενο κοινού μαθήματος Φυσικών Επιστημών στην Α΄ Γυμνασίου με το οποίο να εισάγονταν βασικές έννοιες όπως π.χ. η Ενέργεια, ή Μάζα κ.ά. απαραίτητες για όλους τους κλάδους των Φυσικών Επιστημών. Αυτό προφανώς δεν σημαίνει σε καμιά περίπτωση τρία μονόωρα μαθήματα. Είναι νομίζω μάλλον κοινή πεποίθηση ότι είναι προβληματικό το σημερινό μονόωρο της Χημείας. Η πρότασή μου σημαίνει τρίωρο ενοποιημένου μαθήματος Φυσικών Επιστημών το οποίο μεταξύ άλλων θα έχει και το πλεονέκτημα τα παιδιά να βρίσκουν στο Γυμνάσιο μια συνέχεια από το Δημοτικό. Παρόμοια πρόταση της ομάδας μας στην Κύπρο τελικά απορρίφτηκε, είχε όμως ως αποτέλεσμα να εισαχθεί δοκιμαστικά δίωρο μάθημα Φυσικής στην Α΄ Γυμνασίου. (γ) ενιαία οργάνωση του προγράμματος σπουδών Φυσικών Επιστημών από το Νηπιαγωγείο μέχρι το τέλος της εκπαίδευσης (εμείς προτείνουμε μέχρι και τη Γ' Λυκείου, αν υπάρχουν μαθήματα γενικής παιδείας), ώστε να υπάρχει συνέπεια και συνέχεια. Όσο καλό και να είναι ένα πρόγραμμα σε ένα επίπεδο της εκπαίδευσης, ας πούμε στο Γυμνάσιο, (δηλ. ακόμη και αν έχουμε ανεξάρτητα καλά προγράμματα σε κάθε επίπεδο της εκπαίδευσης) δεν θα υπάρχει θετικό αποτέλεσμα αν δεν συνδέονται μεταξύ τους τα προγράμματα σπουδών όλων των επιπέδων. Όταν τα διαφορετικά επίπεδα του εκπαιδευτικού συστήματος κατανοηθούν,

σχεδιαστούν και εφαρμοστούν με ένα συντονισμένο τρόπο, τότε θα υπάρχουν θετικά αποτελέσματα για τη μάθηση των μαθητών και όχι μόνο. Παράδειγμα συνέχειας είχαμε στο πρόγραμμα σπουδών Φυσικής στην Κύπρο όπου το πρόγραμμα από το Νηπιαγωγείο (έμεινε το υπάρχον) μέχρι την Α΄ Λυκείου διαμορφώθηκε από κοινού. (βλ. http://www.nap.pi.ac.cy). Η παραπάνω πρόταση περιλαμβάνει Projects από την Α΄ Δημοτικού, προσωπικά θεωρώ μικρή τη συμβολή τους αν αρχίζουν στην Α΄ Λυκείου. Υπήρχε και ενδιαφέρουσα πρόταση, από μαχόμενους συναδέλφους, για Φυσική γενικής παιδείας στη Β΄ και Γ΄ Λυκείου που θα περιλάμβανε Projects με θέματα Φυσικής από την καθημερινή ζωή ή από επίκαιρα θέματα. Δεν λήφθηκε όμως ποτέ απόφαση από την Κυπριακή κυβέρνηση για τα πρόγραμμα σπουδών των δυο μεγαλύτερων τάξεων.

3. Να διατηρείται από το πρόγραμμα σπουδών η Φύση της Φυσικής

Στο ισχύον ελληνικό πρόγραμμα σπουδών έννοιες του μικρόκοσμου μπαίνουν ήδη από το Δημοτικό. Μπαίνουν αξιωματικά χωρίς να φαίνεται η ανάγκη που η εισαγωγή τους ήρθε να λύσει. Η αξιωματική αυτή εισαγωγή κάνει λίγο-πολύ τη Φυσική "θεολογία" και εισάγει "το πιστεύω εις ένα quark". Αναγκαστικά τα παιδιά απομνημονεύουν απλά ονόματα και ορισμούς. Ο μικρόκοσμος όμως δεν είναι απλά στοιχεία που πρέπει να θυμόμαστε απ' έξω. Είναι πολύπλοκες έννοιες που οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν μέσω της ενασχόλησης με το φυσικό κόσμο, πάνω στις προηγούμενες εμπειρίες, στην προϋπάρχουσα γνώση, και μέσω της χρήσης μοντέλων και αναπαραστάσεων ως νοητικών εργαλείων. Οι έννοιες του μικρόκοσμου θα πρέπει να μπαίνουν όταν απαιτούνται για την ερμηνεία φαινομένων του καθημερινού κόσμου, όπως έγινε και στη Ιστορία της Φυσικής. Έτσι π.χ. η έννοια του μορίου μπήκε από το Boyle, όταν ο Boyle για να ερμηνεύσει το φαινόμενο της συγκράτησης της στήλης του υδραργύρου από μικρή ποσότητα αέρα (είχε βάλει το βαρόμετρο κάτω από υάλινο κώδωνα) θεώρησε ότι ο αέρας αποτελείται από μικρά ελατήρια και εισήγαγε ταυτόχρονα και την έννοια της πίεσης. Σημειώνουμε ότι μέχρι τότε η συγκράτηση της υδραργυρικής στήλης ερμηνεύονταν ως ισορροπία της στήλης με το βάρος του ατμοσφαιρικού αέρα (Westfall, 1993, σελ. 68). Ο μικρόκοσμος να μπαίνει από την ανάγκη ερμηνείας φαινομένου του ορατού κόσμου και στη συνέχεια να χρησιμοποιείται για την ερμηνεία μακροσκοπικά παρατηρήσιμων ιδιοτήτων των αντικειμένων και των υλικών.

4. Εισαγωγή μιας έννοιας σε συμφωνία με τις εμπειρίες του παιδιού. Μια ενότητα σε περισσότερες από μια τάξεις

Η ενέργεια, π.χ., συνήθως εισάγεται μέσω του έργου και στη συνέχεια μιλάμε συνήθως για Κινητική, και Δυναμική ενέργεια. Προτείνεται η εισαγωγή της Ενέργειας πριν από το έργο και μέσα από τη ηλεκτρική ενέργεια με την οποία τα παιδιά έχουν μεγαλύτερη εξοικείωση. Αντίστοιχα η πίεση σήμερα εισάγεται σε περιβάλλον στερεών μετά το Βάρος (γενικότερα τη Δύναμη) βάζοντας έτσι προβλήματα ταύτισής της με τη δύναμη, γνωστά στη βιβλιογραφία. Θα μπορούσε να μπει, σε αναλογία με την εισαγωγή της από τον Boyle. Σε τελευταία ανάλυση πολλά παιδιά είναι εξοικειωμένα με την έννοια της πίεσης στα ελαστικά -η οποία δεν οφείλεται βέβαια στο βάρος, του περιεχόμενου στο ελαστικό αέρα. Στα βιβλία του Γυμνασίου έχουμε την αντιμετώπιση μιας Ενότητας σε μια τάξη. Προτείνεται η δόμηση της ενότητας σε περισσότερες από μια τάξεις, π.χ. στην Κύπρο δομήσαμε τον Ηλεκτρισμό στη Β΄ Γυμνασίου, Γ΄ Γυμνασίου και Α΄ Λυκείου. Από το σημείο που σταματάει σε η διαπραγμάτευση μιας ενότητας σε μια τάξη να αρχίζει η διαπραγμάτευση στην επόμενη. Όλες οι έννοιες μιας ενότητας δεν έχουν το ίδιο γνωστικό φορτίο και επιπλέον η ενασχόληση του παιδιού σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα με διαφορετικές συνθήκες, ακόμη και με διαφορετικούς διδάσκοντες θα συμβάλλει στην καλύτερη δόμηση εννοιών και διαδικασιών.

5. Συνέπεια της Φυσικής που διδάσκουμε στο ίδιο πλαίσιο (Newton ή Einstein)

Μπορεί το επίπεδο γνώσης της Φυσικής να βρίσκεται στο επίπεδο "η μάζα μετατρέπεται σε ενέργεια και δεν ισχύουν οι αρχές διατήρησης της μάζας και της ενέργεια ανεξάρτητα", αυτό όμως θα διδαχτεί αφού έχει πρώτα κατανοηθεί η κάθε αρχή ανεξάρτητα. Δεν είναι π.χ. δυνατό στις Φυσικές Επιστήμες του Δημοτικού να διδάσκεται ότι "η μάζα μετατρέπεται σε ενέργεια". Από τη στιγμή που απόφασή μας είναι να διδάσκονται οι Νόμοι του Νεύτωνα δεν είναι δυνατό παράλληλα με τη διδασκαλία των νόμων αυτών, ή και πριν από αυτούς, να διδάσκεται ότι η μάζα δεν διατηρείται. Ο "μηδενικός" νόμος του Νεύτωνα είναι η διατήρηση της μάζας. Η μετατροπή της μάζας σε ενέργεια και αντίστροφα οφείλει να διδάσκεται μετά την κατάκτηση του προηγούμενου πλαισίου. Οφείλουμε να έχουμε εσωτερική συνέπεια και να βρισκόμαστε συνειδητά σε κάθε πλαίσιο Φυσικής, και δεν εννοώ βέβαια ότι σε εγκυκλοπαιδικού τύπου συζήτηση "απαγορεύεται" να αναφέρουμε "σήμερα η Φυσική έχει προχωρήσει και λέει ότι …., αυτά όμως θα τα δούμε…"

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Αλλαγή αναλυτικού προγράμματος δε σημαίνει προσθαφαίρεση ύλης ούτε απλά αλλαγή της σειράς των προς διδασκαλία ενοτήτων. Το αναλυτικό πρόγραμμα δεν αρκεί να δίνει απλά μια σειρά ενοτήτων που αποτελούν το περιεχόμενο της διδασκαλίας, οφείλει να προτείνει τρόπο διδασκαλίας και αξιολόγησης των προτεινόμενων καθώς και τρόπους υποστήριξης του διδακτικού έργου. Και όλα αυτά να είναι σε συνέπεια μεταξύ τους, στη χώρα μας έχει καταγραφεί ασυνέπεια μεταξύ του διακηρυκτικού και του εφαρμοσμένου λόγου (Πράμας και Κουμαράς 2004, 2006). Ας θυμόμαστε ότι αν πραγματικά θέλουμε να δούμε που πραγματικά στοχεύει ένα πρόγραμμα σπουδών δεν υπάρχει λόγος να διαβάσουμε τις προθέσεις που δηλώνει πως έχει, αρκεί

να διαβάσουμε τα θέματα που χρησιμοποιεί στην αξιολόγηση των μαθητών. Δεν μπορεί να σταθεί μόνο του αναλυτικό πρόγραμμα για μια βαθμίδα της εκπαίδευσης, οφείλει να έχει συνέχεια και συνέπεια από το Νηπιαγωγείο μέχρι το τέλος της εκπαίδευσης για όλους. Η Φυσική δεν είναι απλά η γνώση ενός αριθμού πληροφοριών είναι τρόπος σκέψης και στάσης. Αυτό σημαίνει ότι πέρα από το εννοιολογικό περιεχόμενο πρέπει να διδάσκεται και να χρησιμοποιείται και η μεθοδολογία της Φυσικής, με φροντίδα για την ανάδειξη της Φύσης της Φυσικής και τη δημιουργία στάσεων π.χ. ανθρώπου που αναζητεί αν η άποψη ενός τρίτου, στηρίζεται σε δεδομένα, προκύπτει από σωστή χρήση μεταβλητών κτλ. Την πλήρη πρόταση της ομάδας για πρόγραμμα σπουδών Δημοτικού και Γυμνασίου μπορείτε να βρείτε στη διεύθυνση http://www.nap.pi.ac.cy (είναι η πρότασή μας που υιοθετήθηκε από την Κυπριακή Δημοκρατία) ή στα βιβλία της ομάδας μας (Κουμαράς, Π., Πράμας, Χ., Σταμπουλή Μ. 2010 και Κουμαράς, Π., Κεραμιδάς, Κ., Τσεχερίδης, Στ. 2011).

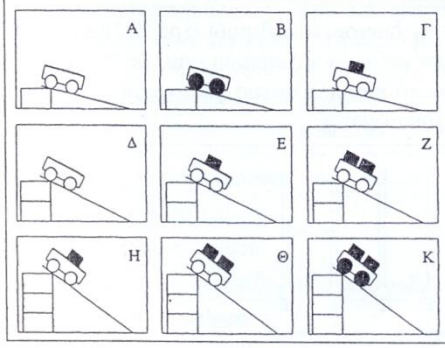
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Dryden, G., (2001). Five Keys to Unlock the 21st Century, in Breakthroughs 2001 Conference, Auckland
2. European Commission (2002), The Key Competences in a Knowledge Based Economy: A First Step Towards Selection, Definition and Description, First progress report of the Commission Expert Group on Basic skills, Foreign Language Teaching and Entrepreneurship
3. Han, S. (2008), Competence: Commodification of Human Ability, Asia Pacific Education Review 9 (31), 31-39
4. Harlen, W., Elstgeest, J., (2005). *Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Ελληνική μετάφραση. Εκδόσεις ΤΥΠΩΘΗΤΩ –ΓΙΩΡΓΟΣ ΔΑΡΔΑΝΟΣ, Αθήνα.
5. New Zealand Ministry of Education (2005), Key-Competencies: The New Zealand Curriculum Marautanga Project, Wellington, Learning media
6. OECD (2003), Definition and Selection of Competencies: Theoritical and Conceptual Foundations (DeSeCo), Summary of the Final Report Key Competences for a Successful Life and Well Functioning Society, Paris, OECD
7. Wesselink, R., Dekker-Groen, A., Biemans, H. and Mulder, M. (2010), Using an Instrument to Analuse Competence-Based Study Programmes: Experiences of Teachers in Dutch Vocational Education and Training, Journal of Curriculum Studies, 42(6) p.p. 813-829
8. Westera, W (2001), Competences in Education: A Confusion of Tongues, Journal of Curriculum Studies, 33(1), p.p. 75-78
9. Westfall 1993. Η συγκρότηση της σύγχρονης επιστήμης. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.
10. Καρύδας, Α. (2007). Φυσικές Επιστήμες για την εκπαίδευση καλλιεργημένων, κριτικά σκεπτόμενων και ενεργών πολιτών. Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
11. Καρύδας, Α., Κουμαράς, Π. (2002), Διεθνείς τάσεις στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην προοπτική του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαβητισμού. Σύγχρονη Εκπαίδευση, Τεύχος 126 σελ. 103 - 118.
12. Κουμαράς 2012. Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την ανάπτυξη και των Ικανοτήτων – κλειδιών. Πανεπιστημιακές σημειώσεις.
13. Κουμαράς, Π. (2003), Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής. Εκδόσεις Χριστουδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
14. Κουμαράς, Π., Κεραμιδάς, Κ., Τσεχερίδης, Στ. (2011), Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών στην κατεύθυνση Γνώσεις και Ικανότητες για τη Ζωή. Τόμος ΙΙ: Φυσική Α΄ Γυμνασίου – Α΄ Λυκείου. Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
15. Κουμαράς, Π., Πράμας, Χ., Σταμπουλή Μ. (2010), Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών στην κατεύθυνση Γνώσεις και Ικανότητες για τη Ζωή. Τόμος Ι: Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
16. Νέα Προγράμματα Σπουδών Κύπρου (2010) http://www.nap.pi.ac.cy (προσπέλαση Ιανουάριος 2013)
17. Παπαναστασίου, Κ., Βαλανίδης, Ν., 2008. TIMSS-1995. Αποτελέσματα των μαθητών Γυμνασίου στην Επιστήμη. Τόμος 4. Πανεπιστήμιο Κύπρου. Λευκωσία 2008.
18. Πράμας, Χ., Κουμαράς, Π., 2004. PISA & ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ Φυσικών Επιστημών: Συγκλίνουν ή αποκλίνουν; Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη, Ε.ΔΙ.Φ.Ε. 10, 13 – 20. Εκδόσεις ΓΡΗΓΟΡΗ. Αθήνα
19. Πράμας, Χ., Κουμαράς, Π., 2006. ΔΕΠΠΣ - ΑΠΣ για το μάθημα "Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο" και τα νέα βιβλία Ε΄ και Στ΄ Δημοτικού: τάσεις και αντιφάσεις. Εκπαιδευτική Κοινότητα, 80, 10-15.
20. Τσιάκαλος, Γ. (2002). Η υπόσχεση της Παιδαγωγικής. Εκδόσεις Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη.
21. Χαραλάμπους, Μ. (2010). Οι ικανότητες-κλειδιά και η καλλιέργειά τους μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΘΕΜΑΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ.

Η ερώτηση που ακολουθεί δόθηκε στο TIMSS 1995 (Trends in Mathematics Science Studies) σε μαθητές στο τέλος της Β' Γυμνασίου. Η απόδοση στα Ελληνικά είναι από τους Παπαναστασίου και Βαλανίδη (2008).

I12. Τα σχεδιαγράμματα παριστάνουν διάφορες δοκιμές, που έκαμε ο Αντρέας, με καροτσάκια που είχαν τροχούς διαφορετικού μεγέθους. Οι κύβοι που τοποθετούσε ήταν του ιδίου βάρους (μάζας) και άφηνε τα καροτσάκια να κινούνται από διαφορετικά ύψη.



Ο Αντρέας θέλει να δοκιμάσει αυτή την ιδέα: Όσο πιο βαρύ είναι ένα καροτσάκι, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ταχύτητα του στο τέρμα του κεκλιμένου επιπέδου. Ποιες τρεις δοκιμές θα συγκρίνει;

Α. Α, Ε, και Θ
Β. Β, Ε, και Κ
Γ. Γ, Ζ, και Κ
Δ. Δ, Ε, και Ζ
Ε. Δ, Η, και Θ

Ερώτηση από το TIMSS 1995

Στο ερώτημα αυτό η επίδοση των Κυπρίων και των Ελλήνων μαθητών είναι κατά περίπου 10 ποσοστιαίες μονάδες μικρότερες από τη μέση διεθνή επίδοση (Παπαναστασίου και Βαλανίδης 2008, σελ. 144).
Ας δούμε την απάντηση καθώς και το τι απαιτείται να γνωρίζει κάποιος για να απαντήσει. Για να ελεγχθεί η ιδέα "όσο πιο βαρύ … τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα" πρέπει να χρησιμοποιήσει τις διατάξεις Δ, Ε και Ζ. Αυτές είναι οι μόνες τρεις στις οποίες μένει σταθερό το καροτσάκι και το ύψος και αλλάζει μόνο το βάρος που μεταφέρει το καροτσάκι.

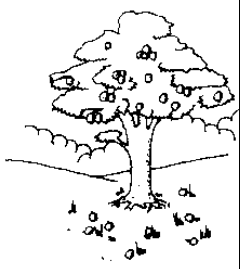
Έτσι αν υπάρχει αλλαγή στην ταχύτητα με την οποία φτάνει το καροτσάκι στο κάτω μέρος του κεκλιμένου επιπέδου θα οφείλεται στο διαφορετικό βάρος. Αυτό που απαιτείται για να απαντήσει κάποιος δεν είναι γνώση για την επιταχυνόμενη κίνηση δηλ. γνώση νόμων τύπων ή ορισμών, αυτό που στη χώρα μας διδάσκουμε και αξιολογούμε στη Φυσική. Είναι η γνώση ότι για να βγει συμπέρασμα αν κάτι (εδώ η ταχύτητα) εξαρτάται από μια μεταβλητή (εδώ το βάρος) πρέπει να μένουν σταθερές όλες οι άλλες μεταβλητές (εδώ το καροτσάκι και το βάρος). Αυτό έχει σχέση με τη μεθοδολογία της Φυσικής που στην Ελλάδα δεν διδάσκεται. Προφανώς τα παιδιά δεν απαντούν γιατί αφορά κάτι που δεν διδάσκονται και κάτι στο οποίο δεν έχουν ποτέ αξιολογηθεί.

Στο βιβλίο των Wynne Harlen – Jos Elstgeest (2005) υπάρχει η παρακάτω ερώτηση (σελ. 255):

Κοιτάξτε την εικόνα αυτής της μηλιάς στο κτήμα.

Διαβάστε τις παρακάτω προτάσεις.

Σημειώστε αυτή για την οποία είστε *σίγουροι* ότι είναι αληθής κοιτάζοντας και μόνο την εικόνα.



☐ Ο άνεμος έριξε κάποια μήλα από το δένδρο.
☐ Υπάρχουν μήλα στο έδαφος και στο δένδρο.
☐ Τα μήλα στο δέντρο είναι έτοιμα για μάζεμα.
☐ Τα μήλα στο έδαφος είναι χαλασμένα.
☐ Το δένδρο δεν μπόρεσε να συγκρατήσει όλα τα μήλα του.

Ερώτηση από το βιβλίο των Harlen &Elstgeest J.(2005

Είναι προφανές ότι η μόνη απάντηση για την οποία είμαστε σίγουροι ότι "είναι αληθής" με βάση τα δεδομένα που έχουμε είναι ότι υπάρχουν μήλα στο έδαφος και στο δέντρο. Το ερώτημα όμως είναι: Στη χώρα μας, σε επίπεδο Δ΄ δημοτικού, θα βάζαμε μια ερώτηση αυτού του τύπου; Τι ελέγχει αυτή η ερώτηση; Τι ευρύτερο στόχο μπορεί να έχει;
Οι συγγραφείς προτείνουν την ερώτηση για την αξιολόγηση των μαθητών στα αν είναι ικανοί: *"Να ελέγξουν μια πιθανή σχέση διασταυρώνοντας τα αποδεικτικά στοιχεία".* Ουσιαστικά δηλ. να μπορούν οι μαθητές να ελέγξουν αν ένα συμπέρασμα στηρίζεται στα δεδομένα.

Από τις παραπάνω 5 απαντήσεις θα μπορούσαν, υπό όρους, να είναι όλες σωστές πιθανό και μερικές ακόμη όπως π.χ. κάποιος έκοψε μήλα και τα έριξε στο έδαφος. Αυτές όμως μπορούν να σταθούν ως υποθέσεις, η μόνη που στηρίζεται στα υπάρχοντα δεδομένα είναι η δεύτερη πρόταση. Αν κάποιος υποστηρίζει μια άλλη εκφράζει την προσωπική του άποψη ή οποία όμως δε στηρίζεται από τα δεδομένα. Θα μπορούσε κάποιος να αναρωτηθεί: Και τη σχέση έχει αυτή η ερώτηση με την εκπαίδευση των παιδιών; Ουσιαστικά ο ευρύτερος, για μένα, στόχος είναι να διαμορφωθούν στα παιδιά στάσεις για την:

- Αναζήτηση, τον σεβασμό και την προσήλωση στα αποδεικτικά στοιχεία
- Αναζήτηση των αποδεικτικών στοιχείων στις απόψεις των άλλων
- Ευελιξία και δεκτικότητα σε απόψεις των άλλων αν αυτές τεκμηριώνονται.

Αν το παιδί στη διάρκεια της εκπαίδευσής κατακτήσει αντίστοιχες στάσεις τότε στο μέλλον ως πολίτης θα είναι σε θέση να κρίνει π.χ. τον ισχυρισμό ενός πολιτικού ή δημοσιογράφου (γενικότερα κάποιου που διαμορφώνει την κοινή γνώμη) ο οποίος δείχνοντας την παραπάνω φωτογραφία εξηγεί ότι οι τιμές των μήλων είναι μεγάλες γιατί ενώ τα μήλα στο δέντρο είναι έτοιμα για μάζεμα οι αγρότες για κάποιο λόγο δεν τα

μαζεύουν. Ο πολίτης να μπορεί να σκεφτεί ότι αυτό που του λένε δεν στηρίζεται σε δεδομένα, και απλά είναι η άποψη κάποιου.

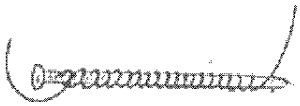
Η γνώση της μεθοδολογίας της Φυσικής δεν περιορίζεται μόνο για αυτούς που θα σπουδάσουν Φυσική, είναι χρήσιμη για όλους. Παράλληλα η εκτεταμένη χρήση της μεθοδολογίας στο σχολείο μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία στάσεων όπως αυτές που παραπάνω αναφέρονται.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΓΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ.

Στο πλαίσιο του μαθήματος: «Μαγνητικά αποτελέσματα του ρεύματος» ο δάσκαλος έκανε το παρακάτω πείραμα:

Τι χρειάζεσαι. 1 μπαταρία, 1 μακρύ καλώδιο, σύρμα κουδουνιού, 1 μεγάλο καρφί, μερικά καρφάκια, ένα ψαλιδάκι.

Τι θα κάνεις: Τύλιξε το μακρύ καλώδιο σφιχτά γύρω από το μεγάλο καρφί όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



Φρόντισε να αφήσεις τουλάχιστον περίπου 20 πόντους καλώδιο ελεύθερο από τις δύο άκρες. Αφαίρεσε το πλαστικό από τις δυο άκρες του καλωδίου και σύνδεσε τις άκρες αυτές με στους πόλους της μπαταρίας. Πλησίασε το καρφί στα μικρά καρφάκια.

Τι θα δεις: Τα μικρά καρφάκια έλκονται και κολλούν στο μεγάλο καρφί.

Μετά από αυτό ο δάσκαλος έθεσε στους μαθητές το παρακάτω πρόβλημα:
Τι μπορούμε να ψάξουμε, σχετικό με αυτά που είδατε, και πως;

Για να διευκολυνθείς συμπλήρωσε πρώτα τα παρακάτω

- Τι νομίζεις ότι μπορούν οι μαθητές να διερευνήσουν[2];

- Ποιες υποθέσεις μπορεί να έκαναν[3];

1η

2η

3η

Α. Έλεγχος της πρώτης υπόθεσης

- Περίγραψε ένα πείραμα που νομίζεις ότι θα μπορούσαν να κάνουν στο πλαίσιο της ερευνάς τους, για να ελέγξουν την πρώτη τους υπόθεσή (ας υποθέσουμε ότι μπορούν να βρουν οποιοδήποτε υλικό χρειάζεται). Για να διευκολυνθείς συμπληρώστε πρώτα τον παρακάτω πίνακα.

Τι θα αλλάξει	**Τι θα μείνουν τα ίδια**	**Τι θα παρατηρήσει**

Περίγραψε τώρα το πείραμα που θα κάνεις. Τι προβλέπεις ότι θα βρεις; Αιτιολόγησε την πρόβλεψή σου.

- Κάνε τώρα το πείραμα. Σε ποιο συμπέρασμα κατέληξες; Συμφωνεί αυτό με την πρόβλεψή σου; Αν δε συμφωνεί που και γιατί νομίζεις ότι έκανες λάθος;

Β. Έλεγχος της δεύτερης υπόθεσης

- Περίγραψε ένα άλλο πείραμα που νομίζεις ότι θα μπορούσαν να κάνουν στο πλαίσιο της ίδιας διερεύνησης, για να ελέγξουν τη δεύτερη υπόθεσή τους. Για να διευκολυνθείς συμπληρώστε πρώτα τον παρακάτω πίνακα.

Τι θα αλλάξει	**Τι θα μείνουν τα ίδια**	**Τι θα παρατηρήσει**

[2] Θα μπορούσαν να διερευνήσουν το ερώτημα: Από τι εξαρτάται πόσο ισχυρός γίνεται ο Ηλεκτρομαγνήτης;
[3] Πιθανές υποθέσεις (το πόσο ισχυρός μπορεί να γίνει ο ηλεκτρομαγνήτης εξαρτάται):
1η: Από τον αριθμό των μπαταριών (σε σειρά) που θα συνδέσεις
2η: Από το πόσο σύρμα θα τυλίξεις γύρω από το καρφί
3η: Από το μέγεθος του καρφιού (ή από το είδος του υλικού του καρφιού)

Περίγραψε τώρα το πείραμα που θα κάνεις. Τι προβλέπεις ότι θα βρεις; Αιτιολόγησε την πρόβλεψή σου.

- Κάνε τώρα το πείραμα. Σε ποιο συμπέρασμα κατέληξες; Συμφωνεί αυτό με την πρόβλεψή σου; Αν δε συμφωνεί που και γιατί νομίζεις ότι έκανες λάθος;

Γ. Με τον ίδιο τρόπο να ελέγξεις την τρίτη σου υπόθεση

Προς την κατεύθυνση της σχεδίασης ενός προγράμματος σπουδών Φυσικών Επιστημών που να καλλιεργεί την κριτική σκέψη στο πεδίο της Φύσης των Φυσικών Επιστημών

Hagop A. Yacoubian

Επίκουρος καθηγητής, Τμήμα Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Χαϊγκάζιαν, Βηρυτός, Λίβανος
hagop.yacoubian@haigazian.edu.lb

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Φύση των Φυσικών Επιστημών (Φ.τ.Φ.Ε.) έχει ληφθεί υπόψη στην ανάπτυξη αρκετών προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε. σε πολλές χώρες. Η διδασκαλία και η μάθηση στο πεδίο της Φ.τ.Φ.Ε. έχει συνδεθεί με την προετοιμασία επιστημονικά εγγράμματων πολιτών. Στην εργασία αυτή αναδεικνύω την ανάγκη ανάπτυξης ενός προγράμματος σπουδών Φ.Ε. που να εμπλέκει τους μαθητές στην κριτική κατανόηση του περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. και στη χρήση της Φ.τ.Φ.Ε. ως εργαλείου λήψης αποφάσεων για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Παρουσιάζω ένα θεωρητικό μοντέλο για τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να καλλιεργηθεί η κριτική σκέψη μέσα από τη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε. (μοντέλο CT-NOS). Το μοντέλο CT-NOS (1) ερμηνεύει και αναδεικνύει τη Φ.τ.Φ.Ε. ταυτόχρονα ως εκπαιδευτικό εργαλείο και ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα, (2) έχει την κριτική σκέψη ως θεμελιώδη πυλώνα και (3) παρέχει τη δυνατότητα μιας δυναμικής μάθησης της Φ.τ.Φ.Ε. χρησιμοποιώντας την κριτική σκέψη ως μια εξελισσόμενη ενότητα. Τέλος, δανειζόμενος το θεωρητικό πλαίσιο του Robert Ennis για την κριτική σκέψη, περιγράφω μέσα από ένα παράδειγμα διδακτικού παραδείγματος τον τρόπο που μπορεί να λειτουργήσει το μοντέλο CT-NOS.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε., κριτική σκέψη, Φύση των Φ.Ε., μοντέλο CT-NOS*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Φύση των Φυσικών Επιστημών (Φ.τ.Φ.Ε.) έχει ληφθεί υπόψη στην ανάπτυξη αρκετών προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε. σε πολλές χώρες (βλ. CMEC, 1997; European Commission, 1995; NRC, 1996, 2012). Η ανάπτυξη της κατανόησης στους μαθητές για τη Φύση των Φυσικών Επιστημών αποτελεί ουσιώδες στοιχείο για την προώθηση του γραμματισμού στις Φ.Ε. (βλ. για παράδειγμα AAAS, 1993; Bybee & DeBoer, 1994; Holman, 1997; Laugksch, 2000; Lederman, 2004). Η Φ.τ.Φ.Ε. αναφέρεται στην επιστημολογία των Φ.Ε., στις Φ.Ε. ως τρόπος του να σκέφτεσαι και να μαθαίνεις, αλλά και στις αξίες και τα ιδανικά που κληροδοτούνται στην επιστημονική γνώση μέσα από την ανάπτυξή της (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Αν και υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους οι ερευνητές στο πεδίο των Φ.Ε. αναδεικνύουν τη σημασία της εισαγωγής της Φ.τ.Φ.Ε. στα προγράμματα σπουδών Φ.Ε. (Matthews, 1994), κάποιοι από αυτούς τους ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι μαθητές που αποκτούν ουσιαστική κατανόηση των στοιχείων της Φ.τ.Φ.Ε. ενδυναμώνονται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για ζητήματα που αφορούν διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά θέματα (Kolstø, 2001a; Zeidler, Walker, Ackett, & Simons, 2002). Στην κατεύθυνση αυτή, οι Driver Leach, Millar, και Scott (1996) ακόμη περισσότερο θεωρούν ότι η Φ.τ.Φ.Ε. συνδέεται με την οικοδόμηση ιδανικών δημοκρατικών κοινωνιών. Στο πλαίσιο αυτό του γραμματισμού στις Φ.Ε. γενικότερα και στη λήψη αποφάσεων για τα κοινωνικο-επιστημονικά θέματα ειδικότερα, θα προσπαθήσω θα αναδείξω τη σημασία της εισαγωγής της Φ.τ.Φ.Ε. στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε.. Υποστηρίζω ότι η ανάπτυξη ενός προγράμματος σπουδών Φ.Ε. που παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν μια κριτική κατανόηση για τη Φ.τ.Φ.Ε. μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη της Φ.τ.Φ.Ε. ως εργαλείο που θα ενδυναμώσει τις ικανότητες των μαθητών για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα της καθημερινής τους ζωής. Στην εργασία αυτή παρουσιάζω ένα θεωρητικό μοντέλο για την αντιμετώπιση ζητημάτων που άπτονται της Φ.τ.Φ.Ε. το οποίο ονομάζω θεωρητικό μοντέλο για την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και της Φ.τ.Φ.Ε. (μοντέλο CT-NOS). Αναφέρομαι στις γενικές αρχές αυτού του θεωρητικού μοντέλου, περιγράφω τα χαρακτηριστικά του και παρουσιάζω ένα παράδειγμα για το πώς θα μπορούσε να εφαρμοστεί με έναν πρακτικό τρόπο.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Αρκετοί ερευνητές στο χώρο της διδασκαλίας των Φ.Ε. (βλ. για παράδειγμα, Lederman, 2004; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003) έχουν καταγράψει μια σειρά από καταλόγους που αναφέρονται σε ιδέες σχετιζόμενες με τη Φ.τ.Φ.Ε. οι οποίες θα μπορούσαν να αναδειχθούν και να διαπραγματευθούν στη διδασκαλία των Φ.Ε. από το νηπιαγωγείο μέχρι και το λύκειο. Για παράδειγμα, ο Lederman και η ερευνητική

του ομάδα έχουν αναπτύξει έναν κατάλογο που αποτελείται από εφτά γενικές πτυχές που αναφέρονται στη Φ.τ.Φ.Ε. πάνω στις οποίες δομείται ένας κοινός τόπος μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών πεδίων όπως είναι η φιλοσοφία, η κοινωνιολογία, η ιστορία και η διδασκαλία των Φ.Ε. (Lederman 2004). Τέτοιοι κατάλογοι με ιδέες που αφορούν τη Φ.τ.Φ.Ε. έχουν λάβει θετικές κριτικές από πολλούς ερευνητές που ασχολούνται με τη διδασκαλία των Φ.Ε. (βλ. για παράδειγμα Akerson, Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000; Akerson, Buck, Donnelly, Narguand-Joshi, & Weiland, 2011; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Kim & Irving, 2010; Paraskevopoulou & Koliopoulos, 2011). Αρκετοί ερευνητές έχουν αναπτύξει μελέτες στις οποίες έχουν χρησιμοποιήσει παρόμοιους καταλόγους που αναφέρονται στη Φ.τ.Φ.Ε., προσπαθώντας να καλλιεργήσουν στους μαθητές μια αντίληψη αναφορικά με τη Φ.τ.Φ.Ε. εμπλέκοντάς τους σε σαφείς και αναδραστικές συζητήσεις αναφορικά με θέματα που άπτονται της Φ.τ.Φ.Ε.. Παρ' όλα αυτά, αυτές οι μελέτες δεν καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μπορούν να *εφαρμόσουν* τις γνώσεις για τη Φ.τ.Φ.Ε. σε άλλες καταστάσεις.

Πολλοί ερευνητές έχουν επιχειρηματολογήσει για την ανάγκη της προετοιμασίας των μελλοντικών πολιτών οι οποίοι θα μπορούσαν να παίρνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα στις δημοκρατικές κοινωνίες (βλ. για παράδειγμα, Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Kolstø, 2001; Sadler & Zeidler, 2005). Εάν οι μαθητές θεωρείται σημαντικό να προετοιμάζονται έτσι ώστε ως μελλοντικοί πολίτες να μπορούν να παίρνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα και να συνεισφέρουν στη δημοκρατική λειτουργία των κοινωνιών τους, τότε θα πρέπει να βοηθηθούν στην κατεύθυνσή τους αυτή. Στο δημοκρατικό επιχείρημα για την προώθηση μιας περισσότερο διευρυμένης κατανόησης των Φ.Ε. που να αφορά όλους τους πολίτες, οι Driver κ.ά. (1996) θεωρούν ότι η κατανόηση της Φ.τ.Φ.Ε. είναι σημαντική έτσι ώστε οι πολίτες να μπορούν να κατανοήσουν τις ίδιες τις Φ.Ε., αλλά και διάφορα ζητήματα με τεχνολογική βάση που εμπλέκονται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε μια δημοκρατική κοινωνία. Ο Kolstø (2001) προτείνει ένα γενικό πλαίσιο για την ανάλυση των κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων. Το πλαίσιό του είναι βασισμένο σε οχτώ 'θεματικές που υπερβαίνουν το περιεχόμενο' (σελ. 292) οι οποίες αναφέρονται στις Φ.Ε. ως μια κοινωνική διαδικασία που καλλιεργεί την κριτική στάση στους μαθητές, αλλά και αναδεικνύει τους περιορισμούς και τις αξίες των Φ.Ε.. Ο Kolstø υποστηρίζει ότι αν τα μαθήματα Φ.Ε. στο σχολείο πρέπει να εξυπηρετούν το γενικότερο σκοπό της 'εκπαίδευσης στις Φ.Ε. για την πολιτότητα' (σελ. 291) ή την προετοιμασία των μαθητών με σκοπό να είναι ικανοί να αναλύουν τα διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα και να λαμβάνουν αποφάσεις για την αντιμετώπιση ανάλογων προβλημάτων, τότε αυτές οι θεματικές θεωρείται σημαντικό να συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε.. Για τον Kolstø υπάρχει μια διασύνδεση μεταξύ της κατανόησης της Φ.τ.Φ.Ε. και της ικανότητας των πολιτών να λαμβάνουν αποφάσεις αναφορικά με διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Παρ' όλα αυτά, στο πλαίσιό του δεν προτείνονται *σαφείς* τρόποι με τους οποίους οι μαθητές θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία αυτά που ο ίδιος προτείνει στις εργασίες του.

Άλλοι ερευνητές έχουν μελετήσει εμπειρικά το ρόλο της κατανόησης της Φ.τ.Φ.Ε. στη διαδικασία λήψης αποφάσεων που αφορούν διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα (βλ. για παράδειγμα, Bell & Lederman, 2003; Sadler & Zeidler, 2005; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002). Κάποιες από αυτές τις έρευνες έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες δεν χρησιμοποιούσαν απαραίτητα τις δικιές τους αντιλήψεις αναφορικά με τη Φ.τ.Φ.Ε. όταν λάμβαναν αποφάσεις για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα (βλ. Bell & Lederman, 2003). Παρ' όλα αυτά, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι αν οι μαθητές είχαν εντρυφήσει σε θέματα της Φ.τ.Φ.Ε. τότε υπήρχε η δυνατότητα να βελτιωθούν οι αποφάσεις που λάμβαναν για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα (Bell & Lederman, 2003; Khishfe, 2012; Zeidler et al., 2002). Για παράδειγμα, η έρευνα που διεξήγαγε η Khishfe (2012) παρείχε ορισμένα εμπειρικά στοιχεία για το γεγονός ότι όσο καλύτερη κατανόηση είχαν οι μαθητές αναφορικά με τη Φ.τ.Φ.Ε., τόσο περισσότερο συνειδητοποιημένες αποφάσεις λάμβαναν για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή. Στην έρευνα αυτή οι μαθητές διδάχθηκαν όχι μόνο για τη Φ.τ.Φ.Ε. και την ανταλλαγή επιχειρημάτων, αλλά επίσης βοηθήθηκαν στον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να εφαρμόσουν τις αντιλήψεις τους για τις Φ.Ε. στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Η Khishfe δίδαξε στους μαθητές της τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν να δομήσουν τα επιχειρήματα ή αντεπιχειρήματα, αλλά και τη διαδικασία ανταλλαγής επιχειρημάτων και τις συζητήσεις στις οποίες θα εμπλέκονταν. Εκτός από όλα αυτά, οι μαθητές έμαθαν να προετοιμάζουν άλλα βοηθητικά επιχειρήματα που τυχόν θα τους χρησίμευαν στη συζήτηση.

Με βάση τις προηγούμενες μελέτες αναδεικνύεται η ανάγκη να οριοθετηθεί ακόμη πιο ξεκάθαρα ο σκοπός της ένταξης της Φ.τ.Φ.Ε. στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε.. Στην εργασία αυτή προτείνω δυο συμπληρωματικές και αλληλένδετες δομές που μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να αντιληφθούν το σκοπό της Φ.τ.Φ.Ε. στα προγράμματα σπουδών και σχολικά βιβλία Φ.Ε.. Αυτές οι δομές είναι *η Φ.τ.Φ.Ε. ως εκπαιδευτικό εργαλείο* και *η Φ.τ.Φ.Ε. ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα*. *Η Φ.τ.Φ.Ε. ως εκπαιδευτικό εργαλείο* αναφέρεται στη διδασκαλία του περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. που εστιάζει στην ανάπτυξη της κατανόησης των μαθητών για το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. επειδή το περιεχόμενο καθ' αυτό θεωρείται σημαντικό, δίχως όμως να γίνεται ξεκάθαρος ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές θα μπορούσαν να εφαρμόσουν τις αντιλήψεις για τη Φ.τ.Φ.Ε. σε ποικίλες καταστάσεις της καθημερινής τους ζωής. *Η Φ.τ.Φ.Ε. ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα* αναφέρεται στη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε. που εκλαμβάνει τις αντιλήψεις των μαθητών για τη

Φ.τ.Φ.Ε. ως εργαλείο για την επίτευξη άλλου εκπαιδευτικού σκοπού, δηλαδή την αντιμετώπιση διαφόρων κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων. Κατά συνέπεια, οι δυο αυτές δομές για τη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε. (δηλ. *η Φ.τ.Φ.Ε. ως εκπαιδευτικό εργαλείο* και *η Φ.τ.Φ.Ε. ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα*) χρειάζεται να έχουν τον αντίστοιχο χώρο στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε.. Οι μελλοντικοί πολίτες χρειάζεται να υποστηρίζονται στην (1) ανάπτυξη για την κατανόηση της Φ.τ.Φ.Ε. και (2) εφαρμογή της κατανόησης αυτής μέσα από σαφείς συνδέσεις μεταξύ της κατανόησης της Φ.τ.Φ.Ε. και των αποφάσεων που θα λάμβαναν σε διάφορες περιπτώσεις κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων.

Επιπρόσθετα, η έρευνα της Khishfe (2012) αναδεικνύει την ανάγκη του καθορισμού συγκεκριμένων *κριτηρίων* που οι μαθητές θα πρέπει να διδάσκονται ως μέρος της διδασκαλίας που εστιάζει στην ανταλλαγή επιχειρημάτων. Η σκιαγράφηση των γνώσεων, των ικανοτήτων, αλλά και των άλλων στοιχείων που χρειάζονται για τη δόμηση και την αξιολόγηση ενός επιχειρήματος, όπως επίσης και η κατανόηση για τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν τα στοιχεία αυτά θα ήταν σημαντική συνεισφορά στην πρόοδο της έρευνας στο πεδίο της διδασκαλίας της Φ.τ.Φ.Ε.. Καθώς οι μαθητές διδάσκονται σαφώς τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να εφαρμόσουν τις αντιλήψεις τους για τη Φ.τ.Φ.Ε. στη λήψη αποφάσεων για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα, θα πρέπει επίσης να μάθουν τα κριτήρια καθ' αυτά τα οποία θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν στο σχεδιασμό και στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων.

Οι Jiménez-Aleixandre και Erduran (2008) προτείνουν πέντε δυναμικές συνεισφορές της ανταλλαγής επιχειρημάτων στη διδασκαλία των Φ.Ε. μια εκ των οποίων περιλαμβάνει την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης μεταξύ των μαθητών. Ο Ennis (1989, 1996a) ορίζει την κριτική σκέψη ως τη «λογική αναδραστική σκέψη που εστιάζει στη λήψη αποφάσεων ή στο τι θα πρέπει να αποδεχόμαστε και τι όχι» (1989, σελ. 4). Η σχέση μεταξύ της κριτικής σκέψης και της ανταλλαγής επιχειρημάτων περιγράφεται από τον Ennis (1996a) με τρόπο που να αντιλαμβάνεται την ανταλλαγή επιχειρημάτων ως δευτερεύουσα έννοια ενταγμένη στο ευρύτερο πλαίσιο της κριτικής σκέψης. Για να παρέχουμε μια ουσιαστικότερη εκπαίδευση στους μαθητές αναφορικά με την κριτική σκέψη που να αφορά το *περιεχόμενο* της Φ.τ.Φ.Ε. και τη Φ.τ.Φ.Ε. ως *τρόπου σκέψης*, θα μπορούσαμε να εντάξουμε τις ικανότητες για την ανταλλαγή επιχειρημάτων της έρευνας της Khishfe (2012) στο ευρύτερο πλαίσιο της κριτικής σκέψης. Η ανάπτυξη και η αξιολόγηση ενός επιχειρήματος είναι έννοιες που αναφέρονται στην κριτική σκέψη (Ennis, 1996a) και οι μαθητές θα μπορούσαν να βοηθηθούν στο να μάθουν ακόμη περισσότερες πτυχές της κριτικής σκέψης που θα συνέβαλαν με θετικό τρόπο στη λήψη αποφάσεων για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Ο Ennis (1996a) έχει χρησιμοποιήσει το πλαίσιο της κριτικής σκέψης σε ένα σύνολο εννοιών και έχει επίσης οριοθετήσει αρκετά κριτήρια για κάθε μια από αυτές τις έννοιες. Οι έννοιες και τα κριτήρια που αναφέρονται στην κριτική σκέψη του Ennis (1996a) θα μπορούσαν να είναι πολύτιμα στοιχεία της διδασκαλίας των Φ.Ε. με στόχο την καλλιέργεια και την ανάπτυξη των αντιλήψεών τους για τη Φ.τ.Φ.Ε., καθώς και να εφαρμόζουν τη γνώση για τη Φ.τ.Φ.Ε. που αποκτούν στην καθημερινή τους ζωή. Επιπλέον, τα κριτήρια θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να αντιληφθούν την ανταλλαγή επιχειρημάτων με αναπτυξιακούς όρους καλλιεργώντας μαθησιακά μονοπάτια βασισμένα στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται οι αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες της κριτικής σκέψης.

Υπάρχουν τουλάχιστον δυο καλοί λόγοι που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν την κριτική σκέψη έτσι ώστε να γίνει ένας θεμελιώδης πυλώνας για τη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε. στο σχολικό πλαίσιο. Ο πρώτος λόγος είναι ότι η κριτική σκέψη είναι θεμελιώδες στοιχείο στη διαδικασία λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων (Ennis, 1989, 1996a; Lipman, 2003; Siegel, 1988). Ο δεύτερος λόγος είναι ότι η κριτική σκέψη έχει κάποιες δυνατότητες να βοηθήσει τους μαθητές να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και πιο συγκεκριμένα ποιες όψεις της Φ.τ.Φ.Ε. να χρησιμοποιήσουν και τι είδους αποφάσεις να λάβουν αναφορικά με τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα που πρόκειται να αντιμετωπίσουν στην καθημερινή τους ζωή. Η κριτική σκέψη έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που αν κατανοηθούν και χρησιμοποιηθούν με σωστό τρόπο μπορούν να καταστίσουν τον κριτικά σκεπτόμενο πολίτη ικανό να λαμβάνει σωστά τεκμηριωμένες αποφάσεις για τη ζωή του. Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο θα υποστήριζα ότι *τα κριτήρια* του Lipman (2003), *οι αρχές* του Siegel (1998), και *οι ικανότητες ανάπτυξης κριτικής σκέψης* του Ennis (1996a, 1996b) υιοθετούν εκείνα τα στοιχεία που διασφαλίζουν την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης στους μαθητές. Παρ' όλα αυτά, η ερευνητική δουλειά του Ennis είναι περισσότερο εξειδικευμένη απ' ότι οι άλλες, και από άποψη παιδαγωγικής περισσότερο συγκεκριμένη καθώς εκείνος περιγράφει την κριτική σκέψη με εννοιολογικούς όρους και παρέχει συγκεκριμένους καταλόγους κριτηρίων για αυτές τις έννοιες. Οι σωστά τεκμηριωμένες αποφάσεις αναφορικά με τις όψεις της Φ.τ.Φ.Ε. και οι τεκμηριωμένες κρίσεις για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα χρειάζονται μια ουσιαστική κατανόηση αυτών των εννοιών και κριτηρίων, όπως επίσης την εφαρμογή της γνώσης αυτής στη λήψη σημαντικών αποφάσεων στην καθημερινή ζωή. Οι μελλοντικοί πολίτες θεωρείται σημαντικό να έχουν ευκαιρίες να αναπτύξουν προσωπικές αντιλήψεις για θέματα της Φ.τ.Φ.Ε. και να τις εφαρμόσουν στην καθημερινή τους πρακτική. Στην κατεύθυνση αυτή θα υπήρχε μεγαλύτερο νόημα οι μαθητές να έχουν εκείνες τις κατάλληλες μαθησιακές ευκαιρίες ώστε να εξετάζουν αυτά τα κριτήρια και αυτές τις πρακτικές χρησιμοποιώντας τες στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σε σχέση με τις αντιλήψεις τους για τη Φ.τ.Φ.Ε., αλλά και διαφόρων κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων.

Η πρότασή μου να θεωρούμε την κριτική σκέψη ως θεμελιώδη πυλώνα της Φ.τ.Φ.Ε. μέσα στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. θα έφερνε την κριτική σκέψη στο προσκήνιο της διδασκαλίας των Φ.Ε., μετακινώντας το

περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. σε δεύτερο φόντο. Γενικότερα υποστηρίζω την ιδέα ότι η εστίαση θα πρέπει να μετακινηθεί από την επαρκή κατανόηση της Φ.τ.Φ.Ε. μεταξύ των μαθητών, στη *διαδικασία* όπου οι μαθητές υποστηρίζονται (1) στην εφαρμογή τεκμηριωμένων κρίσεων αναφορικά με τις όψεις της Φ.τ.Φ.Ε. που θα πρέπει να αποκτήσουν (ή τουλάχιστον σε ένα μικρό επίπεδο να αναπτύξουν) *μια νοοτροπία* έτσι ώστε κάποια στιγμή μελλοντικά να αποκτήσουν τις ικανότητες να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για το ποιες όψεις της Φ.τ.Φ.Ε. θα πρέπει να χρησιμοποιούν, και (2) στην εξάσκηση λήψης αποφάσεων για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα.

Στο τμήμα της εργασίας που ακολουθεί θα παρουσιάσω ένα θεωρητικό μοντέλο για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που άπτονται της Φ.τ.Φ.Ε. μέσα στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε.. Το θεωρητικό αυτό μοντέλο το ονομάζω «μοντέλο CT-NOS» και μέσα από αυτό προσπαθώ να απαντήσω σε όλες τις πτυχές που αναπτύχθηκαν νωρίτερα στην εργασία. Το θεωρητικό μοντέλο αντιμετωπίζει τη Φ.τ.Φ.Ε. ταυτόχρονα ως εκπαιδευτικό εργαλείο και ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Επιπλέον, υιοθετεί την κριτική σκέψη ως θεμελιώδη πυλώνα για τη Φ.τ.Φ.Ε.. Στα επόμενα μέρη της εργασίας θα περιγράψω τα χαρακτηριστικά αυτού του μοντέλου και θα παρουσιάσω τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να εφαρμοστεί μέσα από ένα διδακτικό παράδειγμα.

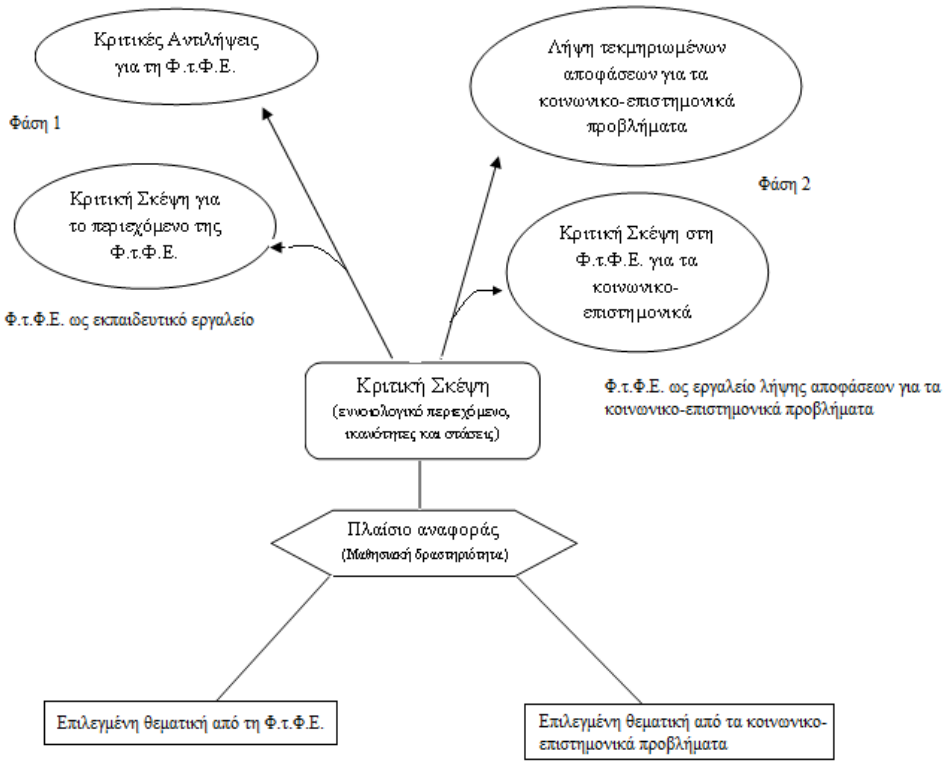
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CT-NOS

Σε αυτό τμήμα της εργασίας θα διαπραγματευτώ το θεωρητικό μοντέλο CT-NOS[4] περιγράφοντας το κάθε ένα από τα στοιχεία του μοντέλου αυτού. Όταν αναφέρομαι στη χρήση του μοντέλου CT-NOS στη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε., εστιάζω το ερευνητικό μου ενδιαφέρον στη μάθηση. Αυτή είναι μια προειλημμένη απόφαση που θα πρέπει να ειπωθεί εξαρχής. Μια τέτοια προσέγγιση δεν σκοπεύει να ελαχιστοποιήσει το ρόλο των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φ.Ε ή των σχολικών βιβλίων Φ.Ε. ή των προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε.. Οι θεωρητικές ιδέες που δομούν τη βάση του μοντέλου CT-NOS θα μπορούσαν να γενικευθούν στο ευρύ φάσμα των χαρακτηριστικών και των διαδικασιών της εκπαίδευσης όπως είναι τα προγράμματα σπουδών, τα σχολικά βιβλία, οι διδακτικές στρατηγικές και οι μαθησιακές διαδικασίες, για να ονομάσω μερικά. Κάποιος θα μπορούσε να αναπτύξει υποεπίπεδα στο μοντέλο αυτό που θα εστίαζαν στο ρόλο του εκπαιδευτικού, στα μαθησιακά περιβάλλοντα, στην αξιολόγηση κ.ο.κ. και να τα υπερκαλύψει μέσα από το μοντέλο CT-NOS, κάτι βέβαια που ξεπερνά το σκοπό της παρούσας εργασίας.

Το Σχήμα 1 περιγράφει τα στοιχεία του μοντέλου CT-NOS. Ένα πλαίσιο αναφοράς μέσα από τη μορφή της μαθησιακής δραστηριότητας αντανακλά ένα συγκεκριμένο θέμα από τη Φ.τ.Φ.Ε. και τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Το πλαίσιο αναφοράς αποτελεί τη βάση πάνω στην οποίο οι μαθητές καλούνται να σκεφτούν κριτικά για το *περιεχόμενο* της Φ.τ.Φ.Ε. και για τη Φ.τ.Φ.Ε. ως *τρόπου σκέψης*. Η γνώση που αναφέρεται στην κριτική σκέψη, αλλά και οι ικανότητες και οι στάσεις καθορίζουν τα ίδια τα εργαλεία που οι μαθητές χρησιμοποιούν στην προσπάθειά τους να αποκτήσουν ανάλογη μαθησιακή εμπειρία. Το μοντέλο διακλαδίζεται σε δυο σημεία τα οποία αποφέρουν δυο σύνολα μεγάλων αποτελεσμάτων (αναπαριστούνται με κυκλικά σχήματα στο Σχήμα 1). Το πρώτο σύνολο των αποτελεσμάτων προέρχεται από τη συμμετοχή στις διεργασίες της κριτικής σκέψης σχετικά με στοιχεία της Φ.τ.Φ.Ε. (δηλαδή η Φ.τ.Φ.Ε. ως εκπαιδευτικό εργαλείο). Τα αποτελέσματα αυτά είναι (1) ανάπτυξη της κατανόησης της Φ.τ.Φ.Ε. και (2) ανάπτυξη κριτικής σκέψης σχετικά με τη Φ.τ.Φ.Ε.. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το δεύτερο σημείο είναι ταυτόχρονα αποτέλεσμα και διαδικασία. Η κατανόηση της Φ.τ.Φ.Ε. είναι αυτή που προέρχεται ως αποτέλεσμα της ενασχόλησης με την κριτική σκέψη για το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε.. Ένα άτομο που θα έχει αποκτήσει κριτικές αντιλήψεις για τη Φ.τ.Φ.Ε. θα είναι ικανό να υποστηρίξει αυτές τις αντιλήψεις ως αποτέλεσμα της δικιάς τους κριτικής σκέψης σχετικά με το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε.. Οι κριτικές αντιλήψεις για τη Φ.τ.Φ.Ε. θα μπορούσαν να αντιπαραβληθούν με τις αντιλήψεις για τη Φ.τ.Φ.Ε. που υιοθετούνται μέσα από νοητικές διεργασίες που δεν σχετίζονται με την κριτική σκέψη.

Το δεύτερο σύνολο των αποτελεσμάτων προέρχεται από την ενασχόληση των μαθητών με τη Φ.τ.Φ.Ε. ως τρόπου σκέψης (δηλαδή η Φ.τ.Φ.Ε. αντιμετωπίζεται ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα). Αυτά τα αποτελέσματα είναι (3) η λήψη αποφάσεων για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα και (4) η κριτική σκέψη για την εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή. Να το επαναλάβω ακόμη μια φορά ότι η κριτική σκέψη για την εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή είναι ταυτόχρονα μια διαδικασία και ένα αποτέλεσμα. Οι δυο κλάδοι του μοντέλου συνδέονται μεταξύ τους. Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις κριτικές αντιλήψεις τους για την εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή που αναπτύσσουν στο πρώτο τμήμα του μοντέλου για να ασχοληθούν με τη διαδικασία της κριτικής σκέψης για την εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή. Στις επόμενες παραγράφους αναφέρομαι στο κάθε ένα στοιχείο του μοντέλου CT-NOS αναλυτικά.

[4] Σ.τ.Μ.: Το CT-NOS ως αρκτικόλεξο προκύπτει από τις αγγλικές λέξεις Critical Thinking – Nature of Science.



Σχήμα 1: Προτεινόμενο μοντέλο CT-NOS

Πλαίσιο αναφοράς. Το πλαίσιο αναφοράς σε μια μαθησιακή δραστηριότητα υποστηρίζει την απαραίτητη δομή πάνω στην οποία μια συζήτηση αναφορικά με τη Φ.τ.Φ.Ε. και τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα θα ξεκινήσει. Το πλαίσιο αναφοράς παρέχει τα απαραίτητα στοιχεία που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές όταν σκέφτονται κριτικά σχετικά με το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. και της Φ.τ.Φ.Ε. ως εργαλείο εφαρμογής της γνώσης στα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Όσον αφορά την ανάπτυξη κριτικών αντιλήψεων για τη Φ.τ.Φ.Ε., ο Abd-El-Khalick (2012a) έχει προσδιορίσει τουλάχιστον εφτά πλαίσια τα οποία χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές στο χώρο της διδακτικής των Φ.Ε. για να σχεδιάσουν σαφείς αναδραστικές παρεμβάσεις στα πλαίσια της Φ.τ.Φ.Ε.. Αυτά τα πλαίσια είναι: (1) ιστορικές μελέτες περιπτώσεων, (2) αυθεντική επιστημονική πρακτική, (3) πλαίσια διερευνητικής μάθησης, (4) επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών, (5) μάθηση ως εννοιολογική αλλαγή, (6) ανταλλαγή επιχειρημάτων και (7) μετα-γνωστικές στρατηγικές. Με όρους που αναφέρονται στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα, οι Zeidler and Nichols (2009) υποστηρίζουν ότι το διαδίκτυο και οι θεματικά θεμελιωμένες μαθησιακές δραστηριότητες αποτελούν πηγές που μπορούν να δημιουργήσουν πλαίσια που μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να έρθουν σε επαφή με ποικίλες προοπτικές αναφορικά με διάφορες σύγχρονες επιστημονικές αναφορές και ισχυρισμούς. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι το μοντέλο CT-NOS συμβάλλει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης στους μαθητές για το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. και για την εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή, το πλαίσιο αναφοράς θα πρέπει να ενσωματώσει ταυτόχρονα, στοιχεία που να υποστηρίζουν τους μαθητές στην ανάπτυξη προσωπικών αντιλήψεων για τη Φ.τ.Φ.Ε., καθώς και στην ενασχόλησής τους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων αναφορικά με τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα.

Εννοιολογικό περιεχόμενο, ικανότητες και στάσεις στα πλαίσια της κριτικής σκέψης. Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν την ευκαιρία να εξασκήσουν τη λήψη αποφάσεων σχετικά με το ποιες αντιλήψεις για τη Φ.τ.Φ.Ε. να υιοθετήσουν και ποιες αποφάσεις θα πρέπει να πάρουν για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Για αυτό θεωρείται σημαντικό οι μαθητές να μάθουν *πώς* μπορούν να συμμετέχουν σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων για ανάλογα ζητήματα. Αυτή η προσέγγιση σε καμιά περίπτωση δεν τείνει να περιορίσει τη μαθησιακή διαδικασία σε μια τεχνική εφαρμογή τύπου «παροχής οδηγιών» για τη διδασκαλία. Το *πώς* στο πλαίσιο αυτό σχετίζεται με την παροχή ευκαιριών στους μαθητές να εμπλακούν σε διαδικασίες ανάπτυξης κριτικής σκέψης. Η κριτική σκέψη χρησιμοποιείται από εκείνους που ασχολούνται με τις φιλοσοφικές προεκτάσεις των θεμάτων της Φ.τ.Φ.Ε. στα πλαίσια των συζητήσεων για την παραγωγή ουσιαστικού περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε.. Για το λόγο αυτό η γεφύρωση της κριτικής σκέψης με τη Φ.τ.Φ.Ε. στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φ.Ε. στο σχολικό πλαίσιο προωθεί μια περισσότερο αυθεντική εικόνα του περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. και τη διαδικασία με την οποία αυτό το περιεχόμενο αναπτύσσεται. Συνεπώς, η κριτική σκέψη είναι ένα συγκεκριμένο είδος έρευνας στην οποία οι μαθητές συμμετέχουν σε ανάλογες μαθησιακές διαδικασίες με

σκοπό να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένοι στις αντιλήψεις τους για τη Φ.τ.Φ.Ε. και τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα.

Ο Ennis (1996a) διεισδύει στις έννοιες της κριτικής σκέψης και περιγράφει κάθε έννοια με σκοπό να σκιαγραφήσει το τι σημαίνει κριτική σκέψη. Αυτές οι έννοιες δομούν τη γνωσιακή βάση των ικανοτήτων και των στάσεων που αναδεικνύει τη σημασία της κριτικής σκέψης. Ο Siegel (1988) χαρακτηρίζει την ερευνητική δουλειά του Ennis για την κριτική σκέψη ως «ουσιωδώς σημαντική, πρωτοποριακή και βασική για την έρευνα στο πεδίο αυτό» (1988, σελ. 10). Επιπλέον, υποστηρίζει ότι ο κατάλογος που ανάπτυξε ο Ennis για την κριτική σκέψη είναι «ο πιο λεπτομερής, σύνθετος και χρήσιμος» (1988, σελ. 10). Από την παιδαγωγική σκοπιά, ο κατάλογος των εννοιών και των κριτηρίων για τις έννοιες αυτές είναι σημαντικός δεδομένου ότι παρέχει ένα πρακτικό σημείο έναρξης για το μοντέλο CT-NOS. Οι διευρυμένες και συγκεκριμένες έννοιες που αναδεικνύονται στο έργο του Ennis (1) προάγουν ένα πλαίσιο για την ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε., (2) διευκολύνουν συζητήσεις σε βάθος σχετικά με το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. και την εφαρμογή της γνώσης αυτής στην καθημερινή ζωή και (3) προωθούν την ανάπτυξη μαθησιακών στρατηγικών για τη Φ.τ.Φ.Ε. στα πλαίσια της διδασκαλίας των Φ.Ε. στο σχολείο.

Κριτική σκέψη σχετικά με το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε.. Στη φάση αυτή ο τελικός στόχος είναι οι μαθητές να μάθουν να σκέφτονται κριτικά σχετικά με το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. έτσι ώστε να αναπτύξουν κάποιου είδους αντιλήψεις για τη Φ.τ.Φ.Ε. (η Φ.τ.Φ.Ε. ως εκπαιδευτικό εργαλείο). Ένας συνδυασμός εννοιολογικού περιεχομένου, στάσεων, ικανοτήτων που προτείνονται από τον Ennis θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη φάση αυτή σε συνάρτηση με τις μαθησιακές δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές συμμετέχουν. Αφού οι μαθητές συμμετάσχουν στις δραστηριότητες, καλούνται να σκεφτούν κριτικά για ένα επιλεγμένο θέμα που σχετίζεται με τη Φ.τ.Φ.Ε.. Η προσδοκία είναι ότι ως αποτέλεσμα οι μαθητές θα αναπτύξουν (1) ικανότητες κριτικής σκέψης, στάσεις καθώς και γνώσεις περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. και (2) συναφείς αντιλήψεις για την εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή.

Κριτική σκέψη για την εφαρμογή της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή. Στη φάση αυτή ο τελικός σκοπός είναι οι μαθητές να σκεφτούν κριτικά σχετικά με τη γνώση περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή που έχουν αναπτύξει στο προηγούμενο στάδιο και να λαμβάνουν αποφάσεις για κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα στην καθημερινή τους ζωή. Ένας συνδυασμός εννοιών, στάσεων, ικανοτήτων που προτείνονται από τον Ennis θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη φάση αυτή σε συνάρτηση με τις μαθησιακές δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές συμμετέχουν. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές αναπτύσσουν (1) ικανότητες κριτικής σκέψης, στάσεις και γνώσεις που αναφέρονται στη Φ.τ.Φ.Ε., (2) την ικανότητα να χρησιμοποιούν τις αντιλήψεις τους για τη Φ.τ.Φ.Ε. στη διαδικασία κατά την οποία λαμβάνουν αποφάσεις για κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα που διαπραγματεύονται και (3) τη γνώση που αναφέρεται στα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα αυτή καθ' αυτή.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ CT-NOS ΜΕΣΩ ΕΝΟΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας παρουσιάζω ένα διδακτικό παράδειγμα για την εφαρμογή του μοντέλου CT-NOS. Στο διδακτικό παράδειγμα ζητήθηκε από τους μαθητές ενός λυκείου στο μάθημα Φ.Ε. να λάβουν αποφάσεις για ένα κοινωνικο-επιστημονικό πρόβλημα:

Ερ.: Θα πρέπει η χρήση των κινητών τηλεφώνων να ρυθμίζεται από νόμους και κανόνες;

Η «Ερ.» αυτή μπορεί να διερευνηθεί από την οπτική της Φ.τ.Φ.Ε., όπως επίσης από την πολιτική, την αισθητική ή την ηθική οπτική, αλλά και από την άποψη της δημόσιας υγείας ή άλλων πλαισίων. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να υποστηρίξει τους μαθητές να συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα από πολλές προοπτικές λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ποικίλες προοπτικές θα μπορούσαν να είναι πολύτιμες έτσι ώστε κάποια στιγμή κάποιος να μάθει να χρησιμοποιεί το συνδυασμό αυτών των προοπτικών όταν λαμβάνει αποφάσεις για κάποια θέματα που τον αφορούν. Παρ' όλα αυτά, στην εργασία αυτή οριοθετώ τη συζήτησή μου στην οπτική της Φ.τ.Φ.Ε.. Επιπλέον, θεωρώ ότι ο εκπαιδευτικός δεν μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν σε βάθος αντιλήψεις όλων των οπτικών ταυτόχρονα. Είναι θέμα επιλογής για το ποιες οπτικές θα εστιασθούν περισσότερο στη συζήτηση σε ένα συγκεκριμένο θέμα κάθε φορά, παρά το γεγονός ότι μπορεί να υπάρχει χώρος για την ενσωμάτωση διαφορετικών οπτικών.

Ως πρώτο βήμα, χρειάζεται να παρέχουμε το πλαίσιο αναφοράς για την «Ερ.» που τέθηκε έτσι ώστε να εστιάσουμε τη συζήτηση. Ας υποθέσουμε ότι αποφασίζουμε να εστιάσουμε τη συζήτησης της «Ερ.» στη σχέση μεταξύ της μακροχρόνιας χρήσης του κινητού τηλεφώνου και του κινδύνου ανάπτυξης όγκου στον εγκέφαλο. Ο σκοπός του πλαισίου αναφοράς είναι να δημιουργήσουμε μια πλατφόρμα έτσι ώστε οι συζητήσεις σχετικά με το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. και της εφαρμογής της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή να περιστρέφονται γύρω από μια συγκεκριμένη κατάσταση.

Για να μπορέσουν οι μαθητές να εκτιμήσουν την πολυπλοκότητα των θεμάτων χρειάζεται να εκτεθούν σε ποικίλες απόψεις που αφορούν στο υπό συζήτηση θέμα. Για παράδειγμα, οι μαθητές θα μπορούσαν να παροτρυνθούν να διαβάσουν αντιθετικές αναφορές σχετικά με τη σχέση της μακροχρόνιας χρήσης των κινητών τηλεφώνων και του κινδύνου ανάπτυξης όγκου στον εγκέφαλο.

Επιπλέον, οι μαθητές που συμμετέχουν στη διερεύνηση της «Ερ.» θα μπορούσαν να εστιάσουν στις ακόλουθες υπο-ερωτήσεις που σχετίζονται με τη Φ.τ.Φ.Ε.:

Ερ$_2$: Τα στοιχεία που έχουμε συγκεντρώσει μέχρι ποιο βαθμό αναδεικνύουν τη σχέση της μακροχρόνιας χρήσης των κινητών τηλεφώνων και του κινδύνου ανάπτυξης όγκου στον εγκέφαλο;

Οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιούν τις αντιλήψεις τους για τη Φ.τ.Φ.Ε. για να συμμετέχουν σε μια ουσιαστική συζήτηση, αλλά και να απαντήσουν στην «Ερ$_2$». Συγκεκριμένα, οι μαθητές χρειάζεται να χρησιμοποιούν τις αντιλήψεις τους για τον όρο *«σχέση»*. Σε αυτό το στάδιο, από τους μαθητές ζητείται να ασχοληθούν με τη λήψη αποφάσεων για την *εφαρμογή* της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή. Με άλλα λόγια, από τους μαθητές ζητείται να *χρησιμοποιήσουν* τις αντιλήψεις τους για τη Φ.τ.Φ.Ε. για να λάβουν αποφάσεις για διάφορα ζητήματα. Από τη στιγμή που οι μαθητές δομήσουν την απάντησή τους για την «Ερ$_2$» θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις απαντήσεις για να συζητήσουν τη βασική «Ερ.».

Παρ' όλα αυτά, οι μαθητές για να μπορέσουν να δομήσουν τις θέσεις τους για την «Ερ$_2$» θα πρέπει να τους δοθούν ευκαιρίες να αναλύσουν και να αξιολογήσουν τι σημαίνει ο όρος *«σχέση»* στο αυτό το πλαίσιο και τι σημασία έχει. Αυτός είναι ένας ουσιώδης όρος γύρω από τη φιλοσοφική συζήτηση *σχετικά με* το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. που μπορεί να αναπτυχθεί. Συνεπώς, για να μπορέσουν οι μαθητές να απαντήσουν τεκμηριωμένα στην ερώτηση «Ερ$_2$» θα πρέπει να σκεφτούν από την πρώτη στιγμή μια περισσότερο θεμελιώδη ερώτηση. Αυτή η ερώτηση θα μπορούσε να είναι όπως η ακόλουθη:

Ερ$_1$: Σε ποιες περιπτώσεις η ύπαρξη αιτιακού συμπεράσματος μεταξύ των μεταβλητών θα μπορούσε να είναι σημαντική;

Θα πρέπει να σημειώσω ότι στην «Ερ$_1$» δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη αντιλήψεων για τα αιτιατά συμπεράσματα. Ως εκ τούτου η «Ερ$_1$» δίνει έμφαση στη Φ.τ.Φ.Ε. ως εκπαιδευτικού *εργαλείου* όπου οι μαθητές ενθαρρύνονται να λαμβάνουν αποφάσεις *σχετικά* με το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε..

Συνοψίζοντας, όταν οι μαθητές έχουν αναπτύξει τις αντιλήψεις για τα αιτιατά συμπεράσματα («Ερ$_1$») μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις αντιλήψεις αυτές για να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με την «Ερ$_2$» που με τη σειρά της θα βοηθήσει τους μαθητές να απαντήσουν στη βασική «Ερ.» που έχει τεθεί.

Τοποθετώντας την «Ερ$_1$» και την «Ερ$_2$» στο ευρύτερο πλαίσιο του Ennis για την κριτική σκέψη. Οι ερευνητικές μελέτες που διερευνούν τη σχέση μεταξύ της μακροχρόνιας χρήσης των κινητών τηλεφώνων και του κινδύνου ανάπτυξης όγκου στον εγκέφαλο είναι συνήθως από τη φύση τους επιδημιολογικές και πολλές από αυτές είναι σχεδιασμένες ως μελέτες περιπτώσεων ασθενών. Πειραματικές μελέτες που να γίνονται στους ανθρώπους είναι σπάνιες. Η «Ερ$_1$» είναι δομημένη με τέτοιο τρόπο ώστε οι μαθητές να μπορούν να αναπτύξουν τις δικιές τους αντιλήψεις για τα αιτιατά συμπεράσματα. Ο Ennis (1996a) ορίζει τα αιτιατά συμπεράσματα ως ένα απεριόριστο αριθμό πιθανών ακολουθιών για ένα συγκεκριμένο τύπο πράγματος που αιτιάται ένα άλλο συγκεκριμένο είδος πράγματος. Ο Ennis παρέχει έναν κατάλογο από κριτήρια που επεξεργάζεται τρόπους με τους οποίους κάποιος θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει στην αξιολόγηση αιτιατών συμπερασμάτων. Αυτά τα κριτήρια μπορούν να είναι βοηθητικά έτσι ώστε οι μαθητές να λαμβάνουν αποφάσεις σχετιζόμενες με την «Ερ$_1$». Ο Ennis αναφέρει ότι η υποστήριξη του αιτιατού συμπεράσματος είναι βασισμένη στη διαδικασία να ικανοποιούν εφτά κριτήρια. Αυτά τα εφτά κριτήρια είναι: (1) η ύπαρξη ενός αιτίου ως παράδειγμα για το συμπέρασμα, (2) η αντιπροσωπευτικότητα του παραδείγματος, (3) η ύπαρξη ενός συνόλου παραδειγμάτων στις περιπτώσεις που τα υποστηριζόμενα αίτια συνδέονται με περιπτώσεις του υποστηριζόμενου αποτελέσματος, (4) η σκόπιμη εισαγωγή από τη μεριά του ερευνητή της ανεξάρτητης μεταβλητής, (5) η αξιοπιστία της αλυσίδας αιτιατών συμπερασμάτων, (6) ο υπολογισμός του αιτιατού συμπεράσματος από ένα σύνολο μερικών ή περισσότερων αιτιατών συμπερασμάτων ή αρχών και (7) ο ισχυρισμός του αιτιατού συμπεράσματος από αξιόπιστη πηγή.

Αυτά τα κριτήρια θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια γνωσιακή βάση για τη μάθηση σχετικά με τα αιτιατά συμπεράσματα. Παρ' όλα αυτά, η απλή γνώση αυτών των κριτηρίων δε σημαίνει ότι οι μαθητές είναι ικανοί να εφαρμόσουν αυτά τα κριτήρια αποτελεσματικά σε οποιαδήποτε συνθήκη και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή. Οι μαθητές θα πρέπει να εκπαιδευτούν στην εφαρμογή αυτών των κριτηρίων σε διαφορετικές καταστάσεις και να τις εφαρμόζουν αποτελεσματικά. Ο ίδιος ο Ennis αναγνωρίζει ότι τα κριτήρια που αναφέρθηκαν νωρίτερα είναι «χαλαρά κριτήρια» (1996, σελ. 252) και ότι «οι τεκμηριωμένες κρίσεις, η γνώση για το πλαίσιο αναφοράς των γεγονότων που εξυπηρετούν το λόγο και τον αντίλογο, αλλά και η ευαισθητοποίηση στην κατάσταση είναι απαραίτητα στοιχεία στην εφαρμογή αυτών των κριτηρίων» (1996, σελ. 252). Η εφαρμογή αυτών των κριτηρίων απαιτεί μια ικανότητα που αναπτύσσεται με το πέρασμα των χρόνων. Όπως έχω τονίσει νωρίτερα στην εργασία αυτή, υπάρχει η ανάγκη οι μαθητές να συμμετέχουν σε καταστάσεις όπου να μπορούν να *εξασκήσουν* τη λήψη αποφάσεων με βάση τις αντιλήψεις τους για τη Φ.τ.Φ.Ε. και να *εξασκήσουν* τη χρήση των αντιλήψεών τους για να λαμβάνουν αποφάσεις για διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα.

Από τη στιγμή που οι μαθητές έχουν σκεφθεί για τα αιτιατά συμπεράσματα, βρίσκονται σε καλύτερη θέση και περισσότερο ικανοί να σκεφτούν την «Ερ$_2$». Στο σημείο αυτό βοηθούνται να χρησιμοποιήσουν τις αντιλήψεις τους για τις αιτιατές σχέσεις έτσι ώστε να αξιολογούν το εύρος στο οποίο ένα στοιχείο υποστηρίζει μια σχέση μεταξύ της μακροχρόνιας χρήσης του κινητού τηλεφώνου και του κινδύνου ανάπτυξης όγκου στον εγκέφαλο. Αυτό μπορεί να απαιτεί βέβαια οι μαθητές να αναλύουν τις μελέτες που σχετίζονται με τη

μακροχρόνια χρήση των κινητών τηλεφώνων και του κινδύνου ανάπτυξης όγκου στον εγκέφαλο με σκοπό να αναπτύξουν μια αντίληψη για το πλαίσιο αναφοράς και μετά να εφαρμόσουν αυτή την αντίληψη του αιτιατού συμπεράσματος σε ένα νέο πλαίσιο. Στην κατεύθυνση αυτή, οι μαθητές μπορούν να υποστηριχθούν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων με σκοπό να υπερασπιστούν την τεκμηριωμένη θέση τους αναφορικά με τη βασική «Ερ.».

ΜΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CT-NOS

Παρά το γεγονός της ένταξης των ιδεών που αφορούν τη Φ.τ.Φ.Ε. στις παιδαγωγικές προθέσεις των προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε., δεν υπάρχει παιδαγωγικό περιεχόμενο για τη Φ.τ.Φ.Ε. που να υιοθετούνται στα προγράμματα σπουδών Φ.Ε.. Πολλοί εκπαιδευτικοί εστιάζουν σε ανάλογες ιδέες των Φ.Ε. σε όλα τα επίπεδα (δημοτικό, γυμνάσιο, λύκειο) της εκπαίδευσης, αλλά και πολλά προγράμματα μετεκπαίδευσης εκπαιδευτικών υιοθετούν τέτοιες πρακτικές. Συνδυασμοί ανάλογων ιδεών αναφορικά με τη Φ.τ.Φ.Ε. χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία Φ.Ε. στο γυμνάσιο (βλ. για παράδειγμα Yacoubian & BouJaoude, 2010), στο λύκειο (Bell, Blair, Crawford, & Lederman, 2003), στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών Φ.Ε. (Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004) και στην μετεκπαίδευση εκπαιδευτικών Φ.Ε. (Akerson & Hanuscin, 2007). Ο Abd-El-Khalick (2012b) υποστήριξε ότι θα πρέπει να παραμείνει η εστίαση στις γενικές πτυχές της Φ.τ.Φ.Ε. (όπως για παράδειγμα είναι οι αβέβαιες, εμπειρικές και υποκειμενικές πτυχές) αλλά θα πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι αυτές οι πτυχές θα εισάγονται «σε βάθος σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης των μαθητών από το δημοτικό σχολείο μέχρι το πανεπιστήμιο και τα προγράμματα μετεκπαίδευσης εκπαιδευτικών Φ.Ε.» (σελ. 1047). Ο Abd-El-Khalick θέλει να διασφαλίσει μια αναπτυξιακή προσέγγιση για τις γενικές πτυχές της Φ.τ.Φ.Ε. σε μια σπειροειδή μορφή όπου οι πτυχές αυτές αναπτύσσονται από τις πιο απλές μορφές τους, τις γενικές, τις εύκολα κατανοητές, στις πιο σύνθετες, ειδικές και περισσότερο αμφιλεγόμενες.

Συνεπώς, ένας λόγος για την έλλειψη ερευνητικών μελετών που θεμελιώνουν τη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε. σε ένα ουσιαστικό επίπεδο μπορεί να σχετίζεται με τη δυσκολία στον καθορισμό του τι θα μπορούσε να μετρήσει ως *«σύνθετες»* και *«ειδικές»* αντιλήψεις της Φ.τ.Φ.Ε. για να χρησιμοποιήσω τα ίδια τα λόγια του Abd-El-Khalick (2012b). Σίγουρα θα ήταν δύσκολο να βρεθεί μια συμφωνία σε ποιανού την εκδοχή ή τις εκδοχές της Φ.τ.Φ.Ε. θα μπορούσαν να θεωρηθούν *«σύνθετες»* και *«ειδικές»* αντιλήψεις της Φ.τ.Φ.Ε., εκτός και εάν ο προβολέας μετακινηθεί από το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. και εστιάσει στη διαδικασία της κριτικής σκέψης. Τοποθετώντας την εστίαση στη διαδικασία της κριτικής σκέψης θα απαιτούσε την ανάπτυξη ενός δυναμικού πλαισίου για τη χρήση της κριτικής σκέψης ως μια ενότητα εξέλιξης για τη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε.. Το μοντέλο CT-NOS έχει τη δυνατότητα να βρίσκεται σε ένα δυναμικό πλαίσιο επειδή έχει την κριτική σκέψη ως θεμελιώδη πυλώνα. Κάποιος μπορεί να σκεφτεί για το δυναμικό μοντέλο της μάθησης στα πλαίσια της Φ.τ.Φ.Ε. με συμμετοχικούς όρους στην κριτική σκέψη. Αυτό φαίνεται να είναι ένα πιθανό μονοπάτι που μπορούμε να ακολουθήσουμε ειδικά όταν έχουμε ήδη ορισμένα στοιχεία για μια αναπτυξιακή φύση της κριτικής σκέψης (βλ. για παράδειγμα, Duschl, Schweingruber, & Shouse 2007; Keating 1988; King & Kitchener 1994; Kuhn 1999; Nicoll 1996).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το θεωρητικό μοντέλο για την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και της Φ.τ.Φ.Ε. (μοντέλο CT-NOS) που παρουσιάστηκε στην εργασία αυτή (1) ερμηνεύει και αναδεικνύει τη Φ.τ.Φ.Ε. ταυτόχρονα ως εκπαιδευτικό εργαλείο και ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα, (2) έχει την κριτική σκέψη ως θεμελιώδη πυλώνα και (3) παρέχει τη δυνατότητα της δημιουργίας ενός δυναμικού μοντέλου για τη μάθηση της Φ.τ.Φ.Ε. χρησιμοποιώντας την κριτική σκέψη ως μια εξελισσόμενη ενότητα. Στην εργασία αυτή παρουσίασα μια θεωρητική βάση για το μοντέλο CT-NOS και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να λειτουργήσει μέσα από ένα διδακτικό παράδειγμα. Το μοντέλο CT-NOS αναδεικνύει τη σημασία της κριτικής σκέψης στο προσκήνιο της ένταξης της Φ.τ.Φ.Ε. στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε.. Υποστήριξα ότι η διδασκαλία των Φ.Ε. στο σχολείο χρειάζεται να παρέχει ευκαιρίες στους μελλοντικούς πολίτες έτσι ώστε να εξασκήσουν την κριτική σκέψη *σχετικά με* το περιεχόμενο της Φ.τ.Φ.Ε. και για την *εφαρμογή* της γνώσης περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή. Δανειζόμενος το θεωρητικό μοντέλο για την κριτική σκέψη του Ennis (1996a), παρουσίασα τον τρόπο με τον οποίο το μοντέλο CT-NOS επιτυγχάνει αυτό το σκοπό. Τελικά, υποστήριξα ότι η δυνατότητα μιας δυναμικής τροχιάς για τη διδασκαλία της Φ.τ.Φ.Ε. πρέπει να έχει την κριτική σκέψη ως μια βασική εξελισσόμενη ενότητα και όχι να εστιάζει στη διδασκαλία ενός ουσιαστικού περιεχομένου της Φ.τ.Φ.Ε..

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναστάσιο Σιάτρα που μετάφρασε και απόδωσε στα ελληνικά την εργασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abd-El-Khalick, F. (2012a). Examining the sources for our understandings about science: Enduring conflations and critical issues in research on nature of science in science education. International Journal of Science Education, 34, 353-374. doi: 10.1080/09500693.2011.629013

2. Abd-El-Khalick, F. (2012b). Nature of science in science education: Towards a coherent framework for synergistic research and development. In B.J. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1041-1060). New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-9041-7_69
3. 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, 37,* 1057-1095. doi: 10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C
4. Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 37,* 295-317. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(200004)37:4<295::AID-TEA2>3.0.CO;2-2
5. Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Narguand-Joshi, V., & Weiland, I. S. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in early childhood years. *Journal of Science Education and Technology, 20,* 537-549. doi: 10.1007/s10956-011-9312-5
6. Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching, 44,* 653-680. doi: 10.1002/tea.20159
7. American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report*. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science.
8. Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it! Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 40,* 487-509. doi: 10.1002/tea.10086
9. Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education, 87,* 352-377. doi: 10.1002/sce.10063
10. Bybee, R., & DeBoer, G. E. (1994). Research on goals for the science curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 357-387). New York: Macmillan.
11. Council of Ministers of Education, Canada (CMEC). (1997). Common Framework of Science Learning Outcomes: Pan-Canadian Protocol for Collaboration on School Curriculum (Toronto: Council of Ministers of Education, Canada). Accessed online at http://publications.cmec.ca/science/framework/
12. Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Philadelphia: Open University Press.
13. Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, National Research Council. Washington, DC: National Academies Press.
14. Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher, 18,* 4-10. doi: 10.3102/0013189X018003004
15. Ennis, R. H. (1996a). *Critical Thinking.* NJ: Prentice Hall.
16. Ennis, R.H. (1996b). Critical thinking dispositions: Their nature and assessability. *Informal Logic, 18,* 165-182.
17. European Commission (1995). Teaching and learning: Towards the learning society. White paper on education and training [COM (95) 590]. Brussels: European Commission.
18. Holman, J. (1997). The national curriculum: A golden opportunity for scientific literacy. In W. Graber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literary: An international symposium* (pp. 275-285). Kiel, Germany, Institut fur die Padagogik der Naturwissebschaften.
19. Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-6670-2
20. Keating, D. P. (1988). *Adolescents' ability to engage in critical thinking*. [S.l.]: Distributed by ERIC Clearinghouse.
21. Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 45,* 470-496. doi: 10.1002/tea.20230
22. Khishfe, R. (2012). Nature of science and decision-making. *International Journal of Science Education, 34,* 67-100. doi: 10.1080/09500693.2011.559490
23. Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39,* 551-578. doi: 10.1002/tea.10036
24. Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context: Student learning in genetics and nature of science. *Science & Education, 19,* 187-215. doi: 10.1007/s11191-009-9191-9
25. King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults.* San Francisco: Jossey-Bass.

26. Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education, 85,* 291-310. doi: 10.1002/sce.1011
27. Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational Researcher, 28,* 16-25+46. doi: 10.3102/0013189X028002016
28. Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education, 84,* 71-94. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C
29. Lederman, N. G. (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 301-317). Dordrecht: Kluwer.
30. Lipman, M. (2003). *Thinking in education.* 2nd Ed., Cambridge: Cambridge University Press.
31. Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science.* NY: Routledge.
32. National Research Council [NRC] (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press. Retrieved from http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962
33. National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.* Washington, DC: National Academies Press. Retrieved from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165
34. Nicoll, B. (1996). *Developing minds: Critical thinking in k-3.* Paper presented at the California Kindergarten Conference, San Francisco, CA. Distributed by ERIC Clearinghouse.
35. Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching, 40,* 692-720. doi: 10.1002/tea.10105
36. Paraskevopoulou, E., & Koliopoulos, D. (2011). Teaching the nature of science through the Millikan-Ehrenhaft dispute. *Science & Education, 20,* 943-960. doi: 10.1007/s11191-010-9308-1
37. Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching, 42,* 112–138. doi: 10.1002/tea.20042
38. Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education, 88,* 610-645. doi: 10.1002/sce.10128
39. Siegel, H. (1988). *Educating reason: rationality, critical thinking, and education.* New York: Routledge.
40. Yacoubian, H. A., & BouJaoude, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 47,* 1229-1252. doi: 10.1002/tea.20380
41. Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Teacher Education, 21,* 49-58. doi: 10.1007/BF03173684
42. Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education, 86,* 343-367. doi: 10.1002/sce.10025

Συνεδρία Δ1

Περί Ενιαίου Μαθήματος Φυσικών Επιστημών στο Γυμνάσιο: Φυσική-Χημεία-Βιολογία ή Φυσική-Χημεία;

Γεώργιος Τσαπαρλής

Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, Τομέας Φυσικοχημείας
gtseper@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Επεξεργαζόμαστε ένα νέο πρόγραμμα σπουδών για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (φ.ε.) στο γυμνάσιο, έτσι ώστε να συμβάλει στην ενιαιοποίηση και στον συντονισμό των διαφόρων θεμάτων των φ.ε. Ειδικότερα, αναφερόμαστε στην εισαγωγή στην α΄ τάξη γυμνασίου ενός ενιαιοποιημένου μαθήματος φ.ε., όπου εντάσσονται εισαγωγικά θέματα φυσικής, χημείας και βιολογίας. Έπειτα από μια παρέκβαση στις νοητικές απαιτήσεις των φ.ε, όπου δίνουμε έμφαση στις πολλαπλές αναπαραστάσεις στη διδακτική των φ.ε., ρίχνουμε μια ματιά στη διδασκαλία των φ.ε στην β)θμια εκπαιδευση της Ελλάδας και άλλων ευρωπαϊκών χωρών. Ακολουθεί η περιγραφή των περιεχομένων και της δομής ενός βιβλίου φ.ε. για την α΄ γυμνασίου που προέκυψε από την ένταξη θεμάτων βιολογίας σε προϋπάρχον βιβλίο που κάλυπτε τη φυσική και τη χημεία. Τέλος, αναφερόμαστε και στην εναλλακτική λύση του ενιαίου μαθήματος φυσικής-χημείας στην α΄ γυμνασίου, σε σχέση με το προταθέν νέο πρόγραμμα σπουδών φυσικής α΄ γυμνασίου στα πλαίσια του προγράμματος «Νέο Σχολείο (Σχολείο 21ου αιώνα)» του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής. Στο μάθημα αυτό εντάχθηκαν και θέματα χημείας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικά προγράμματα, σχολικά βιβλία, ενιαιοποιημένη διδασκαλία φυσικών επιστημών*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιστορικώς τα διάφορα αντικείμενα των φυσικών επιστημών (φ.ε.) αναπτύχθηκαν ως ανεξάρτητα και εντελώς διαφορετικά πεδία. Αυτό είχε επίπτωση στο πώς τα αντίστοιχα μαθήματα αντιμετωπίστηκαν στο σχολείο. Στο ελληνικό γυμνάσιο, τα μαθήματα των φ.ε. (φυσική, χημεία και βιολογία) διδάσκονται χωριστά, καταλαμβάνοντας το 9% του συνολικού διδακτικού χρόνου στο ωρολόγιο πρόγραμμα (Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, 2003).

Ένας από τους στόχους της σύγχρονης επιστήμης είναι να παραγάγει ένα ενιαιοποιημένο και συνεκτικό σύστημα γνώσης. Σήμερα γίνεται δεκτό ότι τα διάφορα αντικείμενα των φ.ε. δεν είναι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Αυτή η αλληλοσυσχέτιση έχει οδηγήσει διεθνώς σε ενιαιοποιημένη προσέγγιση της διδασκαλίας των φ.ε. Στην Ελλάδα αυτό γίνεται μόνο στο δημοτικό σχολείο. Από την άλλη, η διδασκαλία των ξεχωριστών αντικειμένων εξακολουθεί να κυριαρχεί σε πολλές χώρες, ιδίως καθώς ανεβαίνουμε την κλίμακα στα εκπαιδευτικά συστήματα (καθώς πάμε σε μεγαλύτερες τάξεις) (Tsaparlis, 2007).

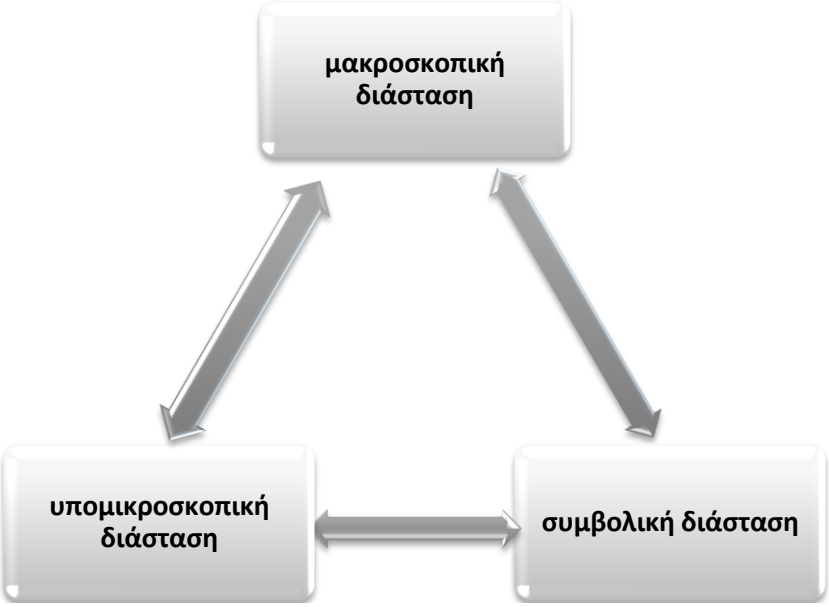
Στο σημείο αυτό πρέπει να κάνουμε διάκριση ανάμεσα στην ενιαιοποίηση και τον συντονισμό. Αν και η ενιαιοποίηση είναι πιο επιθυμητή (ιδίως για τους μικρότερους μαθητές), αυτή δεν είναι πάντοτε δυνατή ή φανερή. Υπάρχουν θέματα που αληθινά διαπερνούν τα γνωστικά αντικείμενα, υπάρχουν όμως και πολλά άλλα θέματα για τα οποία είναι προτιμότερος ο συντονισμός. Εκτός από το περιεχόμενο και τις έννοιες, η μεθοδολογία των φ.ε. είναι, σε μεγάλη έκταση, διαθεματικής φύσης (Τσαπαρλής & Γεωργούση, 2007).

Με την παρούσα πρόταση, επιχειρούμε να επεξεργαστούμε ένα νέο πρόγραμμα σπουδών για τη διδασκαλία των φ.ε. στο γυμνάσιο, έτσι ώστε να οδηγήσει, αν όχι στην πλήρη ενιαιοποίηση, τουλάχιστον σε έναν συντονισμό των διαφόρων θεμάτων των φ.ε. και στη συσχέτιση της χημείας με τη φυσική και της βιολογίας με τη φυσική και τη χημεία. Ειδικότερα, η πρόταση περιλαμβάνει τη διδασκαλία στην α΄ τάξη γυμνασίου ενός ενιαιοποιημένου μαθήματος φ.ε., όπου εντάσσονται εισαγωγικά θέματα φυσικής, χημείας και βιολογίας. Από την άλλη, θα αναφερθούμε και στην εναλλακτική λύση του ενιαίου μαθήματος φυσικής-χημείας στην α΄ γυμνασίου.

ΠΑΡΕΚΒΑΣΗ: Η ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Στο σημείο αυτό κρίνουμε χρήσιμο να κάνουμε μια παρέκβαση, με το να αναφερθούμε στις νοητικές απαιτήσεις των φ.ε. Η ανάλυση αυτή θα καταδείξει κοινά σημεία και διαφορές ανάμεσα στα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα και θα προσφέρει περαιτέρω επιχειρήματα υπέρ της ενιαιοποιημένης διδασκαλίας τους, τουλάχιστον σε εισαγωγικό επίπεδο. Αφορμή για την ανάλυση μάς δίνει ένα πρόσφατο άρθρο του Keith Taber (Taber, 2013) που κάνει μια ενδιαφέρουσα και χρήσιμη αναθεώρηση της «χημικής τριάδας» του Alex Johnstone.

Εδώ και αρκετά χρόνια ο Johnstone (1982, p. 377) αναφέρθηκε για πρώτη φορά στη φύση ενός προγράμματος σπουδών χημείας που να είναι κατάλληλο για όλους τους μαθητές, και στο γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί χημικοί «βλέπουν το αντικείμενό μας σε τουλάχιστον τρία επίπεδα» και «μεταπηδούν άνετα από επίπεδο σε επίπεδο σε μια σειρά πνευματικής γυμναστικής». Σε μεταγενέστερες δημοσιεύσεις του, ο Johnstone (1989, 1991, 2000), χρησιμοποίησε ένα ισόπλευρο τρίγωνο για να αναπαραστήσει τα τρία επίπεδα ή διαστάσεις της χημείας (Σχήμα 1) και συσχέτισε την περιγραφή αυτή με τα ευρήματα της γνωστικής ψυχολογίας, ιδίως με τη θεωρία επεξεργασίας πληροφοριών και τη θεωρία της εργαζόμενης μνήμης. Το μακροεπίπεδο περιλαμβάνει το χειροπιαστό και ορατό (π.χ. μέταλλα και αμέταλλα, οξέα και βάσεις), το υπομικροεπίπεδο (μόρια και ιόντα) και το συμβολικό επίπεδο (χημικοί τύποι, χημικές εξισώσεις).

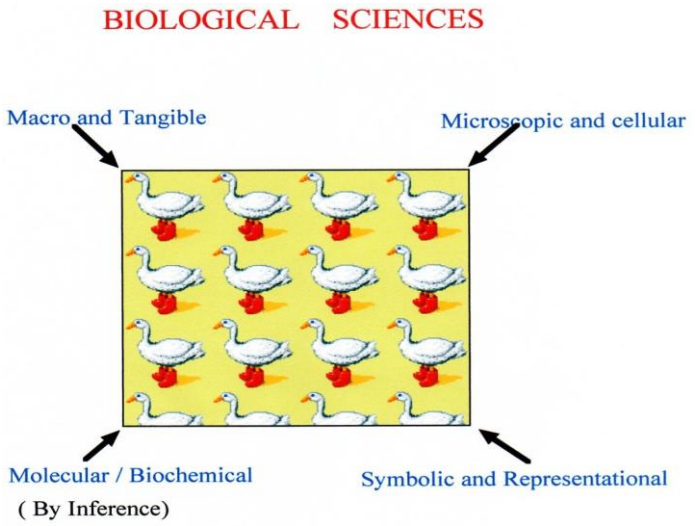


Σχήμα 1: Το τρίγωνο της χημείας.

Ο Johnstone επεξέτεινε το μαθησιακό του μοντέλο σε όλες τις φ.ε. Κατ' αυτόν, ένας βασικός λόγος για τον οποίο οι φ.ε. είναι δύσκολες για τους μαθητές είναι ότι διαλαμβάνουν αυτό που αποκαλείται «πολυεπίπεδη σκέψη». Δηλαδή, στις φ.ε. οι μαθητές αντιμετωπίζουν εξηγήσεις που απαιτούν να σκεφθούν για διαφορετικούς τύπους πραγμάτων ταυτόχρονα και αυτό περιορίζεται σημαντικά από τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης και τη θεωρία επεξεργασίας πληροφοριών. Σύμφωνα πάντοτε με τον Johnstone, στη φυσική αυτό διαλαμβάνει το «μάκρο επίπεδο», το «αόρατο επίπεδο» (π.χ. δυνάμεις) και το «συμβολικό επίπεδο» (π.χ. μαθηματικές εξισώσεις). Στη βιολογία έχουμε το «μακροεπίπεδο» (ζώα και φυτά), το «μικροεπίπεδο» (κύτταρα) και το «μοριακό/βιοχημικό επίπεδο».

Σε μια άλλη δημοσίευση, ο Johnstone (2007) διέκρινε στη βιολογία τέσσερα επίπεδα (Σχήμα 2):

- Το μάκρο και χειροπιαστό, όπου οι μαθητές μπορούν να δουν και να αγγίξουν ένα ζώο ή ένα φυτό.
- Το μικροσκοπικό, όπου μπορούμε και πάλι να παρατηρήσουμε άμεσα με τη βοήθεια όμως του μικροσκοπίου.
- Το μοριακό/βιοχημικό, που δεν μπορεί να παρατηρηθεί και εξαρτάται από συμπεράσματα που βασίζονται σε έμμεσες μετρήσεις.
- Το συμβολικό, όπου χρησιμοποιούμε σύμβολα, ειδική ορολογία και μαθηματικά.



Σχήμα 2: Το τετράγωνο της βιολογίας.

Ανάλυση από διάφορες σκοπιές της διδακτικής των φ.ε. (τη θεωρία του Piaget για τη νοητική ανάπτυξη, τη θεωρία νοηματικής μάθησης του Ausubel, τη θεωρία επεξεργασίας των πληροφοριών και το κίνημα των εναλλακτικών ιδεών) δικαιολογεί τη δυσκολία των εννοιών της ατομικής και μοριακής δομής για τους μαθητές (Τσαπαρλής, 1994, Tsaparlis, 1997). Αλλά και το μακροσκοπικό επίπεδο της χημείας έχει τις δικές του απαιτήσεις (Taber, 2013). Έτσι, αν και η χημεία είναι απαραίτητη για να κατανοήσουμε και να αναπτύξουμε τα υλικά, η εισαγωγική χημεία συχνά χρησιμοποιεί ελάχιστα τα υλικά με τα οποία οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι.

Η χημεία ασχολείται κατεξοχήν με τις χημικές ουσίες: την απομόνωσή τους από φυσικά προϊόντα ή τη σύνθεση γνωστών από τη φύση ουσιών ή τη σύνθεση νέων ουσιών και την ταυτοποίηση των ουσιών και τη μελέτη των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων τους. Δείγματα γνήσιων χημικών ουσιών (στοιχείων και ενώσεων) βρίσκουμε συνήθως στο χημικό εργαστήριο, και σπάνια οπουδήποτε αλλού (το απιοντισμένο νερό, η ζάχαρη, το καθαρό οινόπνευμα, και το μαγειρικό αλάτι είναι ανάμεσα στα ελάχιστα παραδείγματα ουσιών που είναι οικείες από την καθημερινή ζωή).

Όπως όταν μελετούν εισαγωγική φυσική οι μαθητές αντιμετωπίζουν αφηρημένα/απλοποιημένα συστήματα (ομογενές πεδίο βαρύτητας, κίνηση χωρίς τριβές, αμελητέα αντίσταση του αέρα, κ.ο.κ.), έτσι και στα μαθήματα χημείας ο πραγματικός κόσμος των υλικών αντικαθίσταται με γνήσιες ουσίες. Για τους χημικούς, είναι πολύ εύκολο να ξεχάσουμε πόσο δύσκολη είναι αυτή η μετατόπιση για τους νέους μαθητές. Έτσι οι μαθητές πρέπει να μάθουν τις έννοιες του χημικού στοιχείου, της χημικής ένωσης και της χημικής αντίδρασης - της τελευταίας ως μιας μεταβολής προς διαφορετικές ουσίες οι οποίες, ενώ διατηρούν κάπως την αρχική τους οντότητα (μέσω των υπεισερχόμενων ατόμων/στοιχείων), εντούτοις έχουν εντελώς διαφορετικές ιδιότητες. Αυτές είναι από μόνες τους πολύ αφηρημένες έννοιες, τις οποίες οι μαθητές καλούνται να συσχετίσουν με τα χημικά φαινόμενα: με τις παρατηρήσεις τους για τις διαφορετικές ουσίες (πολλές με μη οικεία ονόματα) και με τις αντιδράσεις τους. Επομένως η νοητική απαίτηση είναι υψηλή ακόμη και στη μακροσκοπική διάσταση μόνη της. Και φανταστείτε να πάμε και παρακάτω, με τη διάκριση σε αλκαλιμέταλλα, οξέα-βάσεις, οξειδωτικά-αναγωγικά, μεταβατικά μέταλλα, πολυμερή κ.λπ.

Η σημασία της κατανόησης της κεντρικής έννοιας της χημικής ουσίας φαίνεται και από την έμφαση που δώσαμε σε αυτήν στα νέα προγράμματα σπουδών φ.ε. δημοτικού, φυσικής α΄ γυμνασίου και χημείας β΄ γυμνασίου (βλ. Παραρτήματα 1 και 2).

Τέλος, επισημαίνουμε τη σημασία που αποδίδουν οι διδακτικοί των φυσικών επιστημών στην πολυδιάστατη φύση της επιστημονικής γνώσης όπως φαίνεται και από την έκδοση δύο συλλογικών τόμων, ενός για τις πολλαπλές αναπαραστάσεις στη διδακτική της χημείας (Gilbert & Treagust, 2009) και εντελώς πρόσφατα ενός για τις πολλαπλές αναπαραστάσεις στη διδακτική της βιολογίας (Treagust & Tsui, 2013).

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΗΝ Β)ΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Στην α)θμια εκπαίδευση ο κανόνας είναι το ενιαίο μάθημα. Στη Δανία και στην Κύπρο π.χ. υπάρχει ενιαίο μάθημα «Επιστήμης» από την α΄ μέχρι και την στ΄ δημοτικού. Στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες (π.χ. Ιρλανδία και Σκωτία) ενιαίο είναι το μάθημα φ.ε. στις ε΄ και στ΄ τάξεις, ενώ από στις προηγούμενες τάξεις υπάρχει ενιαίοο μάθημα που συμπεριλαμβάνει κοινωνικά και/ή περιβαλλοντικά θέματα.

Στο γυμνάσιο, παρουσιάζεται ποικιλία (Tsaparlis, 2007). Σε αρκετές περιπτώσεις (π.χ. Αγγλία, Ιρλανδία, Ισραήλ) υπάρχει ενιαίο μάθημα. Να σημειωθεί συχνά ότι στο ενιαίο μάθημα φ.ε. εντάσσονται και θέματα γεωλογίας ή γεωλογίας και αστρονομίας (επιστήμες γης και διαστήματος). Σε άλλες περιπτώσεις (Γαλλία), η

φυσική και η χημεία γίνονται ένα μάθημα, ενώ η βιολογία με τη γεωλογία ένα άλλο μάθημα. Φυσική και χημεία συνδυάζονται επίσης στη Δανία. Τέλος, αλλού (π.χ. Σκωτία και Ελλάδα) τα μαθήματα διδάσκονται χωριστά.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η Κύπρος που πρόσφατα εκπόνησε νέα προγράμματα σπουδών και όπου στην α΄ και β΄ γυμνασίου προτάθηκε ενιαίο μάθημα βιολογίας, φυσικής και χημείας, ενώ η γ΄ γυμνασίου μαζί με την α΄ λυκείου αποτελούν ξεχωριστή ομάδα, με διδασκαλία χωριστών της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας. Να σημειωθεί όμως ότι η πρόταση για την Κύπρο θεωρεί 11χρονη υποχρεωτική εκπαίδευση και αυτό επιτρέπει να αντιμετωπιστούν μαζί η η γ΄ γυμνασίου και η α΄ λυκείου.

Όπως αναφέραμε παραπάνω, με την παρούσα πρόταση επεξεργαζόμαστε ένα νέο πρόγραμμα σπουδών για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (φ.ε.) στο γυμνάσιο, έτσι ώστε να συμβάλει στην ενιαιοποίηση και στον συντονισμό των διαφόρων θεμάτων των φ.ε. Ειδικότερα, αναφερόμαστε στην εισαγωγή στην α΄ τάξη γυμνασίου ενός ενιαιοποιημένου μαθήματος φ.ε., όπου εντάσσονται εισαγωγικά θέματα φυσικής, χημείας και βιολογίας. Καλό είναι να εξετάσουμε, αν θα εντάξουμε στο ίδιο ενιαιοποιημένο μάθημα ή όχι και τα θέματα φυσικής, γεωγραφίας και τεχνολογίας. Οπωσδήποτε το μάθημα θα περιλαμβάνει και θέματα περιβάλλοντος. Ένα τέτοιο μάθημα θα είχε τίτλο «Φυσικές Επιστήμες, Περιβάλλον και Τεχνολογία». Εδώ θα περιοριστούμε στο ενιαιοποιημένο μάθημα φ.ε. (φυσική – χημεία – βιολογία), ενώ στο τέλος θα δούμε και την εναλλακτική λύση του ενιαίου μαθήματος φυσικής-χημείας στην α΄ γυμνασίου.

Σχετικά με το ωρολόγιο πρόγραμμα, ένα πλήρες μάθημα απαιτεί για την κάλυψή του τουλάχιστον ένα τρίωρο μάθημα στην α΄ τάξη γυμνασίου. Αντίστοιχα προτείνεται η αφαίρεση μιας ώρας από τη φυσική της β΄ τάξης και αντίστοιχη εισαγωγή μονόωρου μαθήματος βιολογίας στη β΄ τάξη, ενώ στην γ΄ τάξη δεν απαιτείται καμιά μεταβολή. Αντιλαμβανόμενοι όμως ότι στο ισχύον ωρολόγιο πρόγραμμα διατίθενται δύο ώρες στη βιολογία της α΄ τάξης και ότι δεν είναι εφικτή επί του παρόντος η προσθήκη τρίτης ώρας για τις φ.ε. της α΄ γυμνασίου, είμαστε υποχρεωμένοι να αρκεστούμε σε μια εσωτερική αναδιάταξη των ωρών ανάμεσα στα τρία μαθήματα των φ.ε. Σε αυτό το πνεύμα, διατυπώσαμε την εναλλακτική πρόταση για *δίωρο ενιαιοποιημένο μάθημα* στην α΄ τάξη, που ουσιαστικά θα χρησιμοποιήσει τις δύο ώρες του τρέχοντος μαθήματος της βιολογίας. Ταυτόχρονα, θα αφαιρεθεί και πάλι μία ώρα από τη φυσική της β΄ τάξης με αντίστοιχη εισαγωγή μονόωρου μαθήματος βιολογίας στη β΄ τάξη (χωρίς μεταβολές στη γ΄ τάξη). Οι δύο ώρες της α΄ τάξης θα κατανεμηθούν ισότιμα, από $^{2}/_{3}$ ώρας, σε φυσική, χημεία και βιολογία. Ανακεφαλαιώνοντας, έχουμε:

Α΄ γυμνασίου: φυσική 2/3 ώρας, χημεία 2/3 ώρας, βιολογία 2/3 ώρας (σήμερα 2 ώρες μόνο βιολογία). Επομένως το μάθημα της βιολογίας προτείνεται να αντικατασταθεί από το μάθημα φ.ε.

Β΄ γυμνασίου: φυσική 1 ώρα, χημεία 1 ώρα, βιολογία 1 ώρα (σήμερα 2 ώρες φυσική, 1 ώρα χημεία, 0 ώρες βιολογία). Προτείνεται επομένως να αφαιρεθεί μία ώρα από τη φυσική που θα δοθεί στη βιολογία.

Γ΄ γυμνασίου: φυσική 2 ώρες, χημεία 1 ώρα, βιολογία 2 ώρες (όπως και σήμερα).

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΤΙΣ ΤΡΕΙΣ ΤΑΞΕΙΣ: φυσική 3 2/3 ώρες, χημεία 2 2/3 ώρες, βιολογία 3 2/3 ώρες (σήμερα: φυσική 4 ώρες, χημεία 2 ώρες, βιολογία 4 ώρες). Προτείνεται δηλαδή αφαίρεση 1/3 ώρας από τη φυσική και 1/3 ώρας από τη βιολογία και προσθήκη τους στη χημεία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ Α΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Στα πλαίσια εκπόνησης υπό την επίβλεψή μου μεταπτυχιακής διατριβής από την Αικατερίνη Τάτση (πτυχιούχο του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων) στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, συνεργαστήκαμε για τη σύνταξη του βιβλίου εισαγωγής στις φ.ε.. (Τάτση & Τσαπαρλής, 2011). Ως σημείο εκκινήσεως χρησιμοποιήσαμε το βιβλίο «Εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες (Φυσική-Χημεία), για την Α΄ Τάξη Γυμνασίου» που έχουν συγγράψει οι Τσαπαρλής και Καμπουράκης στα πλαίσια του προγράμματος «Σχολεία Εφαρμογής Πειραματικών Προγραμμάτων Εκπαίδευσης» (ΣΕΠΠΕ) του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. (Τσαπαρλής & Καμπουράκης, 2003). Το βιβλίο περιλαμβάνει την εισαγωγή συν εννέα ενότητες (βλ. Πίνακα 1). Τμήμα του βιβλίου αυτού διδάχθηκε πειραματικά κατά τα σχολικά έτη 1998-99 και 1999-2000 σε 11 γυμνάσια (σε 30 τμήματα, με σύνολο 1300 περίπου μαθητών), στα πλαίσια του προγράμματος ΣΕΠΠΕ

Σε αυτό το βιβλίο προσθέσαμε στην εισαγωγή και σε κάθε μία από τις εννέα ενότητες αντίστοιχα μαθήματα βιολογίας, τα οποία αναφέρονται σε εισαγωγικά θέματα βιολογίας που συνδέονται άμεσα με τις γνώσεις φυσικής και/ή χημείας που προσφέρονται σε κάθε ενότητα. Παραδείγματα: στην ενότητα Β, «Κίνηση και δύναμη» προσθέσαμε το μάθημα «Στήριξη και την κίνηση των ζωντανών οργανισμών", στην ενότητα Ε «Χημικές αντιδράσεις» προσθέσαμε το μάθημα «Χημικές αντιδράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς» και στην ενότητα Θ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ
1) Μεταβολές στη φύση (Ύλη και ενέργεια)
2) Η φυσική, η χημεία και οι φυσικές επιστήμες
3) **Η βιολογία**

Ενότητα Α: Η ΥΛΗ - ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ
4. Η ύλη: καταστάσεις της ύλης - Το έδαφος
5. Περισσότερα για την ύλη: Ουσίες και μείγματα
6. Διαχωρισμός μειγμάτων στα συστατικά τους
7. **Οι μικροοργανισμοί**
8. Μέτρηση μήκους
9. Μέτρηση επιφανείας και όγκου
10. Μάζα των σωμάτων
11. **Αύξηση της μάζας των ζωντανών οργανισμών**
12. Η πυκνότητα ενός ομογενούς υλικού

Ενότητα Β: ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗ
13.Εισαγωγή στην κίνηση των σωμάτων
14.Δυνάμεις
15.Η μετατόπιση, η ταχύτητα, η δύναμη είναι διανυσματικά μεγέθη
16.Βάρος - Βαρύτητα - Πεδίο βαρύτητας
17.Σχέση βάρους και μάζας
18.**Στήριξη και κίνηση των ζωντανών οργανισμών**

Ενότητα Γ: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ
19.Θερμοκρασία και θερμότητα
20.Περισσότερα για τη θερμότητα: Η θερμική ισορροπία
21.**Η ομοιόσταση**
22.Διαστολή και συστολή στερεών σωμάτων
23.Διαστολή και συστολή των υγρών-Θερμόμετρα

Ενότητα Δ: ΤΟ ΝΕΡΟ
24. Το νερό
25. Διαλύματα.
26. Κρυστάλλωση-Ανακρυστάλλωση-Κρύσταλλο
27. **Διάχυση και ώσμωση**
*28. **Προβλήματα με το νερό***

Ενότητα Ε: Η ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ
29. Η έννοια της χημικής αντίδρασης
30. Χημικές αντιδράσεις σε υδατικά διαλύματα
31. Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία
32. Γνωρίζουμε περισσότερο τα χημικά στοιχεία
33. **Χημικές αντιδράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς**

Ενότητα ΣΤ: ΠΙΕΣΗ ΣΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΥΓΡΑ
34. Πίεση που ασκούν τα στερεά
35. Υδροστατική πίεση
36. Ροή υγρών - Συγκοινωνούντα δοχεία
37. **Το κυκλοφορικό σύστημα**

Ενότητα Ζ: Ο ΑΕΡΑΣ - ΠΙΕΣΗ ΣΤΑ ΑΕΡΙΑ
38. Ο ατμοσφαιρικός αέρας
39. **Η αναπνοή**
40. Ατμοσφαιρική πίεση
41. Μεταβολές των αερίων
*42. **Προβλήματα με τον αέρα***

ΕΝΟΤΗΤΑ Η: ΕΝΕΡΓΕΙΑ
43. Καύση – Καύσιμα
44. Περισσότερα για την ενέργεια
45. Μορφές ενέργειας - Μεταφορά και μετατροπές της ενέργειας
46. **Ενέργεια –Τροφή- Διατροφή**

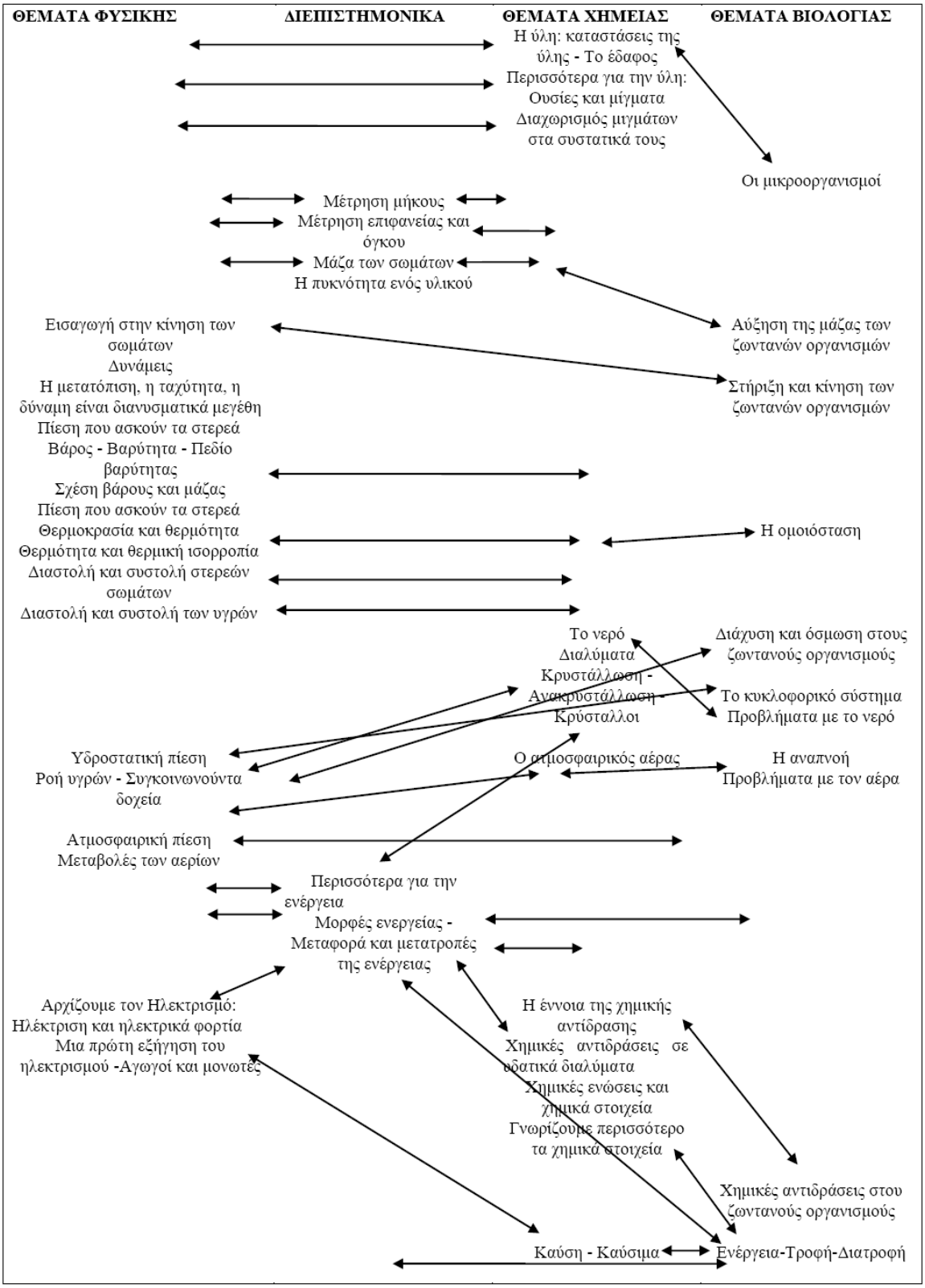
ΕΝΟΤΗΤΑ Θ: ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
47. Αρχίζουμε τον ηλεκτρισμό: Ηλέκτριση και ηλεκτρικά φορτία
48. Μια πρώτη εξήγηση του ηλεκτρισμού - Αγωγοί και μονωτές
49. Το ηλεκτρικό ρεύμα
50. **Το νευρικό σύστημα**

***Πίνακας 1*:** Περιεχόμενα και ενότητες του πειραματικού εγχειριδίου «Εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες». (Με μαύρα στοιχεία τονίζονται τα μαθήματα βιολογικού ενδιαφέροντος.)

«Ηλεκτρισμός» προσθέσαμε το μάθημα «Το νευρικό σύστημα». Ο Πίνακας 1 δίνει τα αναλυτικά περιεχόμενα, όπου τα προστεθέντα μαθήματα βιολογικού ενδιαφέροντος τονίζονται με μαύρα στοιχεία, ενώ με μαύρα πλάγια στοιχεία σημειώνονται δύο μαθήματα περιβαλλοντικού περιεχομένου (προβλήματα με το νερό / προβλήματα με τον αέρα).

Στο Σχήμα 3 δείχνονται η διάκριση των θεμάτων του βιβλίου της α΄ γυμνασίου σε φυσική, χημεία, βιολογία και διεπιστημονικά, καθώς και οι διασυνδέσεις των θεμάτων και οι διεπιστημονικές συνδέσεις.

Ο Πίνακας 2 δείχνει τα αναλυτικά περιεχόμενα των βιολογικών μαθημάτων. Στον πίνακα επισημαίνονται και τα επιμέρους θέματα που υπάρχουν και στο σχολικό βιβλίο βιολογίας α΄ και γ΄ γυμνασίου, καθώς και τα θέματα που υπάρχουν μόνο στο βιβλίο «Εισαγωγή τις Φυσικές Επιστήμες». Για τη σύνταξη του βιβλίου-εκπαιδευτικού υλικού ελήφθησαν υπόψη ένας αριθμός αρχών της διδακτικής των φ.ε. (Τσαπαρλής 1991, 1998, Tsaparlis & Kampourakis 2000). Η χρησιμοποίηση ποικίλων και διαφορετικών θεωρητικών προσεγγίσεων όπως η σπειροειδής διδασκαλία (από τη θεωρία μαθήσεως του Bruner), η θεωρία νοηματικής μάθησης του Ausubel, η εφαρμογή στην εκπαίδευση της Πιαζέτειας θεωρίας, και οι ενεργητικές/εποικοδομητικές μέθοδοι διδασκαλίας και μάθησης χρησιμοποιούνται όλες με σκοπό τη μεγιστοποίηση των θετικών γνωσιακών και συναισθηματικών αποτελεσμάτων. Η χρησιμοποίηση - άλλοτε μαζί και άλλοτε χωριστά – διαφορετικών προσεγγίσεων μπορεί να οδηγήσει σε συμπληρωματικά θετικά αποτελέσματα (Niaz 1993, Tsaparlis 1997).



Σχήμα 3: Διάκριση και διασυνδέσεις των θεμάτων του βιβλίου της α΄ γυμνασίου σε φυσική, χημεία, βιολογία και διεπιστημονικές συνδέσεις. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στο κάτω αριστερά μέρος λείπει το «Ηλεκτρικό ρεύμα», ενώ στο κάτω δεξιά μέρος λείπει το «Νευρικό Σύστημα» που διασυνδέεται με τον ηλεκτρισμό και τις χημικές αντιδράσεις.

3. Η ΒΙΟΛΟΓΙΑ
Ταξινόμηση των οργανισμών √
Χαρακτηριστικά των ζωντανών οργανισμών √
Κύτταρο: η δομική και λειτουργική μονάδα της ζωής √
Πώς δουλεύουν οι επιστήμονες ερευνητές βιολόγοι; √

7. ΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ
Μικροοργανισμοί +
Μικροοργανισμοί εδάφους +
Εμπλουτισμός του εδάφους +
Ανακύκλωση (Γ' Γυμνασίου) √

11. ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
Το νερό ως βασικό συστατικό των ζωντανών οργανισμών +
Δείκτης Μάζας Σώματος +
Σε κάποιους παχυσαρκία, σε άλλους ανορεξία +

18. ΣΤΗΡΙΞΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
Στήριξη και κίνηση στα φυτά √
Φωτοτροπισμός +
Κίνηση στα ψάρια √
Πτηνά √
Στήριξη και κίνηση στον άνθρωπο και σε πολλά θηλαστικά √
Ο σκελετός του ανθρώπου √
Οι αρθρώσεις √
Οι μύες √
Το νευρικό σύστημα √
Σωστή στάση του σώματος +
Όρθια στάση του σώματος +
Καθιστή στάση του σώματος +

22. Η ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΗ
Θερμική ισορροπία στους ζωντανούς οργανισμούς √
Διατήρηση σταθερής της θερμοκρασίας του σώματος (Γ΄ Γυμνασίου) √
Ομοιόσταση (Γ΄ Γυμνασίου) √
Εξώθερμα και ενδόθερμα (ποικιλόθερμα και ομοιόθερμα) ζώα √

30. ΔΙΑΧΥΣΗ ΚΑΙ ΟΣΜΩΣΗ ΣΤΟΥΣ ΖΩΝΤΑΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ
Το φαινόμενο της διάχυσης √
Το φαινόμενο της ώσμωσης √

31. ΤΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
Κυκλοφορικό σύστημα √
Οργανισμοί και καρδιά √
Πίεση του αίματος (αρτηριακή πίεση) +
Αρτηριοσκλήρυνση: Το πρόβλημα που προκαλεί η υπέρταση +

32.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ
Λειψυδρία, ένα παγκόσμιο πρόβλημα +

36. Η ΑΝΑΠΝΟΗ
Η αναπνοή στους ζωντανούς οργανισμούς √
Αναπνοή στα φυτά √
Η ανταλλαγή των αερίων √
Αναπνοή στα ζώα √

37. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΑ

Η ρύπανση του αέρα (Γ΄ Γυμνασίου) √
Η τρύπα του όζοντος (Γ΄ Γυμνασίου) √
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Γ΄ Γυμνασίου)√

42. ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟΥ ΖΩΝΤΑΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ
Τροφή: απαραίτητη για τους ζωντανούς οργανισμούς √
Φωτοσύνθεση: μια σημαντική χημική διαδικασία στα φυτά √
Πέψη τροφών στον άνθρωπο και στα ζώα √
Μεταβολισμός (Γ΄ Γυμνασίου) √

46. ΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΤΡΟΦΗ-ΔΙΑΤΡΟΦΗ
Άνθρωπος και ενέργεια (Γ' Γυμνασίου) √
Συστατικά της τροφής √
Μεταβολισμός (Γ΄ Γυμνασίου) √
Τροφή, τρόφιμα και διατροφή √
Διατροφή και υγεία √
Ημερήσια Συνιστώμενη Δόση +

50. ΤΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
Το νευρικό σύστημα √
Κεντρικό και περιφερειακό νευρικό σύστημα √
Νευρικά κύτταρα ή νευρώνες √
Ο ρόλος της ηλεκτροχημείας στη μετάδοση των νευρικών σημάτων +
Νευροδιαβιβαστές +
Μερικές αιτίες που προκαλούν προβλήματα στη λειτουργία των νευροδιαβιβαστών +

***Πίνακας 2*:** Ύλη/Ενότητες του πειραματικού «Εισαγωγή τις Φυσικές Επιστήμες» για την α΄ γυμνασίου με καθαρά βιολογικό περιεχόμενο.*

* Τα επιμέρους θέματα που υπάρχουν και στα σχολικά βιβλία βιολογίας α΄ και γ΄ γυμνασίου (σημειώνονται με √), ενώ τα θέματα που υπάρχουν μόνο στο βιβλίο «Εισαγωγή τις Φυσικές Επιστήμες» σημειώνονται με +.

Το βιβλίο απαιτεί για την κάλυψή του τουλάχιστον ένα τρίωρο μάθημα στην α΄ τάξη γυμνασίου, με κατανομή κατά προσέγγιση 1½ ώρας στη φυσική, ¾ ώρας στη χημεία και ¾ ώρας στη βιολογία. Στο πνεύμα του δίωρου ενιαίου μαθήματος στην α΄ τάξη, προτείναμε να αφαιρεθούν ολόκληρες οι ενότητες «Πίεση στα στερεά και στα υγρά», «Ενέργεια» και «Ηλεκτρισμός». Μαζί με την «Πίεση στα στερεά και στα υγρά», αφαιρέθηκε και «Το κυκλοφορικό σύστημα», ενώ μαζί με τον «Ηλεκτρισμό» αφαιρείται και «Το νευρικό σύστημα». Ακόμη αφαιρέσαμε και τα μαθήματα για την ατμοσφαιρική πίεση, τις μεταβολές των αερίων, την κρυστάλλωση-ανακρυστάλλωση, τη διάχυση και ώσμωση, τη διαστολή και συστολή στερεών σωμάτων, τη διαστολή και

συστολή υγρών – θερμόμετρα και το «Γνωρίζουμε περισσότερο τα χημικά στοιχεία». Ως κριτήρια για την αφαίρεση μαθημάτων χρησιμοποιήσαμε είτε τη δυσκολία των σχετικών εννοιών και θεμάτων (όπως της πίεσης, της ενέργειας, του κυκλοφορικού συστήματος και του ηλεκτρισμού) είτε τη μικρότερη σημασία για το παρόν μάθημα (θερμικές διαστολές, κρυστάλλωση-ανακρυστάλλωση, διάχυση-ώσμωση, γνωρίζουμε τα χημικά στοιχεία).

Κάθε μάθημα αρχίζει με μια σύντομη εισαγωγή. Στα πλάγια κάθε σελίδας υπάρχουν πλαγιότιτλοι που βοηθούν στη μάθηση και στην αποφυγή της παπαγαλίας. Τα πειράματα είναι τοποθετημένα σε πλαίσια, ενώ δεν δίνονται τα αποτελέσματά τους, αλλά οι μαθητές καλούνται να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και να εξάγουν συμπεράσματα, γράφοντας σε διατιθέμενους κενούς χώρους.

Ερωτήσεις στις οποίες καλούνται να απαντούν εγγράφως οι μαθητές υπάρχουν και στο κείμενο του καθεαυτό μαθήματος. Σε πλαίσια είναι ακόμη διάφορες πρόσθετες πληροφορίες (παρατηρήσεις, ιστορικές πληροφορίες κ.ά.). Επιπλέον υπάρχουν πλαίσια που επιγράφονται «Να έχεις υπόψη σου». Σε αυτά τονίζονται σημεία που πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα, όπως π.χ. εναλλακτικές ιδέες/παρανοήσεις. Στο τέλος κάθε μαθήματος είναι το τμήμα «Το Μάθημα σε Ερωτήσεις», όπου οι ερωτήσεις στοχεύουν να δώσουν περίληψη του μαθήματος, αλλά και να συμβάλουν στη μάθηση, με αποφυγή της απομνημόνευσης. Έτσι, αν ο μαθητής είναι σε θέση να απαντά στις ερωτήσεις, μπορεί να είναι σίγουρος ότι ξέρει το μάθημα. Το μάθημα ολοκληρώνεται με το τμήμα «Για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφθείς και να καταλάβεις γιατί». Εδώ, εκτός από πρόσθετες γνώσεις και πληροφορίες, δίδονται κυρίως πιο απαιτητικές ερωτήσεις που απαιτούν κριτική σκέψη. Οι μαθητές καλούνται να τις απαντούν, αλλά έχουν προειδοποιηθεί για την δυσκολία τους και ότι δεν απαιτείται να τις έχουν οπωσδήποτε απαντήσει.

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ Α΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Για την αξιολόγηση του σχολικού εγχειριδίου επιλέξαμε μικρό αριθμό ειδικών πανεπιστημιακών και εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, από τους οποίους προέκυψαν κρίσεις για το βιβλίο και την πρότασή μας, καθώς και προτάσεις για βελτίωση. Στην αξιολόγηση αυτή επισημαίνεται για παράδειγμα ότι όπως δείχνουν πολλές έρευνες και όπως έχει υποστηριχθεί σε αρκετά συνέδρια, η εξελικτική θεωρία θα μπορούσε να αποτελεί τον βασικό κορμό δόμησης του αναλυτικού προγράμματος της γυμνασιακής βιολογίας. Στην τελική διορθωμένη έκδοση του διδακτικού υλικού μας, λαμβάνουμε υπόψη το θέμα αυτό στο μάθημα για τους μικροοργανισμούς. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αυτής, θα ανακοινωθούν στο συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (Τάτση & Τσαπαρλής, Βόλος, Απρίλιος, 2013).

ΦΥΣΙΚΗ-ΧΗΜΕΙΑ-ΒΙΟΛΟΓΙΑ ή ΦΥΣΙΚΗ-ΧΗΜΕΙΑ;

Προσπάθειες που κατεβλήθησαν στα πλαίσια εκπόνησης των νέων προγραμμάτων σπουδών φ.ε. του γυμνασίου [ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα), *Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής*] για τη δοκιμαστική εισαγωγή του ενιαιοποιημένου μαθήματος φυσικής-χημείας-βιολογίας στην α΄ τάξη, για λόγους που δεν είναι του παρόντος να παρατεθούν και σχολιαστούν εδώ), δεν τελεσφόρησαν Αντίθετα, υπήρξε επιτυχής η πρόταση εισαγωγής ενός μονόωρου μαθήματος φυσικής στην α΄ γυμνασίου, στη θέση της μιας ώρας της βιολογίας (με αντίστοιχη αφαίρεση μιας ώρας από τη φυσική της β΄ τάξης και μετακίνησης της μιας ώρας βιολογίας από την α΄ τάξη στη β΄ τάξη - όπου εισάγεται μονόωρο μάθημα βιολογίας). Το ωρολόγιο πρόγραμμα της γ΄ τάξης παραμένει ως έχει. Έτσι, η φυσική και η βιολογία θα διδάσκονται και στις τρεις γυμνασιακές τάξεις, ενώ η χημεία παραμένει ως μονόωρο μάθημα στη β΄ και στη γ΄ τάξη.

Επειδή η δομή της προτεινόμενης ύλης φυσικής της α΄ γυμνασίου (που αποτελείται από τρεις μείζονες ενότητες, γη, νερό, αέρας) κρίθηκε καταλληλη για την εισαγωγή και βασικών σχετικών θεμάτων χημείας, έγινε πρόταση εισαγωγής των θεμάτων χημείας, η οποία έγινε δεκτή από τους φυσικούς. Τα θέματα χημείας που εντάχθηκαν στο πρόγραμμα φυσικής της α΄ γυμνασίου φαίνονται στο Παράρτημα 2.

ΚΑΤΑΛΗΚΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Πρέπει να σημειώσουμε ότι με την πρότασή μας δεν θέλαμε να κάνουμε ριζική αναδόμηση του ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος της βιολογίας. Απλώς στοχεύσαμε σε μια ανακατανομή της ύλης, ώστε αφενός η βιολογία να διδάσκεται και στις τρεις γυμνασιακές τάξεις, αφετέρου να επιτευχθεί ενιαιοποίηση τουλάχιστον στην πρώτη τάξη. Εξάλλου, αντιλαμβανόμαστε ότι η μια τέτοια προσπάθεια απαιτεί τη συνεργασία πολλών ειδικών. Προφανώς εμείς κάναμε ακριβώς μια πρόταση η οποία, μέσα από την αξιολόγησή της στα πλαίσια μεταπτυχιακής διατριβής, ετέθη υπόψη τόσο ειδικών επιστημόνων όσο και ειδικών εκπαιδευτικών.

Προφανώς, τα παραπάνω συνιστούν απλώς και μόνο τη δική μας άποψη, με την οποία βέβαια ο καθένας μπορεί να συμφωνήσει ή να διαφωνήσει. Τονίζουμε ότι σκοπός μας ήταν η εναιαία προσέγγιση φυσικής-χημείας-βιολογίας στην α΄ γυμνασίου και ότι προς τούτο εντάξαμε τα θέματα βιολογίας στο προϋπάρχον υλικό ενιαιοποιημένης φυσικής και χημείας. Είμαστε ενήμεροι ότι κάποιοι (ίσως και αρκετοί) διαφωνούν με την πρότασή μας και σεβόμαστε τις εναλλακτικές και ακόμη και τις αντίθετες απόψεις τους. Ο καθένας έχει το

δικαίωμα να βλέπει το θέμα από τη δική του οπτική. Εξάλλου, ο καθένας μπορεί να κάνει εναλλακτική και καλύτερη κατά τη γνώμη του πρόταση ενιαιοποίησης και μακάρι αυτό να γίνει, οπότε οι διάφορες προτάσεις θα μπορεί να συγκριθούν μεταξύ τους. Φυσικά υπάρχουν και εκείνοι που έχουν επιχειρήματα και αντίρρηση στην ενιαιοποίηση των φ.ε. που να περιλαμβάνει και τη βιολογία, οπότε αυτοί θα απέρριπταν οποιαδήποτε πρόταση ενιαιοποίησης των φ.ε. που να περιλαμβάνει και τη βιολογία.

Τέλος, είναι περιττό να τονίσουμε ότι κάθε αλλαγή στα αναλυτικά προγράμματα είναι δημόσια υπόθεση και αποτελεί στην εφαρμογή της δύσκολη διαδικασία, γι' αυτό είναι οπωσδήποτε απαραίτητη η πιλοτική εφαρμογή, αξιολόγηση και βελτίωσή της πριν από τη γενικευμένη εφαρμογή της

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (2003). *Το Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. Συνοπτική εικόνα σε αριθμούς*. Αθήνα.
2. Τάτση Α. & Τσαπαρλής Γ. (2011). Αναδόμηση της γυμνασιακής βιολογίας με βάση τη διδακτική ενιαιοποίηση και τον συντονισμό των φυσικών επιστημών – Διδακτικό εγχειρίδιο εισαγωγής στις φυσικές επιστήμες για την α΄ γυμνασίου. Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "*Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*" (Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη, 2011) http://www.7sefepet.gr
3. Τάτση Α. & Τσαπαρλής Γ. (2013). Ένταξη μαθημάτων βιολογίας σε διδακτικό εγχειρίδιο εισαγωγής στις φυσικές επιστήμες για την α΄ γυμνασίου: αξιολόγηση από ειδικούς της εκπαίδευσης και της επιστήμης. Έχει γίνει δεκτή για παρουσίαση στο 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο "*Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*" (Πανεπιστήμο Θεσσαλίας, Βόλος, 26-28 Απριλίου 2013)
4. Τσαπαρλής, Γ. (1991). *Θέματα διδακτικής φυσικής και χημείας στη μέση εκπαίδευση*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
5. Τσαπαρλής, Γ. (1994). Η ατομική και η μοριακή δομή στη χημική εκπαίδευση: κριτική θεώρηση από διάφορες σκοπιές της διδακτικής των φυσικών επιστημών. Πρακτικά 4ου Συνεδρίου Ελλάδας-Κύπρου «*Χημεία και Παιδεία*», σελ. 8-24. ΕΕΧ - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
6. Τσαπαρλής Γ. (1998). Πρόταση για ένα ενοποιημένο μάθημα φυσικής-χημείας στην α΄ γυμνασίου. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «*Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*», σελ. 535-540. Θεσσαλονίκη.
7. Τσαπαρλής Γ., Γεωργούση Κ., (2007). Έννοιες, μεγέθη, εξισώσεις που είναι κοινά στη σχολική φυσική και χημεία - Ιδέες των μαθητών λυκείου για την κοινότητα, τις ομοιότητες και τις διαφορές. Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «*Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, 5(Β), 661-670. [http://www.kodipheet.gr]
8. Τσαπαρλής Γ. & Καμπουράκης Κ. (2003). *Εισαγωγή στις φυσικές επιστήμες (φυσική-χημεία) για την α΄ τάξη γυμνασίου*. Ιωάννινα.
9. Gilbert J. K. and Treagust D. F., (ed.), (2009). *Multiple representations in chemical education*. Springer, Dordrecht.
10. Johnstone A. H., (1982). Macro- and microchemistry. *School Science Review*, *64*(227), 377–379.
11. Johnstone A. H., (1989). Somemessages for teachers and examiners: an information processing model, Assessment of Chemistry in Schools, vol. Research in Assessment VII, Royal Society of Chemistry Education Division, London, pp. 23–39.
12. Johnstone A. H., (1991). Why is science difficult to learn? things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, *7*, 75–83.
13. Johnstone A. H., (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological *Chemistry Education Research and Practice*, *1*, 9–15.
14. Johnstone, A. H. (2007). Science education: We know the answers, let's look at the problems. (Διδακτική φυσικών επιστημών: Ξέρουμε τις απαντήσεις, ας κοιτάξουμε τα προβλήματα.) Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «*Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, 5(Α), 1-13. [http://www.kodipheet.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyxos_A/1_kentrikes_omilies/1_KO-4-Johnstone.pdf]
15. Niaz, M.. (1993). 'Progressive problem shifts' between different research programs in science education: A Lakatosian perspective. Journal of Research in Science Teaching, 30, 757-765.
16. Taber K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. Chemistry Education Research and Practice, DOI: 10.1039/c3rp00012e
17. Treagust D. F., Tsui C.-Y.(eds.) (2013). Multiple representations in biological education. Springer, Dordrecht. ISBN 978-94-007-4192-8.

18. Tsaparlis G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education - A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education, 74*, 922-925.
19. Tsaparlis G. (2007). The rivalry among the separate science subjects for dominance in secondary education: The case of Greece and beyond. In R.K. Coll and N. Taylor (Eds.), *Education in context - An international perspective of the influence of context on science curriculadevelopment, and implementation*. Sense Publishers, Rotterdam/Taipei.
20. Tsaparlis G. & Kampourakis K. (2000). An integrated physical-science (physics and chemistry) introduction for lower-secondary level (grade 7). *Chemistry Education Research and Practice, 1,* 281-294 [http://www.rsc.org/cerp & http://www.uoi.gr/cerp].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΣΤΑ ΝΕΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ

- **Δ΄ τάξη δημοτικού, Ενότητα 6: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΚΟΣΜΟ,** Αναγνωρίζουμε τα μείγματα γύρω μας- Διαχωρίζουμε τα μείγματα στα συστατικά τους (ουσίες)». Στην ενότητα αυτή εισάγεται στοιχειωδώς και η έννοια της χημικής ουσίας.
- **Ε΄ τάξη δημοτικού, Ενότητα 1.4:** «Μείγματα, διαλύματα, αέρας, νερό» όπου εισάγεται μακροσκοπικά/φαινομενολογικά και η έννοια της χημικής ουσίας. Οι μαθητές αναφέρουν μείγματα που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους, τα διακρίνουν από τις ουσίες-συστατικά τους, ταξινομούν τα υλικά σε στερεά, υγρά και αέρια.
- Στη ***μακροσκοπική διάσταση*** εξοικειώνουμε τους μαθητές και τις μαθήτριες με τις χημικές ουσίες και τις χειροπιαστές ιδιότητές τους π.χ. μέταλλα και αμέταλλα χημικά στοιχεία, οξέα, βάσεις και άλατα, αντιδράσεις καύσης. Κεντρική εδώ είναι η χρήση του πειράματος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΘΕΜΑΤΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Α΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Ενότητα 1 ΓΗ. Τα αντικείμενα της καθημερινής ζωής «κατάγονται» από το έδαφος και το υπέδαφος του πλανήτη μας. Από τα αντικείμενα στις έννοιες: Μείγματα – Ουσίες και μείγματα. Ιδιότητες των ουσιών και των μειγμάτων. Τα συστατικά του εδάφους και του υπεδάφους. Τα κυριότερα μεταλλεύματα της Ελλάδας.

(Η κρίσιμη έννοια ουσία: Α. Κάθε ουσία έχει χαρακτηριστικές ιδιότητες. Β. Κάθε μείγμα αποτελείται από ουσίες. Γ. Όταν από τις ουσίες δημιουργείται μείγμα, **οι ουσίες διατηρούν τις ιδιότητές τους**. Δ. Ορισμένες ουσίες, όπως ο χαλκός και ο σίδηρος, είναι πρωταρχικές και λέγονται χημικά στοιχεία. Οι περισσότερες, όπως το αλάτι και η ζάχαρη, δεν είναι πρωταρχικές αλλά συνιστούν συνδυασμούς χημικών στοιχείων και λέγονται χημικές ενώσεις.)

Ενότητα 2 ΝΕΡΟ. Το πόσιμο νερό και η ουσία νερό. Η ουσία *νερό* είναι χημική ένωση. (Πείραμα διάσπασης του νερού στα στοιχεία του με ηλεκτρόλυση.)

Ενότητα 3 ΑΕΡΑΣ. Αέριο δεν είναι μόνο ο αέρας. Ο αέρας δεν είναι ουσία, αποτελείται από ουσίες. (Οι μαθητές πραγματοποιούν πειράματα για να αντιληφθούν ότι ο αέρας είναι μείγμα ουσιών και να διαπιστώσουν τη σύστασή του.)

Πόση και ποια Φυσική στο Γυμνάσιο;

Ανδρέας Ιωάννου Κασσέτας

Φυσικός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο «ουρανός δεοντολογίας» για τη διδασκαλία των Επιστημών,έκανε, ουσιαστικά, για πρώτη φορά την εμφάνισή του, πριν από σαράντα περίπου χρόνια. Από τότε, σε κάθε κοινωνία και σε κάθε εποχή, διαμορφώνεται από ανθρώπους που φαντάζονται κάτι διαφορετικό, με την ιδέα ότι το διαφορετικό είναι συγκριτικά καλύτερο από το συμβαίνον, αλλά και με τη μέριμνα του «να εμπεριέχονται στις προτάσεις τους στοιχεία πραγματοποιήσιμα». Αναφορικά με τη διδασκαλία της Φυσικής στη βαθμίδα Γυμνάσιο, τα κρίσιμα ερωτήματα που ζητούν απάντηση είναι τέσσερα. Γιατί, οι άνθρωποι αυτής της ηλικίας, πρέπει να διδάσκονται Φυσική; Πόση Φυσική πρέπει να διδάσκουμε; Ποια Φυσική πρέπει να διδάσκουμε; Πώς πρέπει να τη διδάσκουμε; Για να συγκροτήσουμε απαντήσεις είναι αναγκαίο – ανάμεσα σε άλλα, να αξιολογήσουμε ως κοινωνία το «πώς έχει λειτουργήσει και εξακολουθεί να λειτουργεί η διδασκαλία της Φυσικής στην Ελλάδα» αλλά και να ανατρέξουμε στον ευρύτερο ευρωπαϊκό χώρο του σήμερα και να καταγράψουμε την ευρωπαϊκή εμπειρία με τις εντυπωσιακές καινοτομίες της αλλά και με τις σοβαρές αποτυχίες της. Στη δική μας κοινωνία, ένα νέο εγχείρημα εκπόνησης Προγράμματος Σπουδών για τη βαθμίδα Γυμνάσιο ολοκληρώθηκε, από ομάδα εμπειρογνωμόνων, πρόσφατα. Θα επιδιώξουμε να παρουσιάσουμε τα βασικά στοιχεία ταυτότητας του νέου αυτού Προγράμματος, εστιάζοντας στα σημεία που το διαφοροποιούν κάθε άλλο αντίστοιχο Πρόγραμμα του παρελθόντος.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ*: Προγράμματα Φυσικής για το Γυμνάσιο*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Διδασκαλία της Φυσικής σημαίνει πριν απ' όλα – όπως και σε κάθε αντίστοιχο εγχείρημα – ένας ΟΥΡΑΝΟΣ δεοντολογίας και μια βραχώδης ΓΗΙΝΗ πραγματικότητα.

Ο «ουρανός δεοντολογίας» για τη διδασκαλία των Επιστημών, έκανε, ουσιαστικά, για πρώτη φορά την εμφάνισή του, πριν από σαράντα περίπου χρόνια. Από τότε, σε κάθε κοινωνία και σε κάθε εποχή, διαμορφώνεται από ανθρώπους που φαντάζονται κάτι διαφορετικό, με την ιδέα ότι το διαφορετικό είναι συγκριτικά καλύτερο από το συμβαίνον, αλλά και με τη μέριμνα του «να εμπεριέχονται στις προτάσεις τους στοιχεία πραγματοποιήσιμα» . Κάθε κοινωνία, αλλά και κάθε μεμονωμένος εκπαιδευτικός, άλλοτε συνειδητά και άλλοτε όχι, επιδιώκει ένα σημείο ισορροπίας ανάμεσα στη δεοντολογία και στο πραγματοποιήσιμο.

Αναφορικά με τη διδασκαλία της Φυσικής στη βαθμίδα Γυμνάσιο τα κρίσιμα ερωτήματα που ζητούν απάντηση είναι τέσσερα.

α. Γιατί, οι άνθρωποι αυτής της ηλικίας, πρέπει να διδάσκονται Φυσική;

β. Πόση Φυσική πρέπει να διδάσκουμε;

γ. Ποια Φυσική πρέπει να διδάσκουμε;

δ. Πώς πρέπει να τη διδάσκουμε;

Και πιο αναλυτικά – σε σχέση με τα τρία τελευταία ερωτήματα

- Ποια γνωστικά αντικείμενα πρέπει να επιλέγονται για διδασκαλία;
- Σε ποιο εύρος προτείνεται η διδασκαλία καθενός από αυτά;
- Με ποια σειρά και με ποια δομή πρέπει να παρουσιάζονται;
- Γιατί πρέπει να διδάσκονται «αυτά» τα γνωστικά αντικείμενα και όχι κάποια άλλα;
- Ποιες διδακτικές μέθοδοι προτείνονται για την επίτευξη κάθε διδακτικού στόχου;
- Θα συμπεριλάβουμε στα νέα Προγράμματα συμπεράσματα της Διδακτικής των Επιστημών σε ζητήματα όπως οι εναλλακτικές ιδέες των διδασκομένων και η πολλαπλότητα των διδακτικών μας προσεγγίσεων;

Για να συγκροτήσουμε απαντήσεις είναι αναγκαίο – ανάμεσα σε άλλα:

α. να αξιολογήσουμε ως κοινωνία το «πώς έχει λειτουργήσει και εξακολουθεί να λειτουργεί η διδασκαλία της Φυσικής στην Ελλάδα» αλλά και

β. να ανατρέξουμε στον ευρύτερο ευρωπαϊκό χώρο του σήμερα και να καταγράψουμε την ευρωπαϊκή εμπειρία με τις εντυπωσιακές καινοτομίες της αλλά και με τις σοβαρές αποτυχίες της.

ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

Ένα νέο εγχείρημα εκπόνησης νέων Προγραμμάτων Σπουδών για τη βαθμίδα Γυμνάσιο ολοκληρώθηκε, από ομάδα εμπειρογνωμώνων, πρόσφατα. Η ομάδα πήρε σοβαρά υπόψη της και τα σχολικά Προγράμματα

πέντε ευρωπαϊκών χωρών εμπλουτίζοντας την άποψη της για τους στόχους, για τις επιλογές των γνωστικών αντικειμένων, αλλά και για τη δομή του όλου Προγράμματος.

Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών περιγράφεται, κατ΄αρχάς, με τα παρακάτω στοιχεία ταυτότητας :

1. Υιοθετεί την αντίληψη της πολλαπλότητας των διδακτικών προσεγγίσεων αλλά συγχρόνως αποδίδει «ρόλο πρωταγωνιστή», α. σε εργαστηριακές δραστηριότητες και β. στην αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας
   Ανεξάρτητα από την προσωπική άποψη κάθε μέλους της εκπαιδευτικής κοινότητας, διαφαίνεται πλέον καθαρά ότι οι νέες τεχνολογίες ΤΠΕ θα έχουν έναν από τους σημαντικότερους ρόλους στο «έργο» Διδασκαλία της Φυσικής και όχι μόνο σε αυτό. Εκτός από τις σχετικές «ανατροπές» τις οποίες θα επιφέρει σε συνήθειες παραδοσιακά εδραιωμένες η χρήση των νέων τεχνολογιών μπορεί να συμβάλει στην προσέγγιση του στόχου ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ- μέσα από τις πολλαπλές αναπαραστάσεις των φαινομένων, την οπτικοποίησή τους, την διερεύνησή τους σε τεχνολογικά περιβάλλοντα προσομοίωσης και κατασκευής μοντέλων - σε πολλά από τα γνωστικά αντικείμενα της διδασκαλίας μας. Σε ορισμένα μάλιστα από αυτά, η συμβολή της θα μπορούσε να είναι αξιοσημείωτη και η χρήση αυτή να έχει ρόλο πρωταγωνιστή. Χρειάζεται ωστόσο να αναζητήσουμε κάποια θέση ευσταθούς ισορροπίας ανάμεσα στην αξιοποίηση των νέων Τεχνολογιών και στην παραδοσιακή εργαστηριακή πρακτική ίσως και να αντισταθούμε στη διαφαινόμενη ροπή.
   Ο Κόσμος του άμεσα αισθητού, οικείος στον νέο άνθρωπο, οφείλει να συνιστά την αφετηρία αλλά και το βασικό όχημα της σοβαρότερης νοησιακής διαδρομής της ζωής του από το ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ στην ΑΦΑΙΡΕΣΗ.
2. Ενστερνιζόμενο την άποψη ότι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση πρέπει να υλοποιείται χωρίς μαθηματικές δομές, εκτιμά ότι στις πρώτες τάξεις της Δευτεροβάθμιας, κατά τη διδασκαλία της Φυσικής οι μαθηματικές σχέσεις πρέπει να κάνουν «προσεκτικά» την εμφάνισή τους χωρίς όμως να τους αποδίδεται κυρίαρχος ρόλος .
   Για τη διδασκαλία στη Β΄ Γυμνασίου προτείνει *επτά* μαθηματικές σχέσεις . Σχέση βάρους και μάζας $F_g = mg$, εξίσωση ορισμού της έννοιας *πυκνότητα* $\rho = m/V$, εξίσωση ορισμού της έννοιας *πίεση* $p= F/A$, εξίσωση για την ισορροπία των ρευστών $p_2 - p_1 = \rho gh$, εξίσωση για την τιμή της άνωσης $A = \rho gV$, νόμος Boyle Mariote $p_1V_1 = p_2V_2$, εξίσωση της θερμιδομετρίας $Q = mc\Delta\theta$.
   Για τη διδασκαλία στην Γ΄ Γυμνασίου προτείνει *δώδεκα* μαθηματικές σχέσεις. Εξίσωση ευθύγραμμης ομαλής κίνησης $x = \upsilon t$, εξισώσεις ορισμού των εννοιών *έργο* και *ισχύς* $W = F x$ και $P = W/t$, εξισώσεις $K = ½m\upsilon^2$ και $U = mgh$ για την κινητική και τη δυναμική ενέργεια, εξισώσεις ορισμού των εννοιών *ένταση ρεύματος* και *διαφορά δυναμικού* $I = q/t$ και $V = W/q$, εξίσωση $P = VI$ για την ηλεκτρική ισχύ, ο νόμος του Ohm $I = V/R$, εξισώσεις για τη σύνδεση αντιστατών, θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής $\upsilon = \lambda f$.
3. Αποσαφηνίζει τη διάκριση των γνωστικών αντικειμένων σε τέσσερις νοητικές κατηγορίες «ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ, ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ, ΕΝΝΟΙΕΣ, ΝΟΜΟΙ-ΘΕΩΡΙΕΣ» αποδίδοντας βαρύτητα σε *υλικά αντικείμενα, φαινόμενα* και *έννοιες*.
4. Υιοθετώντας τη θεώρηση ότι η δόμηση της επιστήμης πραγματοποιήθηκε με διαδρομές άλλοτε «από την εμπειρία, στην οικοδόμηση εννοιών και στη διαμόρφωση θεωριών» και άλλοτε αντίστροφα, επιλέγει – για την εξυπηρέτηση των διδακτικών στόχων σε επίπεδο μαθητών Γυμνασίου - τη «διαδρομή» από την ΕΜΠΕΙΡΙΑ- είτε καθημερινή είτε εργαστηριακή - στις ΕΝΝΟΙΕΣ, στη, μέσω των εννοιών, διαμόρφωση της γλώσσας, και στην αναζήτηση κανονικοτήτων.
   Με την επίγνωση για τη σημασία του ρόλου των ΜΟΝΤΕΛΩΝ και των μαθηματικών, το Πρόγραμμα θεμελιώνεται πάνω στην πεποίθηση ότι «η διδασκαλία της Φυσικής από βαθμίδα σε βαθμίδα – πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια - οφείλει να μοιάζει όλο και περισσότερο με αυτό που είναι η Φυσική » .
5. Εισάγει την ΙΔΕΑ ενός Μικρόκοσμου και την αντίστοιχη ΘΕΩΡΙΑ μέσα από λογικούς συλλογισμούς, θεμελιωμένους στην ΕΜΠΕΙΡΙΑ της ελαστικότητας των αερίων. Καταβάλλεται δηλαδή προσπάθεια η ΙΔΕΑ για έναν Μικρόκοσμο να μην εμφανίζεται ξαφνικά, αδικαιολόγητα και με ύφος ακλόνητης θρησκευτικής αλήθειας, αλλά να καθοδηγείται η σκέψη των διδασκόμενων από τα εμπειρικά γεγονότα προς αυτήν και να εξυπηρετείται έτσι ο γενικότερος στόχος *κατανόηση του «πώς δομείται η επιστήμη»*.
   Στη Β΄ Γυμνασίου η «κατάδυση» στον Μικρόκοσμο έχει ως αφετηρία την εμπειρία της πίεσης ενός αερίου και περιορίζεται σε αδιάκοπα κινούμενα σωματίδια και σε στοιχεία της Κινητικής Θεωρίας των αερίων η οποία αξιοποιείται και για τον συσχετισμό της μετρούμενης θερμοκρασίας με την κίνηση των σωματιδίων.
   Στην Γ΄ Γυμνασίου γίνεται αναφορά σε άτομα, παρουσιάζεται η σχετική θεωρία ότι στα σπλάχνα κάθε ατόμου υπάρχουν μικρότατα σωματίδια – ηλεκτρόνια- ενώ διατηρείται ο σεβασμός στη διάκριση «Μακρόκοσμος των εμπειριών και Μικρόκοσμων των μοντέλων», στον οποίο το σωματίδιο *ηλεκτρόνιο* παίζει έναν ρόλο βασικό.
6. Αξιοποιεί, διδακτικά, στοιχεία από την ιστορική εξέλιξη της επιστήμης.
7. Αποδίδει σημασία τόσο σε ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ σχετιζόμενα με την καθημερινή ζωή όσο και σε φαινόμενα ασυνήθη τα οποία παρατηρούνται στο εργαστήριο

8. Προτείνει η διδασκαλία:
   α. να θεμελιώνεται κυρίως πάνω σε προϋπάρχουσες εμπειρίες – μνήμες των διδασκομένων καθώς και σε ορισμένες γνώσεις για τις Φυσικές Επιστήμες τις οποίες διαθέτουν από τη φοίτηση στο Δημοτικό Σχολείο
   β. να αποδίδει έμφαση σε ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες
   γ. να ενδιαφέρεται για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και να εφαρμόζει μεθόδους διδασκαλίας που ενδεχομένως οδηγούν σε γνωστική σύγκρουση
   δ. να προβλέπει διεργασίες μεταγνώσης
   ε. να περιλαμβάνει ερευνητικές εργασίες – projects – κατά την οκτάμηνη «διαδρομή»
9. Περιγράφει τόσο τους γνωστικούς στόχους όσο και τις "competances" – ικανότητες κλειδιά -που θα πρέπει να επιδιώκονται με τη διδασκαλία ως εφόδιο για την περαιτέρω μάθηση και για την προσωπική και κοινωνική ανάπτυξη των μαθητών.
10. Για τη διδασκαλία στη Β΄ Γυμνασίου προτείνει τη δομή:
    ΓΗ – ΝΕΡΟ- ΑΕΡΑΣ- Η ΖΕΣΤΗ ΚΑΙ ΤΟ ΚΡΥΟ- ΤΟ ΦΩΣ- ΟΥΡΑΝΟΣ , ενώ για την Γ΄ Γυμνασίου την ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ – Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟ ΚΑΙ Ο ΜΑΓΝΗΤΗΣ – ΚΥΜΑΤΑ. Μεριμνά ώστε η ποσότητα των προτεινόμενων για διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων να αντιστοιχεί σε μια χωρίς άγχος διδασκαλία σε 46 περίπου διδακτικές ώρες.
11. Η σύνταξη του Προγράμματος υιοθετεί, τέλος, τη θεώρηση ότι από τα γνωστικά αντικείμενα του Προγράμματος ειδικά οι ΕΝΝΟΙΕΣ συνιστούν στοιχεία ενός δικτύου. Οι προτεινόμενες για διδασκαλία έννοιες διαπλέκονται και παράλληλα δεν αποδίδεται σε όλες η ίδια βαρύτητα.
    Ένας «πρωτεύων» ρόλος αποδίδεται στην έννοια ΕΝΕΡΓΕΙΑ, η οικοδόμηση της οποίας, κατά τη διδασκαλία στην Γ΄ Γυμνασίου, «απλώνεται» σε όλο το Πρόγραμμα αυτής της τάξης και κυριολεκτικά κυριαρχεί. Η απόδοση αυτού του ρόλου στην ενέργεια συνιστά επιλογή της Επιτροπής . Από τις άλλες έννοιες δίνεται έμφαση στην έννοια μάζα και στη σχέση της με το βάρος, στην έννοια *δύναμη* και στη σχέση της με την ενέργεια μέσω του μηχανικού έργου, στην έννοια πίεση ρευστού , έννοια πρωταγωνίστρια κατά τη μελέτη της συμπεριφοράς υγρών και αερίων, και στην έννοια *θερμότητα* η σύνδεση της οποία με τη μεγάλη οικογένεια της ενέργειας γίνεται μεθοδικά και όχι με αφοριστικό τρόπο όπως συμβαίνει σε παλαιότερα Προγράμματα.

Παραθέτουμε, ενδεικτικά την μέσα από τη διδασκαλία προτεινόμενη οικοδόμηση ορισμένων από τις βασικές έννοιες.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΔΥΝΑΜΗ

Κατά τη διδασκαλία στη Β΄ Γυμνασίου.

Αναφερόμενος σε στερεά αντικείμενα, ο διδάσκων επικαλείται την εμπειρία του σπρώχνω και του τραβώ. Η δύναμη παρουσιάζεται ως ΕΝΝΟΙΑ που περιγράφει την ΕΜΠΕΙΡΙΑ του σπρώχνω και του τραβώ. Πέραν αυτού η δύναμη παρουσιάζεται να έχει κάθε στιγμή μία κατεύθυνση με την οποία περιγράφεται το προς τα που του σπρώχνω και του τραβώ. Τέλος με βάση τις παραμορφώσεις τις οποίες προκαλεί σε ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ όπως το ελατήριο μπορούμε να μετρήσουμε την τιμή της.

Η ιδέα ότι η Γη τραβά τα σώματα προς το έδαφος – η οποία συνιστά μια «ανάγνωση» της γνωστής εμπειρίας -οδηγεί στο να δεχθούμε ότι το βάρος ενός σώματος είναι δύναμη ασκούμενη στο σώμα από τον πλανήτη Γη.

Στις ενότητες 2 ΝΕΡΟ και 3 ΑΕΡΑΣ η δύναμη παρουσιάζεται ως ΕΝΝΟΙΑ που περιγράφει την ΕΜΠΕΙΡΙΑ του «ότι κάθε ρευστό σπρώχνει την επιφάνεια κάθε επισκέπτη ακόμα κι αν είναι ακίνητο». Στο σχετικό εννοιολογικό δίκτυο η σπρώχνουσα δύναμη θα συμβάλει στην οικοδόμηση της έννοιας πίεση. Εξάλλου η όλη διδασκαλία συνιστά και μια διαδρομή από την ΕΜΠΕΙΡΙΑ στις ΕΝΝΟΙΕΣ και τα ΜΟΝΤΕΛΑ ανεξάρτητα από το γεγονός ότι ο όρος *μοντέλο* δεν εμφανίζεται συχνά στη διδασκαλία.

Συνοπτικά, στη διδασκαλία της Β΄ Γυμνασίου η δύναμη:
α. περιγράφει την εμπειρία του σπρώχνω και του τραβώ
β. έχει κατεύθυνση
γ. μπορεί να προκαλέσει και παραμόρφωση με βάση την οποία είναι δυνατόν να μετρηθεί η τιμή της.
Εξυπακούεται ότι τα στοιχεία αυτά ΔΕΝ συνιστούν ορισμό της έννοιας *δύναμη*.

Κατά τη διδασκαλία στη Γ΄ Γυμνασίου.

Η εννοιολογική οικοδόμηση εμπλουτίζεται κατά τη διδασκαλία στη Γ΄ Γυμνασίου κατά την οποία η έννοια δύναμη, χωρίς να χάσει τα προηγούμενα χαρακτηριστικά της, παρουσιάζεται ως κάτι γενικότερο: ΑΙΤΙΑ μεταβολής της κίνησης.

Στη σχετική διδασκαλία τα σώματα στα οποία ασκείται είναι μη παραμορφώσιμα – κοντολογίς ΜΟΝΤΕΛΑ – όπως το υλικό σημείο και το rigid body, χωρίς οι όροι αυτοί να αναφέρονται στη διδασκαλία.

Η νέα γενικότερη προσέγγιση «αιτία μεταβολής της κίνησης» εκτός του ότι παρουσιάζει τη θεώρηση της νευτωνικής φυσικής οδηγεί στο να αναγνωριστούν ως δυνάμεις η τριβή ολίσθησης και η αντίσταση του αέρα η δράση των οποίων δεν σχετίζεται με τις εμπειρίες του σπρώχνω και του τραβώ. Από τη σκοπιά της διδασκαλίας

το ότι η τριβή ολίσθησης μπορεί να θεωρηθεί δύναμη θα βασιστεί στην εμπειρία ότι η παρουσία της – ως συνισταμένη- προκαλεί μεταβολή της κίνησης. Το ίδιο ισχύει και για την αντίσταση του αέρα.

Στην ενότητα ΗΛΕΚΤΡΟ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΗΣ - η οποία εμπεριέχει στοιχεία Ηλεκτροστατικής, στοιχεία Ηλεκτροδυναμικής, συνοπτική περιγραφή αλληλεπιδράσεων ρευματοφόρων αγωγών και μαγνητών και το φαινόμενο ηλεκτρομαγνητική επαγωγή – η έννοια μπορεί να περιγράψει τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις ή την αλληλεπίδραση δύο μαγνητικών πόλων με βάση και μόνο το αρχέτυπο του σπρώχνω και του τραβώ. Ωστόσο το σπρώχνω και το τραβώ δεν αρκούν για να περιγραφεί λόγου χάρη η επίδραση ενός ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού στον πόλο μιας μαγνητικής βελόνας. Στη γενική περίπτωση οι ηλεκτρομαγνητικές αλληλεπιδράσεις δεν συνιστούν έλξη ή άπωση.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΜΑΖΑ

Η εμπειρία, η ανάγνωση των εμπειρικών δεδομένων και η οικοδόμηση της έννοιας.

Η εμπειρία. Μαθητές σε ομάδες και δύο όμοια τενεκεδένια κουτιά κρεμασμένα από δύο ισομήκη νήματα, το ένα άδειο, το άλλο γεμάτο. Καλούνται οι μαθητές κάθε ομάδας, μετά από μία μεταξύ τους συζήτηση, να επινοήσουν τρόπο να βρουν ποιο κουτί είναι το γεμάτο. Διαπιστώνεται ότι το γεμάτο κουτί αντιστέκεται περισσότερο. Διαπιστώνεται επίσης –συγκρατώντας καθένα κουτί από τη βάση του έτσι ώστε το νήμα να μην είναι τεντωμένο- ότι το γεμάτο κουτί είναι και βαρύτερο. Οι διαπιστώσεις καταγράφονται σε φύλλο εργασίας.

Η ανάγνωση των εμπειρικών δεδομένων οδηγεί, με την καθοδήγηση του διδάσκοντος, σε τρία συμπεράσματα.

α. Η δυσφορία στη μετακίνηση είναι – γενικώς – για κάθε σώμα διαφορετική

β. Το σώμα που εκδηλώνει μεγαλύτερη δυσφορία έχει και μεγαλύτερο βάρος

γ. Το σώμα που εκδηλώνει μεγαλύτερη δυσφορία εμπεριέχει και περισσότερη ύλη.

Η έννοια. Η διδασκαλία εστιάζεται:

α. Στο ότι η « δυσφορία στη μετακίνηση » περιγράφεται με την έννοια *μάζα*

β. Στο ότι « η μάζα ενός σώματος είναι ανάλογη προς το βάρος του».

γ. Στο ότι «το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα εμπεριέχει και περισσότερη ύλη»

Επισημαίνεται ότι μπορούμε να συγκρίνουμε μάζες – άρα να μετρήσουμε – βασιζόμενοι σε ζυγό. Παρουσιάζεται η μονάδα μέτρησης της Φυσικής για τη μάζα, το 1 kg. Παρουσιάζεται η σχέση Βάρος = Μάζα επί ένταση βαρύτητας με λέξεις και με αλγεβρικά σύμβολα: Fg = mg. Αποσαφηνίζεται ότι η ένταση βαρύτητας, με μονάδα 1 N/ kg, είναι μία ποσότητα που καταγράφει το «πόσο ισχυρή» είναι η βαρύτητα σε κάποια περιοχή και ότι η τιμή της έντασης βαρύτητας είναι 10 N/ kg, περίπου.

Η μάζα ως ποσότητα της ύλης.

Στο μάθημα της Χημείας η μάζα ορίζεται ως ποσότητα της ύλης και όργανο για τη μέτρησή της προτείνεται ο ζυγός και δεν μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι πρόκειται για λάθος. Ο Newton στα Principia αναφέρει παρόμοιο ορισμό . Ωστόσο στη συνέχεια αποσαφηνίζει το «τι επιλέγει από την ύλη για να μετρήσει τη συγκεκριμένη ποσότητα». Και επιλέγει τη «δυσφορία» στις αλλαγές της κίνησης, τη λεγόμενη αδράνεια. Από κει και πέρα η (αδρανειακή) μάζα είναι για τον Newton – στον πρώτο τόμο του Principia – μια ποσότητα που περιγράφει την αδράνεια. Η μάζα είναι γι αυτόν μια «νεογέννητη» έννοια και δεν έχει χωρίς βεβαιότητα για το πώς θα τη μετρά.

Στο Πρόγραμμα Σπουδών για τη Β΄ Γυμνασίου , η σχετιζόμενη με την - θεμελιωδέστερη στις μνήμες σώματος των μαθητών μας - έννοια ΒΑΡΟΣ παρουσιάζεται αμέσως μετά την έννοια ΔΥΝΑΜΗ και η έννοια ΜΑΖΑ – συνδεόμενη με υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης και σχετιζόμενη ασθενέστερα με εμπειρία - ακολουθεί και επιχειρούμε να δείξουμε ότι η (χωρίς πρόταση για άμεση μέτρηση) ΜΑΖΑ είναι ανάλογη προς το (με γνωστό τρόπο μετρούμενο) ΒΑΡΟΣ.

Κατά τη διδασκαλία στη Γ΄ Γυμνασίου.

Ο διδάσκων υπενθυμίζει στους μαθητές ότι στην προηγούμενη τάξη είχαν διδαχθεί την έννοια μάζα ως έννοια η οποία περιγράφει τη δυσφορία που εκδηλώνει ένα ακίνητο σώμα στο να μετακινηθεί. Εμπλουτίζει την έννοια λέγοντας ότι η δυσφορία εκδηλώνεται και όταν το σώμα κινείται και επιδιώκεται αλλαγή της κίνησης. Τη γενικότερη δυσφορία στην αλλαγή την ονομάζει αδράνεια.

Η εμπειρία. Η διδασκαλία εστιάζει στο φαινόμενο ελεύθερη πτώση και ειδικά στο «ταυτόχρονο της πτώσης». Αξιοποιείται είτε ο σωλήνας κενού που ενδεχομένως υπάρχει μαζί με την αντλία στο σχολικό εργαστήριο είτε προσομοίωση σε περιβάλλον ΤΠΕ ή και κάποιο βίντεο. Εξαιρετικό είναι και το βίντεο με τον αστροναύτη David Scott στην επιφάνεια της Σελήνης. Επισημαίνεται ότι ένα οσονδήποτε βαρύ αντικείμενο πέφτει ταυτόχρονα με ένα ιδιαίτερα ελαφρό.

Η ανάγνωση του εμπειρικού δεδομένου. Με βάση το εμπειρικό στοιχείο «ταυτόχρονο της ελεύθερης πτώσης δύο σωμάτων α και β» οι μαθητές καθοδηγούνται σε μία εκτίμηση του τύπου ότι «εάν το βάρος του α είναι 100 – λόγου χάρη -φορές μεγαλύτερο από τα βάρος του άλλου σώματος β και η δυσφορία στην αλλαγή της κίνησης του σώματος α είναι 100 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του β» και να αποδώσουν μεγαλύτερη εγκυρότητα στη γενίκευση που είχαν διδαχθεί στην προηγούμενη τάξη ότι η « η μάζα κάθε σώματος είναι ανάλογη με το βάρος του».

Η ΕΝΝΟΙΑ ΠΙΕΣΗ ΡΕΥΣΤΟΥ

Η έννοια πίεση ρευστού οικοδομείται με υλικό εμπειρίας εμπλουτισμένο από την παρέμβαση της ανθρώπινης θεωρητικής σκέψης, η οποία –λειτουργώντας αφαιρετικά - γεννά τυπικές έννοιες. Ο ορισμός της τιμής της πίεσης βασίζεται στις έννοιες «σπρώχνουσα» δύναμη και εμβαδόν επιφάνειας. Η εξίσωση ορισμού βασίζεται στην εμπειρία και η εμπειρία μας διδάσκει ότι η τιμή της πιεστικής δύναμης:

α. είναι ανάλογη με το εμβαδόν της επιφάνειας στην οποία ασκείται

β. εξαρτάται από μια ιδιότητα του ρευστού, από το «πόσο έντονα μπορεί, στην περιοχή εκείνη, το ρευστό να σπρώχνει τη μονάδα επιφάνειας του πιθανού επισκέπτη».

Η παρέμβαση της θεωρητικής σκέψης. Για την περιγραφή της εντατικής ιδιότητας η σκέψη εισάγει- επινοεί την έννοια πίεση του ρευστού. Η βασιζόμενη σε μετρήσεις αναλογία δύναμης και επιφάνειας οδηγεί στον ορισμό: Πιεστική δύναμη = πίεση Χ εμβαδόν επιφάνειας. Αυτό αποδίδεται με αλγεβρικά σύμβολα με τη σχέση F = pA, στην οποία το p παριστάνει την τιμή κάποιου μεγέθους το οποίο θα λέγεται πίεση. Είναι η εξίσωση ορισμού της πίεσης στην οποία η πίεση ορίζεται από τις έννοιες «πιεστική δύναμη στην επιφάνεια του επισκέπτη» και «εμβαδόν της επιφάνειας του επισκέπτη». Η εξίσωση F = pA ή η ισοδύναμη p = F/A είναι η εξίσωση ορισμού της έννοιας *πίεση ρευστού*. Η p = F/A απαντά μόνο στο ερώτημα «τι λέγεται πίεση ρευστού;» και όχι στο ερώτημα «από τι εξαρτάται η πίεση ενός ρευστού».

Η τιμή της πίεσης ρευστού δεν εξαρτάται από τις τιμές των δύο εννοιών στις οποίες βασίστηκε ο ορισμός της. Οποιοδήποτε και να είναι το μέγεθος της επιφάνειας του επισκέπτη – και πρέπει να είναι τόση ώστε σε όλη την έκτασή της η πίεση να είναι ίδια - εκείνο που θα διαφοροποιείται είναι η τιμή της δύναμης και όχι η τιμή της πίεσης Η πίεση συνιστά ιδιότητα του ρευστού.

Η έννοια «πίεση στο στερεά».

Η έννοια πίεση στα στερεά με τη γενικότερη εκδοχή της (διατμητική τάση και ο σχετικός τανυστής) ενδιαφέρει ιδιαίτερα τη μηχανική καταπόνηση των υλικών, σε τομείς όπως η αντοχή υλικών και η μηχανολογία. Για τη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση η έννοια» «πίεση σε στερεό» εμφανίζει διδακτικό ενδιαφέρον μόνο για την περιγραφή των δράσεων (με την εμπειρία του σπρώχνω) αιχμηρών και πεπλατυσμένων αντικειμένων. Από κει και πέρα η έννοια πίεση σε στερεό στη Μηχανική των στερεών δεν θα αξιοποιηθεί για τη διατύπωση κάποιου νόμου.

Αντίθετα η έννοια πίεση ρευστού συνιστά έννοια πρωταγωνίστρια στη σχετική έρευνα, έννοια χωρίς την οποία δεν θα μπορούσαν να οικοδομηθεί η Φυσική των ρευστών και αυτό πρέπει να φαίνεται με τη διδασκαλία μας. Το Πρόγραμμα εισάγοντας την έννοια ως *πίεση ρευστού* σέβεται αυτήν ακριβώς τη θεώρηση. Εξάλλου

α. η έννοια *πίεση ρευστού* αναφέρεται σε σημείο στο εσωτερικό του ρευστού σώματος κάτι που δεν μπορεί να έχει αντίστοιχο νόημα για ένα στερεό σώμα.

β. Η τιμή μιας πίεσης που δημιουργείται με ένα αιχμηρό στερεό αντικείμενο διαμορφώνεται από την ασκούμενη δύναμη και από το μέγεθος της επιφάνειας ενώ η τιμή της πίεσης ρευστού δεν διαμορφώνεται από δύναμη και εμβαδόν επιφάνειας.

Η συγκεκριμένη διαφοροποίηση αν δεν επισημανθεί οδηγεί σε εννοιακές συγχύσεις.

Η συγκεκριμένη παρουσίαση με αποδιδόμενη έμφαση στο «πίεση του ρευστού» επιδιώκει να αντιμετωπίσει και τη γλωσσική διαφοροποίηση από τη γλώσσα της καθημερινής ζωής αλλά και την αναγνώριση της διαφοράς των εννοιών δύναμη και πίεση. Στη γλώσσα της καθημερινής ζωής λέμε ασκείται πίεση. Στη γλώσσα της επιστήμης λέμε «η δύναμη ασκείται» και όχι «η δύναμη του σώματος», λέμε «η πίεση του νερού» και όχι « ασκείται πίεση».

Την έννοια πίεση σε στερεό το Πρόγραμμα την παρουσιάζει παρενθετικά για να αξιοποιήσει τις δυνατότητες της να περιγράφει τη δράση αιχμηρών αντικειμένων, αναφερόμενη σε τρέχουσα καθημερινή εμπειρία με νύχια της γάτας που γρατζουνάνε, γόβα στιλέτο, πινέζες, μαχαίρια, τσεκούρια και άλλα «επικίνδυνα» αντικείμενα, αλλά και να θυμίζει ότι το νευρικό μας σύστημα ανιχνεύει πίεση και όχι δύναμη.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΕΡΓΟ

Κατά τη διδασκαλία στη Γ΄ Γυμνασίου.

Το πρώτο βήμα. Επίκληση του υδραυλικού πιεστηρίου το οποίο έχει διδαχθεί σε προηγούμενη τάξη. Εστίαση στο ότι με τη μηχανή αυτή μπορούμε να αυξήσουμε μια δύναμη ενώ συγχρόνως μολονότι κερδίσουμε σε δύναμη χάνουμε σε μετατόπιση. Αναφορά στον «πανάρχαιο» μοχλό. Ο μοχλός μας διδάσκει τον πανάρχαιο κανόνα - όσο κερδίζουμε σε δύναμη χάνουμε σε δρόμο.

Το δεύτερο βήμα. Ο μετασχηματισμός των παραπάνω στο ότι «με μια μηχανή μπορούμε να αυξήσουμε μια δύναμη αλλά δεν μπορούμε να αυξήσουμε το γινόμενο δύναμη επί μετατόπιση».

Το τρίτο βήμα. Προσομοιώσεις. Νέες τεχνολογίες. Το γινόμενο δύναμη επί μετατόπιση είναι ανάλογο προς την ποσότητα καυσίμου που ξοδεύτηκε.

Το τέταρτο βήμα. Το γινόμενο «δύναμη επί μετατόπιση», μπορεί να θεωρηθεί ανάλογο προς κάτι που ξοδεύει ο εργαζόμενος για την πραγματοποίηση της μετατόπισης.

Το πέμπτο βήμα. Η κρίσιμη ιδέα. Το γινόμενο «δύναμη επί μετατόπιση» συνιστά ποσότητα ενός αόρατου «κάτι» που μεταβιβάζεται από το σώμα του μοχθούντος στο μετατοπιζόμενο αντικείμενο. Το «κάτι» είναι ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Το γινόμενο «δύναμη επί μετατόπιση» λέγεται ΕΡΓΟ. Διδασκαλία με επιδίωξη να αντιμετωπιστεί η εννοιακή σύγχυση ανάμεσα στις έννοιες, δύναμη και μεταβιβαζόμενη ενέργεια και οι σχετικές εναλλακτικές ιδέες.

Η μεταβίβαση ενέργειας με έργο δύναμης μπορεί να θέσει ένα σώμα σε κίνηση ή και να ανυψώσει ένα σώμα. Η εξίσωση ορισμού W = F x. Η μονάδα ένα τζάουλ.

Το έκτο βήμα Η μεταβίβαση ενέργειας με έργο δύναμης μπορεί να θερμάνει ένα σώμα.

Καθημερινή εμπειρία. Η τρόμπα ποδηλάτου. Καθώς φουσκώνουμε το λάστιχο αυξάνεται η θερμοκρασία

Εργαστηριακή εμπειρία. Το πείραμα του Joule. Παρουσίαση του πειράματος με τα πτερύγια με προσομοίωση. Η ποσότητα έργου που προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας ενός σώματος ίση με αυτή που θα προκαλούσε και μια μονάδα θερμότητας είναι πάντα ίδια. Ισοδυναμία έργου και θερμότητας.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Κατά τη διδασκαλία στη Β΄ Γυμνασίου.

Η θερμότητα παρουσιάζεται ως έννοια αναγκαία στο να ερμηνεύει και να προβλέπει ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ, για την ερμηνεία και την πρόβλεψη των οποίων τα οποία δεν αρκεί η έννοια θερμοκρασία. Το τι θα συμβεί, λόγου χάρη, κατά την ανάμειξη δύο υγρών διαφορετικής θερμοκρασίας η οποία καταλήγει σε θερμική ισορροπία δεν είναι δυνατόν να προβλεφθεί μόνο με την έννοια θερμοκρασία. Η θερμοκρασία δεν είναι «κάτι» που μεταβιβάζεται από το ένα σώμα στο άλλο.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει με την ταχύτητα ενός σώματος το οποίο συγκρούεται με άλλο. Η ταχύτητα δεν μεταβιβάζεται, ενώ κάτι που μεταβιβάζεται είναι η ορμή και η ενέργεια.

Η θερμότητα παρουσιάζεται ως «κάτι» το οποίο ρέει - άγεται , μέσα από την ύλη - με συγκεκριμένη κατεύθυνση από ένα σώμα ορισμένης θερμοκρασίας σε ένα άλλο σώμα με χαμηλότερη θερμοκρασία. Η θερμότητα παρουσιάζεται και ως ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί. Οι ποσότητες θερμότητας που ρέουν από μια πηγή θερμικής παροχής σε ένα ψυχρότερο σώμα θεωρούνται ανάλογες με τα χρονικά διαστήματα της παροχής.

Είναι βέβαια γεγονός κατά την εξέλιξη σχετικών φαινομένων όπως η θέρμανση «κάτι» ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΕΤΑΙ από το σώμα Α στο σώμα Β. Το «μεταβιβάζεται» - η καλύτερη ίσως απόδοση του αγγλικού transfer υποδηλώνει ότι το σώμα Α έχει λιγότερη ποσότητα από αυτό το κάτι ενώ το σώμα Β έχει περισσότερη ποσότητα, όπως κάποιος που μεταβιβάζει την περιουσία του σε έναν άλλον. Το «μεταβιβάζεται» εμπεριέχει και μια λογική «διατήρησης».

Το ότι αυτό που μεταβιβάζεται είναι ΕΝΕΡΓΕΙΑ θα διδαχθεί στην Γ΄ Γυμνασίου προκειμένου να αποφευχθεί η συνήθης ουρανοκατέβατη – και χωρίς κανένα επιχείρημα - διατύπωση « η θερμότητα είναι μορφή μεταβιβαζόμενης ενέργειας» τη στιγμή που ο διδασκόμενος δεν γνωρίζει τι ακριβώς σημαίνει ενέργεια. Εξάλλου για τη μελέτη όλων των φαινομένων που έχουν επιλεγεί η ενεργειακή υπόσταση της θερμότητας δεν είναι αναγκαία.

Κατά τη διδασκαλία στην Γ΄ Γυμνασίου

Η εννοιολογική οικοδόμηση της έννοιας θερμότητα εμπλουτίζεται κατά τη διδασκαλία στη Γ΄ Γυμνασίου, αφού προηγηθεί η διδασκαλία της έννοιας μεταβιβαζόμενη ενέργεια – έργο δύναμης. Μέσα από την εμπειρία των σχετικών μηχανών η θερμότητα παρουσιάζεται ότι είναι κάτι σαν το έργο δύναμης, αλλά αυτό γίνεται με διδασκαλία που επικαλείται επιχειρήματα όσο γίνεται πιο πειστικά.

Είναι πριν απ' όλα η εμπειρία της ατμομηχανής. Η ροή θερμότητας προς μια ποσότητα νερού προκαλεί δημιουργία ατμών οι οποίοι σπρώχνουν και θέτουν κάποιο έμβολο σε κίνηση. Η θερμότητα δηλαδή «κάνει» ότι και το έργο. Από την άλλη το έργο μιας δύναμης μπορεί να προκαλέσει ότι και η θερμότητα, αύξηση της θερμοκρασίας.

Αυτό βέβαια δεν είναι αρκετό γι αυτό και οι άνθρωποι ενώ ήξεραν τι συμβαίνει με τις μηχανές ατμού καθυστέρησαν να αποφανθούν οριστικά ότι η θερμότητα είναι «κάτι σαν το έργο».Έπρεπε να επινοηθεί τρόπος ώστε μέσα από ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ κάθε φορά που μια μονάδα έργου μετατρέπεται σε θερμότητα να εμφανίζεται «καταμετρημένη» η ίδια πάντα ποσότητα θερμότητας. Και αυτό το κατάφερε ο Joule. Επινόησε μια σειρά από διατάξεις με τις οποίες- χρησιμοποιώντας θερμόμετρα, μετροταινίες και ζυγαριές - απέδειξε μέσα από μετρήσεις ότι μια μονάδα έργου αντιστοιχεί πάντοτε στην ίδια ποσότητα θερμότητας.

Η θεώρηση ότι η θερμότητα είναι μεταβιβαζόμενη ενέργεια, ή ακόμα καλύτερα μηχανισμός μεταβίβασης ενέργειας, εμπλουτίζει τη διδακτική παρουσίαση του «μεταβιβαζόμενη ενέργεια».

Ο διδάσκων συνοψίζοντας ότι «Η μεταβίβαση ενέργειας σε ένα σώμα μπορεί α. να θέσει το ακίνητο σώμα σε κίνηση β. να ανυψώσει το σώμα γ. να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος» μπορεί να οδηγήσει τη σκέψη των μαθητών και στο ότι «αυτό που προσφέρει μια μπαταρία στο λαμπάκι ή στο μοτεράκι» είναι «μεταβιβαζόμενη ενέργεια».

Η ΕΝΝΟΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στην Γ΄ Γυμνασίου

Η συγκεκριμένη έννοια α. υπάρχει στις γνωστικές αποσκευές των διδασκομένων ως όρος με πολλές σημασιακές αποχρώσεις, σε οικονομία, οικολογία, μηχανολογία, φυσιολογία και γενικότερα στην καθημερινή πρακτική β. διαθέτει ενοποιητική δυνατότητα προσφέροντας κοινή γλώσσα σε διαφορετικές επιστήμες γ. είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στο να περιγράφει τις δύο βασικές εκδηλώσεις της ύλης, την κίνηση και την αλληλεπίδραση, ενώ συγχρόνως δ. είναι αναγκαία για να οδηγήσει στην κατανόηση σύγχρονων κοινωνικών προβλημάτων, ανάμεσα στα οποία ιδιαίτερα σημαντικό είναι η ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.

Μολονότι ξεκίνησε ως κινητική ενέργεια και έργο η έννοια ενέργεια - μέσα από την εργαστηριακή δραστηριοποίηση και την αφηρημένη σκέψη των φυσικών - ενοποίησε «κάτω από το σκήπτρο της» εκδηλώσεις της ύλης όπως ο ηλεκτρισμός, το φως, ο ήχος, η λειτουργία του ανθρώπινου σώματος, η «δύναμη» που κρύβεται σε ένα ζεστό σώμα, η «δύναμη» που κρύβεται μέσα στις τροφές και στα καύσιμα και η «δύναμη» που απελευθερώνεται σε πυρηνικές αντιδράσεις. Και παράλληλα έγινε μια φυσική οντότητα η οποία μπορούμε να μετρήσουμε και η οποία κατά την εξέλιξη των πραγμάτων ποσοτικά διατηρείται και ποιοτικά υποβαθμίζεται. Τον 20ο αιώνα ο αρχικός ορισμός της έννοιας ως « δυνατότητα ενός σώματος-συστήματος να εκτελεί έργο» ουσιαστικά εγκαταλείφθηκε και τα σχολικά προγράμματα προτείνουν να διδάσκεται χωρίς συγκεκριμένο ορισμό αλλά να παρουσιάζεται ως κάτι το οποίο μεταβιβάζεται, αλλάζει μορφές, διατηρείται και υποβαθμίζεται. Πρέπει, με άλλα λόγια, να διδάξουμε κάτι που δεν ορίζεται. Κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό να το γνωρίζει και να το διαχειρίζεται τόσο ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης ο οποίος θα κληθεί να πάρει κρίσιμες αποφάσεις, όσο και ο ερευνητής.

Η διδασκαλία της προτείνεται να γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο παρουσιάζεται η ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ και στο δεύτερο η έννοια ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ. Με τη συγκεκριμένη επιλογή επιδιώκεται να απαλειφθούν συγχύσεις που κυριαρχούν στους μαθητές για τις οποίες ευθύνονται και ορισμένα Προγράμματα Σπουδών του παρελθόντος στα οποία ως . «μορφές ενέργειας» μαζί με τη μηχανική ενέργεια και τη χημική ενέργεια αναφέρονται η ηλεκτρική ενέργεια και η «φωτεινή» ενέργεια.

Η προτεινόμενη παρουσίαση αποσαφηνίζει ότι το μηχανικό έργο, η θερμότητα, το ηλεκτρικό έργο – για το οποίο θα διατηρήσουμε τον όρο ηλεκτρική ενέργεια- και η ακτινοβολία σχετίζονται με ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ενώ καθεμία από τις έννοιες κινητική ενέργεια, δυναμική ενέργεια, θερμική ενέργεια, και χημική ενέργεια συνιστά ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ-ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Όπως και για τη διδασκαλία των εννοιών μηχανικό έργο και θερμότητα στην οποία αναφερθήκαμε παραπάνω, η διδασκαλία ηλεκτρικής ενέργειας και ακτινοβολίας θεμελιώνεται επίσης μέσα από τη «διαδρομή» «από την ΕΜΠΕΙΡΙΑ στις ΕΝΝΟΙΕΣ και στη - μέσω εννοιών – διαμόρφωση της γλώσσας».

Ενέργεια μεταβιβαζόμενη από μια ηλεκτρική στήλη.

Η εμπειρία. Η μπαταρία και το μοτεράκι. Η μπαταρία συμβάλλει ώστε το μοτεράκι να τεθεί σε κίνηση. Προκαλεί στο μοτεράκι «ότι και η μεταβίβαση ενέργειας με μηχανικό έργο».

Η μπαταρία και το λαμπάκι. Η μπαταρία συμβάλλει ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του. Προκαλεί στο λαμπάκι «ότι και η μεταβίβαση ενέργειας με θερμότητα».

Η θεωρητική σκέψη. Από τη μπαταρία μεταβιβάζεται- προς το μοτεράκι ή προς το λαμπάκι- ενέργεια.

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η εμπειρία Το φως πέφτει στην επιφάνεια ενός αντικειμένου και προκαλεί ότι και η θερμότητα, αυξάνει τη θερμοκρασία. Το ακτινόμετρο του Crookes. Το φως πέφτει σε φωτοβολταϊκό στοιχείο και το μετατρέπει σε ηλεκτρική στήλη, πέφτει σε ηλιακό αυτοκίνητο και το κινεί.

Η θεωρητική σκέψη: Το φως - και γενικότερα η ακτινοβολία- είναι ενέργεια μεταβιβαζόμενη. Επισημαίνεται η διαφορά θερμότητας και ακτινοβολίας.

Στο δεύτερο τμήμα της ενότητας με ανάλογο τρόπο παρουσιάζονται οι έννοιες κινητική ενέργεια, δυναμική ενέργεια, θερμική ενέργεια και χημική ενέργεια.

Σε ένα τρίτο τμήμα της ενότητας παρουσιάζεται και το ζήτημα « ΕΝΕΡΓΕΙΑ και ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΣ» το οποίο θα οδηγήσει στην έννοια πυρηνική ενέργεια μία ακόμα ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ-ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Β΄ Γυμνασίου

Ενότητα 1 ΓΗ 6 διδακτικές ώρες
Ενότητα 2 ΝΕΡΟ 8 διδακτικές ώρες
Ενότητα 3 ΑΕΡΑΣ 8 διδακτικές ώρες
Ενότητα 4 Η ΖΕΣΤΗ ΚΑΙ ΤΟ ΚΡΥΟ 10 διδακτικές ώρες
Ενότητα 5 ΤΟ ΦΩΣ 9 διδακτικές ώρες
Ενότητα 6 Ο ΟΥΡΑΝΟΣ 5 διδακτικές ώρες

Γ΄ Γυμνασίου

Ενότητα 1 Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 4 διδακτικές ώρες
Ενότητα 2 ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 7 διδακτικές ώρες

Ενότητα 3 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ 14 διδακτικές ώρες
Ενότητα 4 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟ ΚΑΙ Ο ΜΑΓΝΗΤΗΣ 15 διδακτικές ώρες
Ενότητα 5 ΚΥΜΑΤΑ 6 διδακτικές ώρες

Σχολική φυσική και μαθηματικά: τα προβλήματα των προβλημάτων

Νίκος Κανδεράκης
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας (εξωτερικός συνεργάτης),
nikanderakis@yahoo.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία ασχολείται με την κατανόηση και τη χρήση από τους μαθητές των μαθηματικών εκφράσεων και εξισώσεων της σχολικής φυσικής. Μετά από μια συνοπτική εξιστόρηση της υιοθέτησης των μαθηματικών από τη νεώτερη φυσική, η οποία αναδεικνύει τον κεντρικό ρόλο που αυτά έπαιξαν στη συγκρότησή της, το ζήτημα αρχικά εξετάζεται εμπειρικά. Εξετάζονται οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στη χρήση των μαθηματικών της σχολικής φυσικής, όπως αυτές αποκαλύπτονται από τις έρευνες της διδακτικής των φυσικών επιστημών, και οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στο νόημα των μαθηματικών παραστάσεων και εξισώσεων. Εν συνεχεία το ζήτημα εξετάζεται θεωρητικά. Γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση θεωρητικών προβληματισμών από τους ερευνητές της διδακτικής των επιστημών, σχετικά με τις ιδιομορφίες των μαθηματικών της φυσικής, και το ρόλο τον οποίο αυτά παίζουν στις πρακτικές της φυσικής. Επίσης εξετάζεται η διαδικασία της κατασκευής και της χρήσης φυσικών και μαθηματικών μοντέλων κατά τη λύση αυθεντικών προβλημάτων φυσικής. Τέλος, δίδονται διδακτικές προτάσεις για τη διαχείριση του νοήματος των μαθηματικών εκφράσεων στη σχολική τάξη, με σκοπό να βοηθηθούν οι μαθητές στη λύση προβλημάτων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό στους εκπαιδευτικούς ότι μεγάλο ποσοστό μαθητών δυσκολεύεται με τα μαθηματικά της φυσικής. Κατά κανόνα, ως αίτιο θεωρούνται οι ελλείψεις στις μαθηματικές γνώσεις των μαθητών. Είναι όμως έτσι; Σχετικές έρευνες από όλο τον κόσμο επιβεβαιώνουν τις δυσκολίες των μαθητών με τα μαθηματικά της φυσικής, δείχνουν όμως ότι το πρόβλημα βρίσκεται όχι τόσο στις αλγοριθμικές μαθηματικές διεργασίες, όσο στη διαχείριση του νοήματος των μαθηματικών εκφράσεων. Στο κείμενο θα διερευνηθούν τα ζητήματα αυτά από διάφορες οπτικές γωνίες. Στην αρχή γίνεται μια σύντομη περιήγηση στην ιστορία της εισαγωγής των μαθηματικών στη φυσική, με σκοπό να δειχθεί τόσο η σημασία που αυτά έχουν στη συγκρότηση της φυσικής ως επιστήμης, όσο και ο ιδιαίτερος ρόλος που έχουν στη φυσική. \Στη συνέχεια γίνεται μια συνοπτική επισκόπηση της βιβλιογραφίας που εξετάζει τα προβλήματα που έχουν οι μαθητές με τα μαθηματικά της δευτεροβάθμιας φυσικής, καθώς και μια γρήγορη ανασκόπηση των θεωρητικών αναζητήσεων για το ίδιο θέμα. Επίσης εξετάζεται η διαδικασία της μοντελοποίησης για τη λύση αυθεντικών προβλημάτων φυσικής, καθώς και ο ρόλος των μαθηματικών στη διαδικασία αυτή. Τέλος γίνονται κάποιες διδακτικές προτάσεις, οι οποίες όμως απαιτούν περεταίρω έρευνα για να γίνουν υλοποιήσιμες στη διδακτική πράξη.

Η ΦΥΣΙΚΗ ΥΙΟΘΕΤΕΙ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Η αριστοτελική φυσική είναι ποιοτική. Για τον Αριστοτέλη και τους αριστοτελικούς φιλόσοφους η φύση του υποσελήνιου κόσμου (του κόσμου μέσα στον οποίο ζούμε) είναι χαώδης και ακατάστατη και δεν επιδέχεται μαθηματική περιγραφή. Παρόλα αυτά, ήδη από την αρχαιότητα, οι μαθηματικοί, με κυρίαρχη φιγούρα τον Αρχιμήδη, κατορθώνουν να περιγράψουν μαθηματικά τον κόσμο των απλών μηχανών, δημιουργώντας έτσι την επιστήμη της στατικής. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατασκευή απλοποιημένων γεωμετρικών μοντέλων των καταστάσεων που εξετάζουν, π.χ. μια οριζόντια ράβδος θεωρείται αβαρής και αναπαρίσταται γεωμετρικά με ένα ευθύγραμμο τμήμα, ένα βάρος αναπαρίσταται με ένα μαθηματικό σημείο κλπ (Lindberg 1997, Χριστιανίδης 2003).

Τον 17ο αιώνα ο Γαλιλαίος, ο οποίος θαυμάζει και μιμείται τον Αρχιμήδη, επεκτείνει την τεχνική αυτή στην περιοχή της (τοπικής) κίνησης, η οποία μέχρι τότε εξετάζονταν με ποιοτικές διπολικές έννοιες (αργό – γρήγορο) και λεκτικούς ισχυρισμούς και επιχειρήματα. Ο Γαλιλαίος κατασκευάζει ευφάνταστα γεωμετρικά μοντέλα για να αναπαραστήσει τα στοιχεία των κινήσεων που εξετάζει (χρόνο, απόσταση, ταχύτητα κλπ), και χρησιμοποιεί το οπλοστάσιο της γεωμετρίας για να επεξεργασθεί τις σχέσεις μεταξύ τους. Ταυτόχρονα εκτελεί πειράματα για να καθοδηγεί την θεωρητική του εργασία, αλλά και να επιβεβαιώνει τα συμπεράσματά του (Galileo 1978). Τον δρόμο του Γαλιλαίου θα ακολουθήσει και ο Νεύτωνας, ο οποίος εξετάζει μαθηματικά, μεταξύ άλλων, την κίνηση των πλανητών και τα αίτια που τη δημιουργούν. Ενώ όμως παρουσιάζει τα αποτελέσματα της δουλειάς του (στα Principia) με τη γλώσσα της ευκλείδειας γεωμετρίας, στην πραγματικότητα τα έχει επεξεργασθεί με πιο σύγχρονες μαθηματικές τεχνικές: την άλγεβρα και τον (δημιουργημένο από τον ίδιο) απειροστικό λογισμό (Westfall 1983).

Τον 18ο αιώνα, οι μαθηματικοί της ηπειρωτικής Ευρώπης (Varignon, Johann και Daniel Bernoulli, Clairaut, d'Alembert, Euler, Lagrange κ.α) επεκτείνουν τη νευτώνεια μηχανική σε νέες περιοχές του φυσικού

κόσμου, και συγχρόνως την επαναδιατυπώνουν σταδιακά στη γλώσσα της άλγεβρας. Αρχικά, επειδή η διαίρεση και ο πολλαπλασιασμός ετεροειδών μεγεθών είναι μαθηματικά απαγορευμένα (μπορείς π.χ. να διαιρέσεις μόνο καθαρούς αριθμούς ή ομοειδή μεγέθη), οι μαθηματικές εξισώσεις της μηχανικής γράφονται με τη μορφή αναλογιών (Ravetz 1961). Για παράδειγμα, η σχέση μεταξύ της επιτάχυνσης φ, της ταχύτητας u και του χρόνου t γράφεται

$$du1:du2 :: \varphi1:\varphi2\cdot dt1:dt2 \text{ , δηλαδή } du1/du2 = \varphi1/\varphi2\cdot dt1/dt2.$$

Σύντομα όμως, λόγω και του όγκου των εξισώσεων που γράφονται στα κείμενα της μηχανικής, οι μαθηματικοί απλοποιούν τις εκφράσεις αυτές με συντομογραφίες που είναι όμοιες με τις σημερινές εξισώσεις. Στη θέση της παραπάνω έκφρασης π.χ. γράφουν $du = \varphi\cdot dt$, έχοντας πάντα επίγνωση ότι αυτή είναι μια συντομογραφία της σωστής έκφρασης, δηλαδή της αναλογίας. Ο d'Alembert π.χ., αναφερόμενος στην εξίσωση $u = de/dt$, όπου e είναι το διανυόμενο διάστημα, γράφει:

Έτσι, αυτός ο τρόπος έκφρασης ο τόσο κοινός στους μηχανιστές, ότι η ταχύτητα είναι ίση με το διάστημα διαιρούμενο με το χρόνο, δεν είναι παρά μια συντομογραφική έκφραση για να λέμε ότι οι ταχύτητες δύο σωμάτων που κινούνται ομοιόμορφα, είναι μεταξύ τους όπως τα διαστήματα που διανύουν αυτά τα σώματα, διαιρεμένα με τους χρόνους που χρειάζονται για να τα διανύσουν… (d'Alembert 1758 σελ. 16).

Προς το τέλος του 18ου αιώνα και τις αρχές του 19ου αιώνα, με τη δημιουργία αυτοσχέδιων συστημάτων μονάδων από διάφορους ερευνητές (π.χ. τον Euler), και την εύρεση τεχνικών διαχείρισης των μονάδων και των διαστάσεων, ο τρόπος αυτός γραφής γίνεται και μαθηματικά νόμιμος.

Η σύντομη αυτή ιστορική περιήγηση φωτίζει δύο προβλήματα στη μάθηση της φυσικής που συνήθως δεν αναγνωρίζουμε. Το πρώτο έχει σχέση με τις υπόρρητες παραδοχές και τεχνικές που συνδέονται με τη χρήση των μαθηματικών εξισώσεων στη φυσική, δηλαδή τα συστήματα μονάδων και τις τεχνικές διαχείρισης των μονάδων και των διαστάσεων, για τις οποίες οι έλληνες μαθητές έχουν εξαιρετικά ατελή γνώση. Το δεύτερο έχει να κάνει με το ότι τα μαθηματικά της φυσικής (και της σχολικής φυσικής) εφαρμόζονται όχι πάνω στον πραγματικό κόσμο, αλλά σε απλοποιημένα μοντέλα του πραγματικού κόσμου, και ότι γι' αυτό οι μαθητές έχουν πλήρη άγνοια.

Επίσης μας δείχνει ότι τα μαθηματικά είναι αναπόσπαστο τμήμα της νεώτερης φυσικής. Δεν είναι μόνο ένα εργαλείο για την εφαρμογή των θεωριών και των συστατικών τους (αρχών και νόμων) στο φυσικό κόσμο, αλλά και δομικό συστατικό των εννοιών και των προτάσεών της φυσικής. Πολλές έννοιες της φυσικής π.χ. έχουν ενσωματώσει μαθηματικές διεργασίες προκειμένου να ποσοτικοποιηθούν και να γίνουν διαχειρίσιμες μαθηματικά. Πιο συγκεκριμένα, διακριτές ποιοτικές κατηγορίες της καθημερινής γλώσσας (π.χ. γρήγορο – αργό), με τη βοήθεια των μαθηματικών, μετασχηματίζονται σε συνεχείς-ποσοτικές επιστημονικές έννοιες (π.χ. ταχύτητα) οι οποίες μπορούν να επεξεργασθούν με μαθηματικές διεργασίες (Lemke 2002, Pietrocola 2008). Επομένως, αμιγώς ποιοτική φυσική δεν μπορεί να υπάρξει. Αυτό που παίζεται στη σχολική τάξη είναι το εύρος και το επίπεδο της μαθηματικοποίησης της φυσικής που διδάσκεται, αλλά και με ποιο τρόπο χρησιμοποιούνται και κατανοούνται τα μαθηματικά της.

ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ;

Διάφορες έρευνες σε όλο τον κόσμο έχουν δείξει ότι υπάρχουν προβλήματα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με τα μαθηματικά της σχολικής φυσικής. Τα προβλήματα αυτά έχουν σχέση είτε με τις δυσκολίες κατανόησης του νοήματος των μαθηματικών αυτών από τη μεριά των μαθητών, είτε με τους τρόπους διαχείρισής τους από τα εκπαιδευτικά προγράμματα και τους εκπαιδευτικούς.

Κατ' αρχάς, η φυσική θεωρείται από τους μαθητές ιδιαίτερα δύσκολο μάθημα (Osborne & Collins 2004, Carlone 2003, Angell et al 2004, Angell et al 2008). Γιατί; Έχει υποστηριχθεί (Angell et al 2008) ότι αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι ο μαθητής στη φυσική πρέπει να διαχειρίζεται με άνεση πολλές και διαφορετικών τύπων αναπαραστάσεις. Τέτοιες είναι οι λεκτικές περιγραφές, οι μαθηματικοί τύποι, τα γραφήματα, τα πειράματα, τα σχήματα και οι εικόνες. Επίσης πρέπει να πραγματοποιεί μεταφράσεις-μεταγραφές από τη μια αναπαράσταση στην άλλη. Στην έρευνα των Angell, Guttersrud, Henriksen & Isnes (2004), αυτό φαίνεται να το επιβεβαιώνουν και οι ίδιοι οι μαθητές. Θεωρούν ότι η άλγεβρα που χρησιμοποιεί ο καθηγητής στον πίνακα είναι απλή και κατανοητή, αλλά ότι οι ίδιοι δεν έχουν την εμπειρία να βρουν τις σωστές εξισώσεις και να κάνουν τους απαραίτητους μαθηματικούς χειρισμούς. Παρόλα αυτά, ενώ οι καθηγητές παραπονούνται για φτωχές μαθηματικές δεξιότητες, οι μαθητές θεωρούν ότι το πρόβλημα δε βρίσκεται εκεί. Θα προτιμούσαν όμως μια περισσότερο ποιοτική και με έμφαση στις έννοιες διδασκαλία.

Μια βιβλιογραφική επισκόπηση που πραγματοποίησε στις ΗΠΑ ο Tuminaro (2004), εστιάζεται στην κατανόηση και στη χρήση από τους μαθητές των ίδιων των μαθηματικών εξισώσεων και των δομικών συστατικών τους. Αυτά είναι: το σύμβολο της ισότητας, οι μεταβλητές, και οι σχέσεις των μεταβλητών μεταξύ τους. Όπως καταγράφεται στη βιβλιογραφία, οι μαθητές:

- Χρησιμοποιούν το σύμβολο της ισότητας ως τελεστή ('κάνε κάτι'), και όχι ως αριθμητική ισοδυναμία. Π.χ. το 'ίσον' στην εξίσωση $F=m\cdot a$ ερμηνεύεται ως 'υπολογίζω τη δύναμη'.
- Δυσκολεύονται να μεταφράσουν λεκτικές εκφράσεις σε εξισώσεις. Δηλαδή να κατασκευάσουν ένα μαθηματικό μοντέλο της αντίστοιχης φυσικής κατάστασης.

- Έχουν πρόβλημα με τη φυσική-αιτιακή ανάγνωση των εξισώσεων με πολλές μεταβλητές. Π.χ. στην εξίσωση $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ δίνουν μια χρονολογική αιτιακή ερμηνεία: πρώτα αυξάνεται η θερμοκρασία, μετά η πίεση και στη συνέχεια ο όγκος.
- Ερμηνεύουν συντακτικά και όχι σημασιολογικά τις λεκτικές εκφράσεις. Π.χ. μεταγράφουν αλγεβρικά τη σύνταξη και όχι το νόημα των λεκτικών εκφράσεων.

Μια άλλη έρευνα, η οποία έγινε από τους Karam και Pietrocola σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Βραζιλίας, έδειξε ότι:

- Οι μαθητές δεν κατανοούν το φυσικό νόημα των εξισώσεων.
- Στη φυσική, τα μαθηματικά κατά κανόνα θεωρούνται μόνο ως εργαλείο για τη λύση των προβλημάτων.
- Οι μαθηματικές έννοιες της φυσικής διδάσκονται χωρίς να συσχετισθούν με τα φυσικά προβλήματα που τις δημιούργησαν.
- Οι μαθητές απομνημονεύουν τις εξισώσεις αντί να τις συνάγουν από τις αρχές της φυσικής (Karam & Pietrocola 2009).

Οι Bagno, Berger και Eylon (2008) πραγματοποίησαν έρευνα σε γερμανούς μαθητές Λυκείων σχετικά με την κατανόηση των μαθηματικών εξισώσεων της φυσικής. Οι ερευνητές αξιολόγησαν την κατανόηση από μια ποικιλία δραστηριοτήτων που έδωσαν στους μαθητές και οι οποίες απαιτούν σκέψη. Μετά τη διδασκαλία της κινηματικής και της δυναμικής, στους μαθητές δόθηκαν οι εξισώσεις $x = xo+vot+1/2at2$ και $\sum F = ma$, και τους ζητήθηκε: να περιγράψουν το νόημα όλων των περιλαμβανομένων παραστάσεων (π.χ. vot), να δώσουν τις συνθήκες εφαρμογής κάθε εξίσωσης, και να δείξουν ότι οι μονάδες στα δύο μέρη κάθε εξίσωσης είναι ίδιες. Τα σημαντικότερα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

- Οι περιγραφές των εξισώσεων και των μεγεθών από τους μαθητές ήταν γενικές και ασαφείς. Π.χ. περιέγραφαν το $\sum F$ στην εξίσωση $\sum F = ma$ ως τη «δύναμη».
- Υπήρχαν δυσκολίες στην καταγραφή των συνθηκών εφαρμογής των εξισώσεων. Π.χ. οι μαθητές δεν ανέφεραν ότι η εξίσωση $x = x_o+v_ot+1/2\ at^2$ ισχύει μόνο όταν η επιτάχυνση είναι σταθερή.
- Υπήρχαν δυσκολίες στο χειρισμό των μονάδων σε μια εξίσωση.

Πέρα από τις έρευνες, υπάρχει μια αρκετά διαδεδομένη εκτίμηση των ελλήνων εκπαιδευτικών ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες στη διαχείριση των μαθηματικών εξισώσεων της φυσικής. Η συνήθης ερμηνεία είναι ότι οι δυσκολίες αυτές οφείλονται στις ελλείψεις στη μαθηματική γνώση των μαθητών. Αν ήξεραν περισσότερα μαθηματικά δεν θα υπήρχε πρόβλημα. Είναι όμως έτσι; Οι έρευνες που εξετάσθηκαν φαίνεται να εντοπίζουν το πρόβλημα όχι τόσο στις μαθηματικές διεργασίες, αλλά στο φυσικό νόημα των συμβόλων και των εξισώσεων. Αν και η διαδικαστική μαθηματική γνώση είναι αναγκαία για τη διαχείριση των μαθηματικών της φυσικής, φαίνεται ότι δεν είναι επαρκής.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Μεγάλο μέρος των ασκήσεων της σχολικής φυσικής και των σχολικών μαθηματικών έχει να κάνει με αλγοριθμικούς μαθηματικούς χειρισμούς και τυποποιημένες διαδικασίες. Ήδη από τη δεκαετία του 70, ο Richard Skemp διέκρινε δύο κατηγορίες κατανόησης των μαθηματικών διεργασιών. Η πρώτη είναι η «εργαλειακή κατανόηση» η οποία σχετίζεται με την εφαρμογή άκαμπτων κανόνων χωρίς αιτιολόγηση, δηλαδή τυποποιημένους αλγοριθμικούς χειρισμούς (αλγεβρικές πράξεις, τυποποιημένες επιλύσεις απλών εξισώσεων κλπ). Η δεύτερη είναι η «σχεσιακή κατανόηση» που έχει να κάνει με το νόημα των μαθηματικών εκφράσεων, δηλαδή με τις συνδέσεις που έχουν με την εννοιολογική δομή την οποία κωδικοποιούν και με το περιβάλλον πλαίσιο στο οποίο αναφέρονται, και συνδέεται με την κατασκευή ενός νοητικού σχήματος του σχετικού ζητήματος. Το σχήμα αυτό, από τη στιγμή που θα δημιουργηθεί, μπορεί εύκολα να προσαρμόζεται σε νέες προβληματικές καταστάσεις (Skemp 1976). Στην πρώτη κατηγορία μπορούμε αβίαστα να εντάξουμε τη φροντιστηριακή μέθοδο να ταξινομούνται τα προβλήματα κάθε κεφαλαίου σε συγκεκριμένες διακριτές κατηγορίες και να διδάσκονται προκαθορισμένες τεχνικές-συνταγές για την επίλυσή τους. Μια τέτοια διδασκαλία των μαθηματικών της φυσικής είναι συνήθως πολύ πιο εύκολη και λιγότερο χρονοβόρα, έχει όμως το μειονέκτημα ότι η αποκτώμενη γνώση δεν μπορεί να μεταφερθεί σε νέες καταστάσεις. Κάθε νέα κατάσταση χρειάζεται μια νέα ξεχωριστή συνταγή. Η σχεσιακή κατανόηση των μαθηματικών της φυσικής, αντίθετα, δηλαδή η σύνδεση των μαθηματικών εκφράσεων και χειρισμών με τις αντίστοιχες έννοιες και αρχές της φυσικής, χρειάζεται περισσότερο χρόνο αρχικά, αλλά μπορεί να προσαρμοσθεί εύκολα σε κάθε νέο πρόβλημα. Επομένως μακροχρόνια είναι πιο οικονομική στρατηγική.

Για να ελέγξουν το είδος και το επίπεδο της κατανόησης των μαθηματικών της φυσικής, οι Uhden και Pospiech (2010) διεξήγαγαν έρευνα σε δεκαπεντάχρονους γερμανούς μαθητές, με ερωτήσεις που αφορούσαν μεταφράσεις από τη φυσική κατάσταση στα μαθηματικά και αντίστροφα. Πιο συγκεκριμένα οι ερωτήσεις ζητούσαν από τους μαθητές: i. τη δημιουργία μιας εξίσωσης από τη λεκτική περιγραφή μιας φυσικής κατάστασης· ii. την ερμηνεία ειδικών περιπτώσεων μιας εξίσωσης (π.χ. τι θα συμβεί αν vo=0)· iii. τη συναγωγή

της φυσικής συμπεριφοράς ενός συστήματος από μια εξίσωση· iv. την εξήγηση του νοήματος μιας εξίσωσης (π.χ. την αναγνώριση των αιτιακών σχέσεων που η εξίσωση περιγράφει).

Η έρευνα έδειξε μια τεχνική αντιμετώπιση των εννοιολογικών προβλημάτων από τους μαθητές, ενώ η σύνδεση των μαθηματικών εξισώσεων με τα φυσικά μοντέλα και τη συμπεριφορά τους ήταν απούσα. Αυτά παραπέμπουν σε μια κατά βάση εργαλειακή κατανόηση των μαθηματικών της φυσικής.

Ο Edward Redish (2005) αναλύει τις διαφορές που έχουν οι μαθηματικοί και οι φυσικοί στην αντιμετώπιση και στη χρήση της μαθηματικής γλώσσας και επισημαίνει την αυξημένη σημασία που δίνουν οι φυσικοί στο νόημα των μαθηματικών εκφράσεων. Οι διαφορές αυτές εντοπίζονται κυρίως στα εξής σημεία (τα οποία όμως δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους):

i. Ενώ στα μαθηματικά η διάκριση των σταθερών και των μεταβλητών είναι συνήθως ορατή δια γυμνού οφθαλμού (π.χ. 5x = 20), στη φυσική δεν είναι ξεκάθαρη. Για παράδειγμα, στην εξίσωση $s = v \cdot t$, το ποιες είναι οι σταθερές και ποιες οι μεταβλητές εξαρτάται κάθε φορά από την κατάσταση την οποία εξετάζουμε.

ii. Στα μαθηματικά τα σύμβολα αντιπροσωπεύουν ποσότητες, ενώ στη φυσική αντιπροσωπεύουν έννοιες.

iii. Οι φυσικοί αποδίδουν φυσικό νόημα στα σύμβολα και είναι ευαίσθητοι στα συμφραζόμενα του προβλήματος. Χρησιμοποιούν τις ιδέες και τις γνώσεις που έχουν για τα φυσικά μεγέθη που αντιπροσωπεύουν τα σύμβολα για να ερμηνεύσουν τα μαθηματικά. Αντίθετα οι μαθηματικοί τείνουν να αντιμετωπίζουν τα σύμβολα περισσότερο συντακτικά.

iv. Οι φυσικοί βλέπουν τις εξισώσεις ως σχέσεις μεταξύ φυσικών μεγεθών και όχι μόνο ως υπολογιστικά εργαλεία. Π.χ. προτιμούν να κρατούν τις σταθερές ως σύμβολα μέχρι το τέλος ενός υπολογισμού, παρά να τις αντικαταστούν με αριθμούς από την αρχή. Με τον τρόπο αυτό παράγουν όχι μόνο το ζητούμενο αποτέλεσμα, αλλά ένα σύνολο αποτελεσμάτων για όλες τις δυνατές περιπτώσεις.

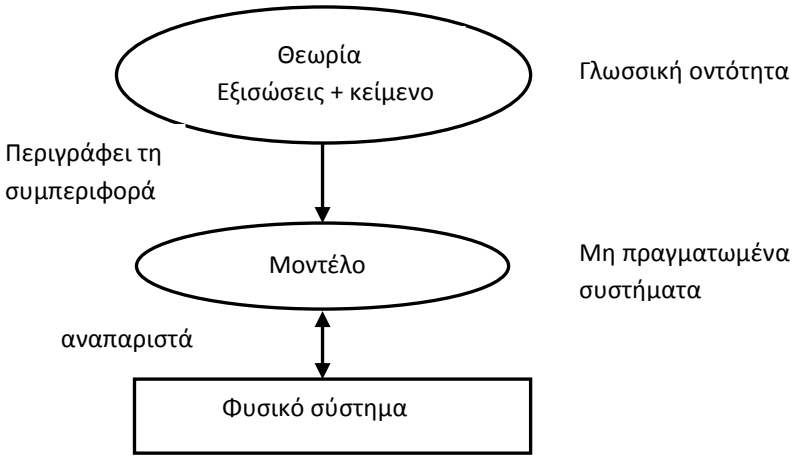
v. Οι φυσικοί δεν αναζητούν απλώς τρόπους να λύσουν τις εξισώσεις. Επιζητούν να τις χρησιμοποιήσουν για να περιγράψουν, να κατανοήσουν και να εξηγήσουν τα φυσικά συστήματα.

Σε ένα άλλο κείμενο, οι Redish και Gupta (2010) χρησιμοποιούν τη σύγχρονη γνωσιακή γλωσσολογία, όπως ανασκοπείται από τους Evans και Green (2006), για να διερευνήσουν τι προσδιορίζει το νόημα μιας μαθηματικής έκφρασης στη φυσική. Οι γνωσιακοί γλωσσολόγοι εξετάζουν το νόημα των λέξεων στη φυσική γλώσσα. Οι Redish και Gupta προσαρμόζουν τις απόψεις των γλωσσολόγων για να εξετάσουν το νόημα των μαθηματικών εξισώσεων στη φυσική. Σύμφωνα με τους Redish και Gupta, το νόημα αυτό προσδιορίζεται από τα εξής:

- Τη σχετική εγκυκλοπαιδική γνώση. Π.χ. για την κατανόηση της εξίσωσης $v = v_0 + at$ χρειάζονται γνώσεις για την κίνηση, την ταχύτητα, το ρυθμό μεταβολής, την επιτάχυνση, τις μονάδες κλπ.
- Το περιβάλλον πλαίσιο (context). Το νόημα δεν είναι προκαθορισμένο αλλά εξειδικεύεται πάνω στη φυσική κατάσταση στην οποία αναφέρεται το πρόβλημα.
- Την εννοιολογική αγκύρωση. Η «σημασιολογική δομή» (η οποία είναι σχηματική) εκφράζει και παίρνει το νόημά της από την «εννοιολογική δομή» (η οποία είναι πλούσια και λεπτομερής). Π.χ. οι σχέσεις $F = ma$ και $a = \frac{F}{m}$ εκφράζουν μαθηματικά τον ίδιο νόμο (τον 2^{ο} νόμο του Νεύτωνα), αλλά ερμηνεύονται διαφορετικά από τους φυσικούς. Η πρώτη ερμηνεύεται μάλλον ως ορισμός της δύναμης, ενώ η δεύτερη ως αιτιακή σχέση.
- Την αγκύρωση στις φυσικές εμπειρίες. Το νόημα των εννοιών μας αγκυρώνεται πάνω στις δράσεις μας και τις φυσικές μας εμπειρίες. Χωρίς αυτή την αγκύρωση οι έννοιές μας δεν παραπέμπουν στο φυσικό κόσμο, είναι φτερό στον άνεμο.

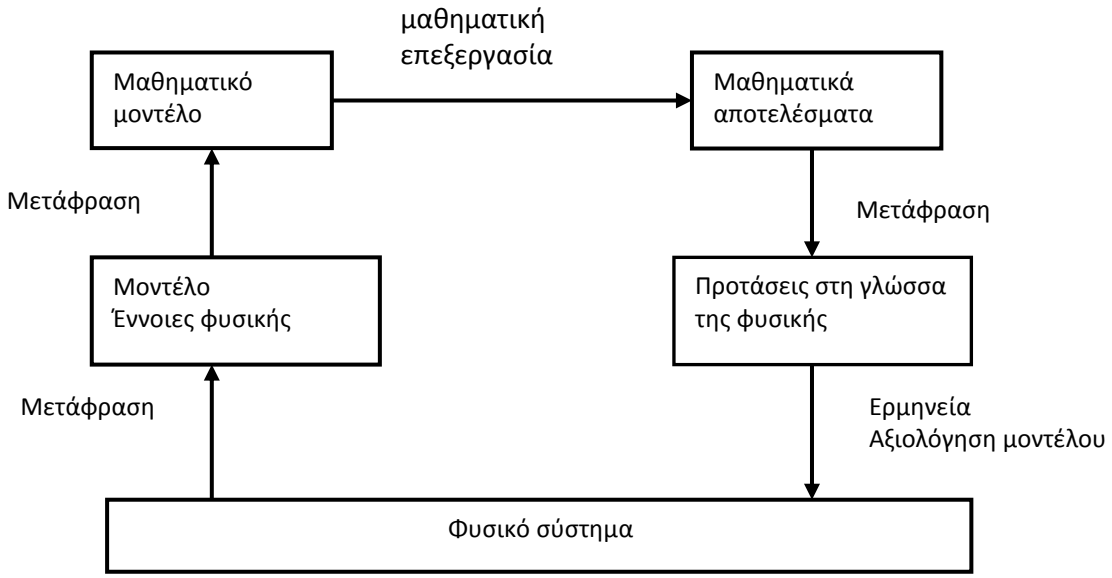
Από τη σύντομη και επιλεκτική αυτή επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, προκύπτουν δύο γενικότερα συμπεράσματα. Πρώτον, υπάρχει διαφορά νοημάτων ανάμεσα στα σύμβολα και τις μαθηματικές εκφράσεις των μαθηματικών και εκείνα της φυσικής. Τα δεύτερα έχουν περισσότερες και ισχυρότερες συνδέσεις με το περιβάλλον πλαίσιο και την αντίστοιχη υποκείμενη εννοιολογική δομή. Δεύτερον, για τη φυσική έχει μεγάλη σημασία το φυσικό νόημα των μαθηματικών εκφράσεων, δηλαδή η σύνδεσή τους με τις έννοιες της φυσικής και τελικά με τον πραγματικό κόσμο, τόσο για την κατανόηση των εκφράσεων αυτών όσο και για την αποτελεσματική χρήση τους.

ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ



Κάθε αυθεντικό πρόβλημα της φυσικής, δηλαδή πρόβλημα που αναφέρεται στον πραγματικό κόσμο και δεν είναι εσωτερική της φυσικής διαδικασία εξάσκησης, απαιτεί την κατασκευή ενός απλοποιημένου και σχηματικού φυσικού (της φυσικής) μοντέλου για να αντιμετωπισθεί. Εξ άλλου τα μαθηματικά της φυσικής δεν μπορούν να εφαρμοσθούν απ' ευθείας στα εξεταζόμενα τμήματα του φυσικού κόσμου, λόγω της πολυπλοκότητάς τους, αλλά σε φυσικά σχηματικά μοντέλα τους (Cartwright 1983, Hendry & Psillos 2007). Τα μοντέλα αυτά κατασκευάζονται με απλοποιήσεις και εξιδανικεύσεις της εξεταζόμενης φυσικής κατάστασης (π.χ. αβαρή και μη εκτατά νήματα, ακλόνητα στηρίγματα, παράλειψη τριβών και αντιστάσεων κλπ), ενώ μέσα τους ενσωματώνονται έννοιες και μεγέθη της φυσικής. Η λειτουργία ενός τέτοιου μοντέλου φαίνεται στο παραπάνω σχήμα:

Το φυσικό μοντέλο στη συνέχεια, με τη βοήθεια των αρχών και των νόμων της σχετικής θεωρίας, αλλά και με ένα αριθμό προσεγγίσεων, μετατρέπεται σε ένα σύνολο εξισώσεων, οι οποίες συνιστούν το μαθηματικό μοντέλο του φυσικού συστήματος. Οι εξισώσεις, μαζί με τις αρχικές συνθήκες και τις διάφορες παραμέτρους του συστήματος, υφίστανται μαθηματική επεξεργασία, η οποία οδηγεί στη λύση του προβλήματος και σε αποτελέσματα εκφρασμένα στη γλώσσα των μαθηματικών. Τα αποτελέσματα μπορούν να ερμηνεύσουν ή να προβλέψουν τη συμπεριφορά του υπό εξέταση φυσικού συστήματος, ή να συγκριθούν με παρατηρήσεις και πειραματικά αποτελέσματα από το φυσικό σύστημα και να αξιολογήσουν αν το μοντέλο του συστήματος είναι επαρκές (Redish 2005). Η όλη διαδικασία (ο κύκλος της μοντελοποίησης) φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σημειωτέον ότι μια ανάλογη διαδικασία (πραγματική κατάσταση → μοντέλο της κατάστασης → μαθηματικό μοντέλο → επεξεργασία του μαθηματικού μοντέλου και λύση → ξανά πίσω στην πραγματική

κατάσταση) ακολουθούν και οι μαθηματικοί για τη λύση αυθεντικών προβλημάτων από τη ζωή και την τεχνολογία (Blum & Borromeo Ferri 2009).

Ο μαθητής που θα λύσει ένα αυθεντικό πρόβλημα φυσικής, μέσω της κατασκευής ενός μοντέλου, εκτός από τις τεχνικές μαθηματικές δεξιότητες (αλγοριθμικές διαδικασίες, κατασκευή και χρήση γραφημάτων, επίλυση εξισώσεων κλπ) χρειάζεται να κατέχει και δομικές δεξιότητες, δηλαδή να μπορεί να χρησιμοποιεί τη φυσική και τα μαθηματικά για να κατασκευάζει φυσικά και μαθηματικά μοντέλα μιας φυσικής κατάστασης (Karam & Pietrocola 2009, Karam et al 2010). Οι δομικές αυτές δεξιότητες περιλαμβάνουν τις εξής διεργασίες:

- Μοντελοποίηση: από το φυσικό σύστημα στο φυσικό μοντέλο.
- Μαθηματικοποίηση: από το φυσικό μοντέλο στο μαθηματικό μοντέλο.
- Ερμηνεία: από τα μαθηματικά στο φυσικό σύστημα. Η ερμηνεία απαιτεί από το μαθητή κατανόηση του φυσικού νοήματος των συμβόλων, των μαθηματικών δομών (π.χ. Δv/Δt) και των εξισώσεων.
- Αναλογικούς συλλογισμούς. Η σχέση του φυσικού μοντέλου με το φυσικό σύστημα είναι σχέση αναλογίας (Karam et al 2010).

Όπως είναι φανερό η όλη διαδικασία είναι ιδιαίτερα απαιτητική διανοητικά. Τα παραδοσιακά προβλήματα φυσικής (και όχι μόνο στην Ελλάδα), και η αντίστοιχη εργασία στις σχολικές τάξεις, δίνουν συνήθως έτοιμο το φυσικό μοντέλο του σχετικού φυσικού συστήματος, και στους μαθητές αφήνεται η κατασκευή του μαθηματικού μοντέλου (η εύρεση των εξισώσεων), και η μαθηματική του επεξεργασία μέχρι το αποτέλεσμα. Σε σπάνιες περιπτώσεις (π.χ. σε προβλήματα των Γενικών Εξετάσεων) το μοντέλο δίνεται μόνο εν μέρει (με ένα σχήμα) και στους μαθητές αφήνεται να το συμπληρώσουν. Πολύ σπάνια επίσης ζητείται από τους μαθητές να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα, και σχεδόν ποτέ να αξιολογήσουν την καταλληλότητα του μοντέλου. Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, η διδασκαλία της φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση φαίνεται να συνίσταται σε αυτό που ο Claudio Amorim (2006) ονομάζει «γέμιζε και σκάβε» (fill and drill). Σε πρώτο στάδιο - «γέμιζε» - φορτώνονται τα κεφάλια των μαθητών με ποσότητες ορισμών, μαθηματικών εξισώσεων, λυμένων προβλημάτων, καθώς και φροντιστηριακών τεχνικών επίλυσης. Σε δεύτερο στάδιο - «σκάβε» - ζητείται από τους μαθητές να λύσουν (συνήθως κατ' οίκον) ένα μεγάλο αριθμό αλληλεπικαλυπτόμενων ασκήσεων (ασκούν και αξιολογούν παρόμοιες δεξιότητες), ώστε να ενισχύσουν και να σταθεροποιήσουν αυτά που έμαθαν. Η διαδικασία αυτή ευνοεί την εκμάθηση αλγοριθμικών διαδικασιών και παραμελεί την κατανόηση των εννοιών. Αποδεικνύεται όμως αποτελεσματική για την επιτυχία στις σχολικές εξετάσεις, και ως ένα βαθμό για την επιτυχία στις Γενικές εξετάσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Όπως είδαμε, οι έρευνες οι σχετικές με τα μαθηματικά της φυσικής δείχνουν ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα με την κατανόηση και τη σωστή χρήση τους. Οι δυσκολίες των μαθητών εντοπίζονται κυρίως στα εξής: στην ερμηνεία των συμβόλων και των μαθηματικών παραστάσεων, στην ερμηνεία των εξισώσεων και αντίστροφα στην κατασκευή των εξισώσεων που περιγράφουν μια φυσική κατάσταση, στην αναγνώριση των συνθηκών εφαρμογής των εξισώσεων, και στο χειρισμό των μονάδων σε μια εξίσωση. Γενικά, οι μαθητές αντιμετωπίζουν τα προβλήματα της φυσικής τεχνικά, με μαθηματικούς χειρισμούς, και παραβλέπουν το φυσικό νόημα των μαθηματικών εκφράσεων. Ένα άλλο ζήτημα που εντοπίζεται είναι ότι σπάνια εξετάζονται αυθεντικά προβλήματα από τη ζωή και το φυσικό κόσμο, ενώ σχεδόν ποτέ δεν εξετάζεται ρητά η βασική διαδικασία με την οποία οι φυσικοί αντιμετωπίζουν τα προβλήματα αυτά: η κατασκευή, χρήση και αξιολόγηση φυσικών και μαθηματικών μοντέλων της αντίστοιχης φυσικής κατάστασης.

Τι μπορεί να γίνει για όλα αυτά; Κατ' αρχήν, η διδασκαλία μπορεί να ρίξει βάρος σε κάτι παραμελημένο: στην κατανόηση του νοήματος των μαθηματικών εκφράσεων και των εξισώσεων. Για παράδειγμα, οι Bagno, Berger και Eylon (2008) και οι Uhden και Pospiech (2010) έχουν κατασκευάσει σειρές ερωτήσεων για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με σκοπό να ανιχνεύσουν την κατανόηση των μαθηματικών εκφράσεων και των εξισώσεων στη φυσική. Οι ερωτήσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δραστηριότητες για την εξοικείωση των μαθητών με το φυσικό νόημα των μαθηματικών εξισώσεων. Οι δραστηριότητες αυτές αφορούν τα εξής:

- Λεκτική διατύπωση της εξίσωσης.
- Ερμηνεία των συνιστωσών της εξίσωσης (π.χ. ότι το *at* εκφράζει την αύξηση της ταχύτητας, αν η κίνηση είναι επιταχυνόμενη).
- Εύρεση της ισοδυναμίας των μονάδων στα δύο μέλη της εξίσωσης.
- Κατασκευή γραφημάτων που δείχνουν τις σχέσεις ανάμεσα στα φυσικά μεγέθη της εξίσωσης.
- Εύρεση της φυσικής συμπεριφοράς του φυσικού συστήματος από την εξίσωση.
- Κατασκευή της εξίσωσης από τη φυσική συμπεριφορά του συστήματος.
- Εύρεση των συνθηκών που πρέπει να εκπληρούνται ώστε να ισχύει η εξίσωση. Π.χ. ότι η εξίσωση $s = ½ gt^2$ ισχύει όταν $v_0 = 0$ και $g = σταθερό$.
- Ανάλυση ειδικών ή οριακών περιπτώσεων της εξίσωσης.

- Κατασκευή ενός χάρτη συσχετίσεων της εξίσωσης με τις άλλες εξισώσεις του φυσικού συστήματος.

Μπορούν επίσης στις τελευταίες τάξεις του Λυκείου, και μόνο στα μαθήματα επιλογής (ή κατεύθυνσης), να εισαχθούν απλές περιπτώσεις μοντελοποίησης, όπου θα καταγράφεται ρητά ολόκληρος ο κύκλος της μοντελοποίησης (σήμερα γίνεται μέρος μόνο της μοντελοποίησης και αυτό υπόρρητα). Οι περιπτώσεις αυτές μπορούν να αφορούν τις ήδη εξεταζόμενες εφαρμογές της σχετικής θεωρίας, όπως π.χ. την ελεύθερη πτώση των σωμάτων, την κίνηση του απλού εκκρεμούς κλπ. Σε αυτές μπορούν να εξετάζονται και τα τμήματα του κύκλου της μοντελοποίησης που μέχρι τώρα ήταν ανύπαρκτα στη διδασκαλία (και στα βιβλία): η ερμηνεία των αποτελεσμάτων και η αξιολόγηση του μοντέλου. Τα θέματα αυτά πρέπει να υποστηριχθούν από αυθεντικά προβλήματα (και λυμένα υποδείγματα), τα οποία να απαιτούν την κατασκευή μοντέλου για την επίλυσή τους. Επειδή όμως η διαδικασία της μοντελοποίησης έχει από μόνη της πολύ υψηλές νοητικές απαιτήσεις, τα προβλήματα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο απλά στο μαθηματικό φορμαλισμό.

Όλα αυτά δεν μπορούν να έλθουν αύριο στη σχολική τάξη. Χρειάζονται εφαρμοσμένη έρευνα και πειραματικές εφαρμογές για να πάρουν υλοποιήσιμη μορφή. Επίσης, πέρα από την ενημέρωση των εκπαιδευτικών, χρειάζονται διδακτικό χρόνο καθώς και ώθηση από τη μεριά των προγραμμάτων και των αντίστοιχων εγχειριδίων: ανάλογους διδακτικούς στόχους και αντίστοιχες δραστηριότητες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. D’ Alembert, J.R. (1758), Traité de dynamique (2è éd.), David Libraire, Paris, fac-sim par J. Gabay (ed.), 1990.
2. Amorim, C. (2006). Beyond algorithmic thinking: An old new challenge for science education. Στο The proceedings of the eighth international conference for the history, philosophy and science teaching, August 2005, Leeds.
3. Angell, C., Guttersrud, O., Henriksen, E. & Isnes A. (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils’ teachers’ views of physics and physics teaching. Science Education, 88, 683-706.
4. Angell, C., Kind, P.M., Henriksen, E. & Guttersrud, O (2008). An empirical-mathematical modeling approach to upper secondary physics. Physics Education, 43 (3), 256-264.
5. Bagno, E., Berger, H. & Eylon, B. (2008). Meeting the challenge of students’ understanding of formula in high-school physics: a learning tool. Physics Education, 43 (1), 75-82.
6. Blum, W. & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modeling: Can it be taught and learnt? Journal of Mathematical Modelling and Application, 1 (1), 45-58.
7. Carlone, H. (2003). Innovative science within and against a culture of ‘achivement’. Science Education, 87, 307-328.
8. Cartwright, N. (1983). How the laws of physics lie. Oxford University Press, Oxford.
9. Evans, V. & Green, M. (2006). Cognitive linguistics: An introduction. Edinburgh University Press, Edinburgh.
10. Galileo, G. (1978). Dialogues concerning the two new sciences, transl. by H. Grew & A. de Salvio. Στο Great books of the western world: Gilbert, Galileo, Harvey, 129-260, Encyclopaedia Britannica, Chicago.
11. Hendry, R. & Psillos, S. (2007). How to do things with theories: An interactive view of language and models in science. Στο Brzeziński, J., Klawiter, A., Kuipers, T.A.F., Lastowski, K., Paprzycka, K. & Przybysz, P. (eds.), The Courage of Doing Philosophy: Essays Dedicated to Leszek Nowak, 59-115, Rodopi, Amsterdam.
12. Karam, R. & Pietrocola, M. (2009). Recognizing the structural role of mathematics in physical thought. Στο Tasar, M.F. & Cakmaki, G. (eds), Contemporary science education research: international perspectives, A collection of papers presented at ESERA 2009 conference, 65-76, Istanbul.
13. Karam, R., Pospiech, G. & Pietrocola, M. (2010). Mathematics in physics lessons: Developing structural skills. Στο Symposium: Addressing the role of mathematics in physics education, GIREP 2010, Reims.
14. Lemke, J. (2002). Mathematics in the middle: measure, picture, gesture, sign, and word. Στο Anderson, M., Saenz-Ludlow, A., Zellweger, S. & Cifarelli, V. (eds), Educational perspectives on mathematics: From thinking to interpreting to knowing, 215-234, Legas Publishing, Ottava.
15. Lindberg, D. (1997). Οι απαρχές της δυτικής επιστήμης. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα.
16. Osborne, J. & Collins, S. (2001). Pupils’ views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. International Journal of Science Education, 23 (5), 441-467.
17. Pietrocola, M. (2008). Mathematics as structural language of physical thought. Στο Vicentini, M. & Sassi E. (eds), Connecting research in physics education with teacher education, International Commission on Physics Education, διαθέσιμο στο
18. http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/teach2/index.html
19. Ravetz, J. (1961). The representation of physical quantities in eighteenth-century mathematical physics. Isis, 52, 7-20.

20. Redish, E. (2005). Problem solving and the use of math in physics courses. Στο Proceedings of the conference World view on physics education in 2005: Focusing on change, Delhi, August 2005.
21. Redish, E. & Gupta, A. (2010). Making meaning with maths in physics: a semantic analysis. Στο Physics community and cooperation, vol. 1, GIREP conference proceedings, Leister UK, August 2009, 244-260.
22. Skemp, R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. Mathematics Teaching, 77, 20-26.
23. Tuminaro, J. (2004). A cognitive framework for analyzing and describing introductory students' use and understanding of mathematics in physics. Dissertation, University of Maryland.
24. Uhden, O. & Pospiech, G. (2010). Translating between mathematics and physics: Analysis of student's difficulties. Στο GIREP 2010, Teaching and learning physics today: Challenges? Benefits? Reims, France, August 2010.
25. Χριστιανίδης, Ι. (2003). Θέματα από την ιστορία των μαθηματικών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.
26. Westfall, R. (1983). Never at rest: a biography of Isaac Newton. Cambridge University Press, Cambridge.

Ο Ρόλος της Γεωμετρίας στη Διδασκαλία της Φυσικής

Ανδρέας Βαλαδάκης

Καθηγητής της Βαρβακείου Σχολής
andreasvaladakis@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πρώτος ο Γαλιλαίος εισάγοντας την έννοια τροχιά και αναπαριστώντας γεωμετρικά το χρόνο με μια ευθεία χρησιμοποίησε τη Γεωμετρία για να δώσει υπόσταση στις ιδέες της Φυσικής. Η σχέση λοιπόν μεταξύ των μεγεθών της Φυσικής ανάχθηκε σε σχέση μεταξύ των γεωμετρικών αναπαραστάσεών τους. Επειδή αυτή η διαδικασία ιστορικά έχει αποδειχθεί αναπόφευκτη, θα πρέπει να συστηματικά να ενσωματωθεί στη διδασκαλία της Φυσικής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Γεωμετρία, Γαλιλαίος, ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, θέση, χρόνος, τροχιά, γεωμετρία του χρόνου*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αν και στο πλαίσιο ενός παραδοσιακά διδασκόμενου μαθήματος Φυσικής η Γεωμετρία χρησιμοποιείται απλώς υποβοηθητικά, ωστόσο φαίνεται ότι είναι κάτι περισσότερο από αυτό. Χαρακτηριστικό είναι το επόμενο απόσπασμα από κείμενο του Γαλιλαίου (Γαλιλαίος, 1623):

> *Η Φιλοσοφία είναι γραμμένη σ' αυτό το μεγάλο βιβλίο, το Σύμπαν, που μένει συνέχεια ανοικτό μπροστά στα μάτια μας. Ωστόσο πριν μάθουμε να κατανοούμε τη γλώσσα και να διαβάζουμε τα γράμματα με τα οποία έχει συντεθεί, δε μπορούμε να το κατανοήσουμε. Είναι γραμμένο στη γλώσσα των μαθηματικών και οι χαρακτήρες του είναι τρίγωνα, κύκλοι κι άλλα γεωμετρικά σχήματα. Χωρίς αυτά είναι ανθρωπίνως αδύνατο να κατανοήσουμε ακόμα και μία λέξη· χωρίς αυτά περιπλανιώμαστε σ' ένα σκοτεινό λαβύρινθο.*

Σχήμα 1

Ας δούμε σ' ένα απλό παράδειγμα κίνησης ποιος είναι ο ρόλος της Γεωμετρίας. Στο Σχήμα 1 φαίνονται τρεις διαδοχικές θέσεις μιας μπάλας που κινείται από αριστερά προς τα δεξιά. Τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των διαδοχικών θέσεων είναι ίσα μεταξύ τους. Η κίνηση της μπάλας είναι ευθύγραμμη και ομαλή;

Σύμφωνα με τον ορισμό που συνήθως διδάσκεται, μια κίνηση είναι ευθύγραμμη και ομαλή όταν το

Σχήμα 2

κινητό κινείται ευθύγραμμα και σε ίσους χρόνους διανύει ίσες αποστάσεις. Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό λοιπόν η κίνηση της μπάλας είναι ομαλή. Ωστόσο στο Σχήμα 2 φαίνονται οι διαδοχικές θέσεις της μπάλας σε μικρότερα ίσα μεταξύ τους χρονικά διαστήματα. Παρατηρούμε λοιπόν ότι σε μικρότερα, ίσα μεταξύ τους χρονικά διαστήματα οι αντίστοιχες μετατοπίσεις της μπάλας δεν είναι ίσες μεταξύ τους. Σύμφωνα με τον εν λόγω ορισμό λοιπόν, η κίνηση δεν είναι ομαλή. Δηλαδή όταν προσπαθούμε να εφαρμόσουμε αυτό τον

ορισμό, σε πραγματικές καταστάσεις προκύπτουν ασάφειες, αβεβαιότητες και παράδοξα. Ήδη από το 1638 ο Γαλιλαίος είχε εντοπίσει το πρόβλημα και είχε διατυπώσει ακριβέστερο ορισμό (Γαλιλαίος, 1638):

Ως αμετάβλητη ή ομαλή κίνηση εννοώ την κίνηση κατά την οποία σε οποιαδήποτε ίσα μεταξύ τους χρονικά διαστήματα οι αποστάσεις που διανύονται από ένα κινούμενο σωματίδιο είναι μεταξύ τους ίσα.

Αμέσως μετά κάνει μια σημαντική επισήμανση:

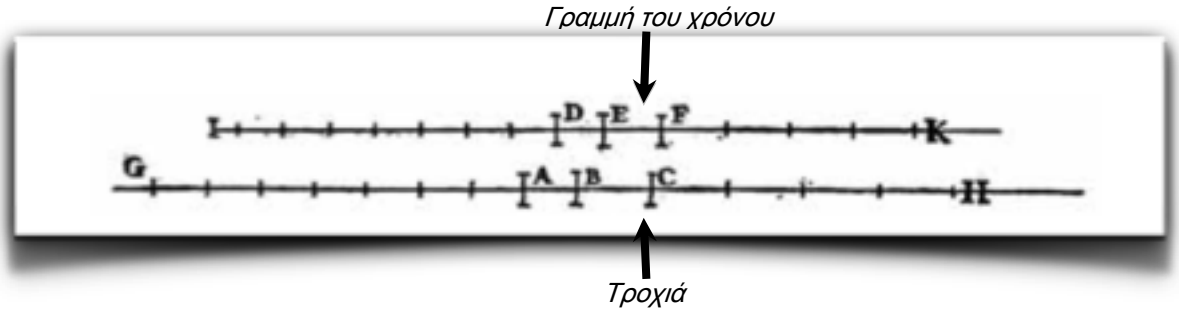
Προσοχή: Στον παλαιό ορισμό (ο οποίος όριζε την αμετάβλητη κίνηση απλώς ως μια κίνηση κατά την οποία ίσες αποστάσεις διανύονται σε ίσους χρόνους) πρέπει να προσθέσουμε τη λέξη "οποιαδήποτε", εννοώντας με αυτή όλα τα ίσα χρονικά διαστήματα· διότι μπορεί να συμβαίνει σε κάποια ίσα χρονικά διαστήματα ένα κινούμενο σώμα να διανύει ίσες αποστάσεις και ωστόσο οι αποστάσεις που διανύει σε μικρότερα τμήματα αυτών των χρονικών διαστημάτων να μην είναι ίσες μεταξύ τους, αν και τα [μικρότερα] *χρονικά διαστήματα μπορεί να είναι ίσα μεταξύ τους.*

Αν εφαρμόσουμε τον ορισμό του Γαλιλαίου στην περίπτωση της κίνησης που φαίνεται στα Σχήματα 1 και 2, προκύπτει ότι η κίνηση της μπάλας δεν είναι ομαλή, διότι αν και στα χρονικά διαστήματα που αντιστοιχούν στο Σχήμα 1 οι μετατοπίσεις της μπάλας είναι ίσες μεταξύ τους, στα μικρότερα χρονικά διαστήματα που αντιστοιχούν στο Σχήμα 2 οι μετατοπίσεις δεν είναι ίσες μεταξύ τους. Από την άλλη πλευρά ο ορισμός του Γαλιλαίου φαίνεται να μην έχει πρακτική αξία, διότι δε μπορούμε να ελέγξουμε τις μετοπίσεις ενός σώματος για κάθε οσοδήποτε μικρό χρονικό διάστημα.

Το πρόβλημα έλυσε επίσης ο Γαλιλαίος, με τη βοήθεια της Γεωμετρίας. Σύμφωνα με τον ορισμό που διατύπωσε ο Γαλιλαίος για την ομαλή κίνηση απαιτείται να μπορούμε να μετρήσουμε οσοδήποτε μικρές ποσότητες. Αντίστοιχα στη Γεωμετρία οι γραμμές είναι συνεχείς και μπορούμε να μετρήσουμε οσοδήποτε μικρά τμήμά τους. Μπορούμε λοιπόν να χρησιμοποιήσουμε τη Γεωμετρία για να εφαρμόσουμε τον ορισμό.

Αυτή η αντίληψη συνοψίζεται περίφημα στο επόμενο κείμενο (Κασσέτας):

Ο Γαλιλαίος "είχε «δει» προηγουμένως, με το βλέμμα εννοείται της Σκέψης, την αόρατη τροχιά μέσα από την πανάρχαια Γεωμετρία μιας γραμμής...Και είναι επίσης καταγραμμένο ιστορικά ότι ο Γαλλιλαίος δυσκολεύτηκε ιδαίτερα να πείσει τόσο την καθολική εκκλησία όσο και τους λόγιους της εποχής για την μεγάλη καινοτομία να εμπιστεύομαστε την εμπειρία των μετρήσεων και να της επιτρέπουμε να συντήκεται με μοντέλα της Σκέψης μας, προκειμένου να οργανώσουμε αξιοπρεπείς "ανακρίσεις" της Πραγματικότητας. Η σκέψη του Γαλιλαίου έδωσε και τη μεγάλη γενίκευση. Με τη βοήθεια των εννοιών θα μπορούσε να περιγράφεται η οποιαδήποτε κίνηση. Υποστήριξε μάλιστα ότι ανάμεσα στις ποικίλες και συχνά παράξενες τροχιές των διάφορων αντικειμένων οι βασικές πρέπει να είναι δύο . . . εκείνες που σχετίζονται με τις δύο βασιλοπούλες



Σχήμα 3

του Ευκλείδη, την ΕΥΘΕΙΑ και τον ΚΥΚΛΟ και έγραψε στα ιταλικά για moto lineare -ευθύγραμμη κίνηση- και για moto circolare - κίνηση κυκλική."

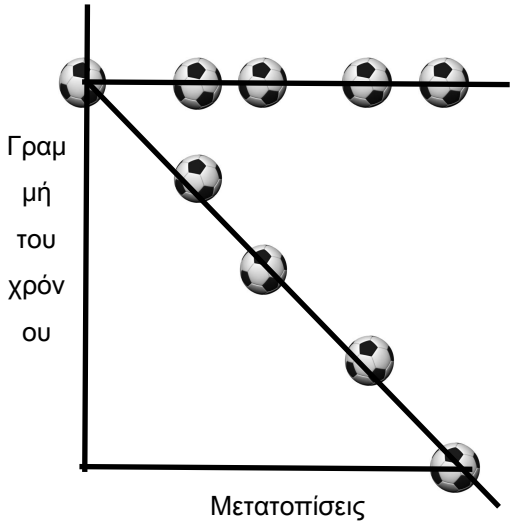
Πριν το Γαλιλαίο άλλοι επίσης είχαν μελετήσει τροχιές κινούμενων σωμάτων. Ο ίδιος ο Γαλιλαίος αναφέρει (Γαλιλαίος, 1638):

"...κάποιοι έχουν φανταστεί ότι ορισμένα σώματα διαγράφουν έλικες ή κισσοειδείς."

Η κορυφαία σύλληψη του Γαλιλαίου ήταν η σύνδεση της έννοιας χρόνος επίσης με μια γραμμμή: ο Γαλιλαίος αντιστοίχισε στο χρόνο μια ευθεία και κάθε σημείο αυτής της ευθείας το σύνδεσε με την αντίστοιχη θέση του κινητού. Στο Σχήμα 3 (Γαλιλαίος, 1638) απεικονίζεται γεωμετρικά τόσο η τροχιά ενός σώματος, όσο και τη αντίστοιχη γραμμή του χρόνου. Ο Γαλιλαίος χρησιμοποίησε τις δύο ευθείες για να αποδείξει τις ιδιότητες της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης χρησιμοποιώντας τα *Στοιχεία του Ευκλείδη*.

Για να διαπιστώσουμε λοιπόν αν η κίνηση της μπάλας είναι ομαλή, πρέπει να ακολουθήσουμε την αντίληψη του Γαλιλαίου. Στο Σχήμα 4 αρχικά σχεδιάσαμε τις διαδοχικές θέσεις της μπάλας και την τροχιά της. Κατόπιν σχεδιάσαμε δύο κάθετες μεταξύ τους ευθείες, την ευθεία του χρόνου και την ευθεία των μετατοπίσεων, καθώς και μια γραμμή που περνά κοντά από τα σημεία των διαδοχικών μετατοπίσεων της μπάλας. Με τη βοήθεια αυτής της ευθείας είναι δυνατό να προσδιορίσουμε πλέον τη θέση της μπάλας κάθε χρονική στιγμή. Είναι λοιπόν δυνατό να προσδιορίσουμε και τις μετατοπίσεις της μπάλας σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα. Επειδή αυτή η γραμμή είναι ευθεία, προκύπτει ότι σε οποιαδήποτε ίσα μεταξύ τους χρονικά διαστήματα οι μετατοπίσεις της μπάλας είναι ίσες μεταξύ τους, δηλαδή η κίνηση της μπάλας ήταν ομαλή.

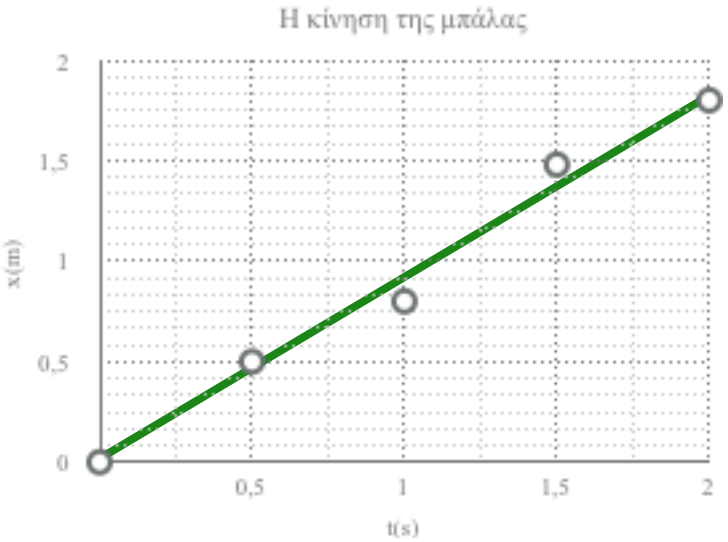
Αν και οι σύγχρονες γραφικές αναπαραστάσεις δεν έχουν έχουν ακριβώς της μορφή των γραφικών παραστάσεων του Γαλιλαίου, ωστόσο διαθέτουν τα ίδια χαρακτηριστικά της γεωμετρικής απεικόνισης και κυρίως της γεωμετρικής εξιδανίκευσης. Στο πλαίσιο μιας σύγχρονης μελέτης της κίνησης της μπάλας λοιπόν



Σχήμα 4

Πίνακας 1

t(s)	*x*(m)
0	0
0,5	0,50
1	0,8
1,5	1,48
2	1,8



Σχήμα 5

σχεδιάζουμε με τη βοήθεια των μετρήσεων που φαίνονται στον Πίνακα 1 τη γραφική παράσταση των θέσεων της μπάλας ως προς τις χρονικές στιγμές (Σχήμα 5). Επειδή αυτή η γραφική παράσταση είναι ευθεία, ικανοποιεί την απαίτηση του ορισμού του Γαλιλαίου για την ομαλή κίνηση: σε οποιαδήποτε ίσα μεταξύ τους, χρονικά διαστήματα οι αντίστοιχες μετατοπίσεις είναι ίσες μεταξύ τους. Γενικότερα στο πλαίσιο της Κλασσικής Φυσικής οι έννοιες και οι νόμοι αναφέρονται σε καταστάσεις στις οποίες απαιτείται να μπορούμε να μετρήσουμε οσοδήποτε μικρές ποσότητες. Αντίστοιχα στη Γεωμετρία οι γραμμές είναι συνεχείς και

μπορούμε να μετρήσουμε οσοδήποτε μικρά τμήμά τους. Τουλάχιστον στο πλαίσιο της Κλασσικής Φυσικής, λοιπόν η Γεωμετρία φαίνεται να είναι ο μοναδικός τρόπος για τη μελέτη των φυσικών φαινομένων. Γι' αυτό το λόγο, στο πλαίσιο της διδασκαλίας της Φυσικής, ο ρόλος της Γεωμετρίας θα πρέπει αναπόφευκτα να αναβαθμιστεί, διότι μόνο έτσι είναι δυνατό να ελεγχθεί η αξιοπιστία των ιδεών της Φυσικής χρησιμοποιώντας δεδομένα από το Φυσικό Κόσμο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Forinash K., Rumsey W., Lang C. (2000). Galileo Mathematical Language of Nature. Science and Education 9(449-456)
2. Galileo, G. (1623). Ill Saggiatore. (μετάφραση Drake, S). http://www.stanford.edu/~jsabol/certainty/readings/Galileo-Assayer.pdf
3. Galileo, G. (1638). Discorsi e Dimostrationi Matematiche Intorno a due Nuoue Scienze (μετάφραση Crew, H. & de Salvio, A.)
4. Κασσέτας Ι. Α. http://users.sch.gr/kassetas/xGalileo's%20Experiment.htm

Διδασκαλία της επιστημονικής αιτιολόγησης και η συμβολή της στην προώθηση σύγχρονων εκπαιδευτικών στόχων

Μαρία Δεβελάκη

Φυσικός, Dr. phil., Σχολική Σύμβουλος

develaki@otenet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της αιτιολόγησης και επιχειρηματολογίας ελκύει το ενδιαφέρον της Διδακτικής, επειδή σχετίζεται με βασικούς εκπαιδευτικούς στόχους, όπως η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, και η ικανότητα για τεκμηριωμένες προτάσεις και επιλογές. Στο πλαίσιο των σύγχρονων φιλοσοφικών απόψεων για τις αξιολογικές διαδικασίες στην επιστήμη, παρουσιάζουμε ένα σχήμα για την επιστημονική αιτιολόγηση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, με στόχο την άσκηση των διδασκομένων σε μια κατάλληλη αποτίμηση των επιστημονικών πληροφοριών στα δημόσια μέσα ενημέρωσης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Επιστημονική αιτιολόγηση, φύση της επιστήμης, αποτίμηση επιστημονικής πληροφορίας, διδασκαλία των φυσικών επιστημών*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατανόηση της επιστημονικής μεθοδολογίας, και της φύσης της επιστήμης ευρύτερα (μέθοδοι, παραδόσεις, κοινωνικές αλληλεπιδράσεις της επιστήμης), συμβάλει στην προώθηση ειδικότερων στόχων της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, αλλά και ευρύτερων παιδαγωγικών και κοινωνικο-πολιτισμικών στόχων που διατυπώνονται στα σύγχρονα προγράμματα σπουδών, όπως είναι η ανάπτυξη της ικανότητας για κριτική σκέψη, για εναλλακτικές προτάσεις και επιχειρηματολογία, για την αιτιολογημένη λήψη αποφάσεων, κ.α. Η διδασκαλία της επιστημονικής αιτιολόγησης ειδικότερα, οι διαδικασίες αξιολόγησης και επιχειρηματολογίας των επιστημόνων κατά την κρίση θεωρητικών υποθέσεων, συμβάλει κατεξοχήν στην προώθηση των προαναφερθέντων στόχων.

Η διαμόρφωση και μετάδοση στην τάξη εύστοχων αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης, και η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας της, αποτελούν εδώ και καιρό ερευνητικό αντικείμενο της Διδακτικής των φυσικών επιστημών, και έχει παραχθεί σημαντικό υλικό απόψεων και προτάσεων (π.χ. Matthews 1994, Bybee 1997, Clough 2006, MacComas 2008, Lederman 1992). Ωστόσο, η έρευνα δείχνει ότι στη διδασκαλία συνεχίζουν να επικρατούν περιορισμένες ή ξεπερασμένες αντιλήψεις για τη μεθοδολογία της σύγχρονης επιστήμης; διαπιστώνει επίσης ελλείψεις στους εκπαιδευτικών ως προς το επιστημολογικό υπόβαθρο και τους τρόπους διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης, πράγμα που παραπέμπει στο θέμα της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, και στα προγραμμάτων σπουδών.

Στην εργασία αυτή, κάνουμε αρχικά μια σύντομη αναφορά στις βασικές κατευθύνσεις της σύγχρονης φιλοσοφίας της επιστήμης, εστιάζοντας στις αντιλήψεις που σχετίζονται με το θέμα της επιστημονικής αιτιολόγησης. Εν συνεχεία, παρουσιάζουμε συνοπτικά το σχήμα που ανέπτυξε ο Giere (2001), με σκοπό τη χρήση του για την εξάσκηση μαθητών και φοιτητών στην αξιολόγηση επιστημονικών πληροφοριών που περιγράφονται στα δημόσια μέσα ενημέρωσης, και οι οποίες συχνά έχουν ιδιαίτερη σημασία για την προσωπική και κοινωνική ζωή τους, ή για τα γενικότερα πνευματικά τους ενδιαφέροντα.

Το σχήμα αυτό στηρίζεται στη μοντελο-θεωρητική άποψη για την επιστήμη, και υπερβαίνοντας τους φορμαλιστικούς κανόνες της λογικής για την ορθότητα επαγωγικών και απαγωγικών επιχειρημάτων, πιστεύουμε ότι αφενός αποδίδει καλύτερα τους ποικίλους τρόπους αιτιολόγησης και επιχειρηματολογίας που αναπτύσσονται στην πραγματική επιστήμη, και αφετέρου διευκολύνει τη λήψη απόφασης, σε πρακτικό επίπεδο, ως προς την αξιοπιστία των επιστημονικών πληροφοριών που δημοσιεύονται.

ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Στη φιλοσοφία της επιστήμης αναπτύχθηκαν κατά τον 20ο ορισμένες βασικές κατευθύνσεις: Ο κλασσικός Εμπειρισμός, που αντιλαμβάνεται την επιστήμη να κινείται και να καθορίζεται από την εμπειρία των αισθήσεων και τον κλασσικό πειραματισμό; ο Λογικός Εμπειρισμός που εστιάζει στη λογική ανάλυση των επιστημονικών θεωριών; οι ιστορικο-δυναμικές προσεγγίσεις που ανέδειξαν την κοινωνική διάσταση της επιστήμης; και οι

μοντελο-θεωρητικές απόψεις που αναδεικνύουν τον κεντρικό ρόλο των μοντέλων και της μοντελοποίησης στην επιστημονική έρευνα.

Οι προσεγγίσεις αυτές φώτισαν διαφορετικές πλευρές της επιστημονικής δραστηριότητας και συμβάλλουν στη διαμόρφωση μιας διευρυμένης αντίληψης για την επιστημονική μεθοδολογία, η οποία συμπεριλαμβάνει όλες τις βασικές παραμέτρους της επιστήμης; τις γνωστικές διαδικασίες (απόκτηση γνώσεων), τις αξιολογικές διαδικασίες, όπου εκτός των εμπειρικών ελέγχων ουσιαστικό ρόλο παίζουν και οι στρατηγικές συζητήσεων και επιχειρηματολογίας, καθώς και τις κοινωνικές πρακτικές της επιστημονικής κοινότητας που επηρεάζουν αυτές τις διαδικασίες.

Υποστηρίζεται ότι η προώθηση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μιας τέτοιας διευρυμένης αντίληψης δίνει καταλληλότερο πλαίσιο για την προώθηση διδακτικών και ευρύτερων παιδαγωγικών στόχων, σε σύγκριση με τις περιορισμένες εμπειριστικές και υποθετικο-απαγωγικές αντιλήψεις της παραδοσιακής διδασκαλίας, οι οποίες παραλείπουν π.χ. τα αξιολογικά κριτήρια των επιστημόνων, κυρίως για την επιλογή μεταξύ εναλλακτικών προτάσεων, και αγνοούν το βασικό ρόλο των μοντέλων, και το κοινωνικό πλαίσιο της επιστήμης (βλ. Grandy & Duschl 2007).

Το θέμα αυτό έχει βέβαια πολλές πλευρές και αποτελεί αντικείμενο ευρύτερης συζήτησης. Εδώ, ενδιαφερόμαστε για την επιστημονική αιτιολόγηση και τις εκπαιδευτικές της συσχετίσεις, και θα αναφερθούμε σε μερικές βασικές και σχετικές με το θέμα απόψεις των προαναφερθέντων φιλοσοφικών κατευθύνσεων, που μπορούν να βοηθήσουν στη διδασκαλία της επιστημονικής αιτιολόγησης, και στην εξοικείωση των μαθητών με το είδος των επιχειρημάτων και των στρατηγικών διαλόγου στα οποία αυτή στηρίζεται.

Ο Λογικός Εμπειρισμός αντιλαμβάνεται τις επιστημονικές θεωρίες ως σύνολα προτάσεων (αξιώματα και κανόνες αντιστοίχισης) που περιγράφουν άμεσα τον φυσικό κόσμο, και θεωρεί ότι η επικύρωση των επιστημονικών θεωριών στηρίζεται, και θα πρέπει να στηρίζεται, μόνο σε εμπειρικά και λογικά κριτήρια. Ο Λογικός Εμπειρισμός δεν ενδιαφέρθηκε τόσο για τη διαδικασία ανακάλυψης της επιστημονικής γνώσης, κυρίως ενδιαφέρθηκε για την αιτιολόγηση του τελικού επιστημονικού προϊόντος, των ολοκληρωμένων δηλαδή επιστημονικών θεωριών. Η αιτιολόγηση, η 'επαλήθευση' των επιστημονικών θεωριών βασίστηκε στο υποθετικο-απαγωγικό μοντέλο: Από τη γενική θεωρία (αξιώματα), προκύπτουν απαγωγικά επιμέρους προτάσεις (προβλέψεις), οι οποίες μπορούν να επικυρωθούν, ή όχι, με παρατήρηση ή με πείραμα; το αποτέλεσμα του εμπειρικού ελέγχου μιας πρόβλεψης οδηγεί και στην αποδοχή ή στην απόρριψη, αντίστοιχα, του γενικού θεωρητικού συστήματος (θεωρίας) από το οποίο προέκυψε η πρόβλεψη. Θεωρήθηκε δηλαδή ότι η αποδοχή ή απόρριψη των θεωριών αποφασίζεται με κρίσιμα πειράματα, πράγμα που προϋποθέτει την απλουστευμένη αντίληψη ότι το πείραμα και η ερμηνεία του μπορεί, σε κάθε περίπτωση, να αποτελεί τον επαρκή και μονοσήμαντο κριτή για την ορθότητα ή μη των επιστημονικών υποθέσεων.

Το υποθετικο-απαγωγικό μοντέλο του Λογικού Εμπειρισμού αμφισβητήθηκε βάσει ιστορικών και κοινωνιολογικών μελετών της επιστημονικής δραστηριότητας, που έδειξαν πχ., ότι οι επιστήμονες σε πολλές περιπτώσεις αξιολογούν διαφορετικά την αποδεικτική ισχύ των πειραματικών δεδομένων, και ανάλογα με το εννοιολογικό και μεθοδολογικό πλαίσιο της θεωρίας με την οποία τα ερμηνεύουν. Οι ιστορικά και κοινωνιολογικά προσανατολισμένες φιλοσοφικές προσεγγίσεις επεσήμαναν ότι η ανάπτυξη και η επιλογή των θεωριών λαμβάνει χώρα κάτω από την επίδραση συγκεκριμένων κοσμοθεωριών (π.χ. μιας μηχανιστικής κοσμοαντίληψης για την κλασσική Μηχανική) και πρακτικών της επιστημονικής κοινότητας, και ότι στο πλαίσιο διαφορετικών βασικών θεωριών δημιουργούνται ασύμβατες θεωρητικές παραδόσεις και μεθοδολογίες, που αποκλείουν τη λογική κρίση/επιλογή των θεωριών που υπεστήριξε ο Λογικός Εμπειρισμός.

Στο πλαίσιο αυτό, υποστήριξαν επίσης, ότι κατά την κρίση ή επιλογή των θεωριών, εκτός των εμπειρικών και λογικών ελέγχων, σημαντικό ρόλο παίζουν και οι συμβάσεις της κοινότητας για τις αρετές των θεωριών (ερμηνευτικό, προβλεπτικό, και ενοποιητικό δυναμικό, συμμετρία, οικονομία κλπ.), καθώς και κοινωνικο-ψυχολογικής φύσεως κριτήρια των επιστημόνων (κοινωνικές δεσμεύσεις, φήμη κλπ.) (Lakatos 1974, Kuhn 1989). Ο Giere (1999) θεωρεί ότι το ζήτημα της επιλογής των θεωριών ανάγεται πολλές φορές σε θέμα λήψης μιας προσωπικής απόφασης των επιστημόνων, επειδή σε πολύ ευνοϊκές μόνο περιπτώσεις τα πειραματικά αποτελέσματα οδηγούν σε ομόφωνη κρίση των επιστημόνων ως προς το βαθμό επικύρωσης, ή διάψευσης, μιας θεωρίας.

Η μοντελο-θεωρητική προσέγγιση της επιστήμης αποτελεί σήμερα τη σημαντικότερη άποψη στη φιλοσοφία της επιστήμης, με βασικό σημείο αναφοράς τα μοντέλα (βλ. π.χ. Suppe 1977, Giere 1988, 1999, Nersessian 2005, Develaki 2007). Τα θεωρητικά μοντέλα εμπεριέχουν ιδέες των επιστημόνων για δομές και λειτουργίες του πραγματικού κόσμου. Αποτελούν εξιδανικευμένες αναπαραστάσεις αντικειμένων ή συστημάτων αντικειμένων, και των αλληλεπιδράσεών τους (πχ. ήλιοι με σημειακή μάζα, ομογενή πεδία, ύπαρξη μόνο βαρυτικών αλληλεπιδράσεων, κ.ο.κ.). Τα μοντέλα αποτελούν κατά συνέπεια φανταστικές οντότητες, υποστηρίζεται όμως ότι πετυχαίνουν, μερικές φορές τουλάχιστον, να αναπαριστούν τα πραγματικά συστήματα, ως προς ορισμένες βέβαια μόνο όψεις τους, και σε ορισμένο βαθμό (Giere 1999, Nola 2004). Οι θεωρίες μπορούν να εφαρμοστούν με ακρίβεια στα μοντέλα, ενώ η άμεση εφαρμογή της θεωρίας στα πολύ σύνθετα φυσικά φαινόμενα θα ήταν καταρχήν ακατόρθωτη. Τα μοντέλα δημοσιοποιούνται με διάφορους τρόπους: με υλικά μοντέλα (μοντέλα κλίμακας), ή με οπτικά μοντέλα (εικόνες, σκίτσα, διαγράμματα, σύμβολα); τα κατά βάση μοντέλα στη Φυσική παριστάνονται με μαθηματικές εξισώσεις (βλ. ενότητα 3).

Τα μοντέλα δημιουργούνται με σκοπό την ερμηνεία φαινομένων, και δίνουν προβλέψεις που χρησιμοποιούνται για εμπειρικούς ελέγχους υποθέσεων και θεωριών, και για νέα έρευνα. Στο πλαίσιο της μοντελο-θεωρητικής άποψης, είναι κατά βάση τα μοντέλα μιας θεωρίας που αποτελούν αντικείμενο εμπειρικών ελέγχων και αιτιολογήσεων. Αυτό που κρίνεται είναι μια υπόθεση που υποστηρίζει ότι κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο αναπαριστά κατάλληλα, ταιριάζει με, ένα πραγματικό σύστημα (π.χ. το νευτώνειο βαρυτικό μοντέλο δύο σωμάτων για το σύστημα γη-σελήνη). Τα μοντέλα ελέγχονται πειραματικά για την 'ομοιότητά' τους με τα πραγματικά συστήματα, σε ένα πλαίσιο εναλλακτικών/ανταγωνιζόμενων μοντέλων; τα επιχειρήματα αποτελούν δείκτες υπέρ ή κατά της ομοιότητας ενός μοντέλου με το πραγματικό σύστημα που υποστηρίζεται ότι αναπαριστά, και αναπτύσσονται σε σχέση με τα εμπειρικά δεδομένα και τη θεωρητική συνοχή του μοντέλου, και σε σύγκριση με άλλα πιθανά μοντέλα (πχ. Giere 2001, Böttcher & Meisert 2011). Για την αντίληψη της επιστημονικής αιτιολόγησης στο πλαίσιο της μοντελο-θεωρητικής άποψης θα αναφερθούμε λίγο αναλυτικότερα στην παρακάτω ενότητα.

Συνοψίζουμε στο σημείο αυτό, μερικές από τις βασικές απόψεις σύγχρονων προσεγγίσεων για την επιστημονική αιτιολόγηση: Ο έλεγχος των υποθέσεων αποτελεί θεμελιακή επιδίωξη των φυσικών επιστημών, πραγματοποιείται όμως σήμερα σε πιο σύνθετα πλαίσια από την απλή διεξαγωγή πειραμάτων. Στις σύγχρονες έρευνες που συνεξετάζουν τη γνωστική, αξιολογική και κοινωνική δυναμική των ερευνητικών ομάδων, αναγνωρίζεται ότι οι αλλαγές των επιστημονικών προτάσεων απαιτούν, σχεδόν πάντα, τη διαλογική αιτιολόγηση μέσα στο πλαίσιο των αξιολογικών και γενικότερων κοινωνικών πρακτικών της αρμόδιας επιστημονικής κοινότητας (π.χ. Nersessian 2005). Το επιχείρημα στις Φυσικές επιστήμες στρέφεται γύρω από την κριτική αποτίμηση της συμφωνίας που υπάρχει, ή δεν υπάρχει, μεταξύ θεωρίας και εμπειρικών δεδομένων. Η επιστημονική επιχειρηματολογία συνίσταται στη διερεύνηση/εντοπισμό, με κριτικό τρόπο, εκείνων των σχέσεων θεωρίας και εμπειρίας που στηρίζουν η αντικρούουν ένα ερμηνευτικό συμπέρασμα, μοντέλο ή πρόβλεψη (βλ. στο Duschl & Grandy 2005). Κατά τη διαδικασία της αποτίμησης εμπειρικών ελέγχων και της ανάπτυξης της σχετικής επιχειρηματολογίας, μπορεί να υπεισέρχονται και υποκειμενικοί παράγοντες, που μπορεί να επηρεάζονται π.χ. και από κοινωνικές δεσμεύσεις, προσωπικά κίνητρα και προκαταλήψεις, ή από το πνεύμα της εποχής (π.χ. Newton 1999).

Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟ-ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΑΠΟΨΗΣ

Όπως προαναφέραμε, στο πλαίσιο της μοντελο-θεωρητικής άποψης, αυτό που αποτιμούν οι επιστήμονες είναι το κατά πόσο ένα μοντέλο 'ταιριάζει' με το πραγματικό σύστημα που μελετάται, ως προς ορισμένες μόνο βέβαια όψεις του πραγματικού συστήματος, και με ορισμένο βαθμό ακρίβειας, ο οποίος προσδιορίζεται από τους επιστήμονες ανάλογα με την περίπτωση και τους σκοπούς μιας συγκεκριμένης μελέτης (Giere 1999). Η απόφαση για την καταλληλότητα του μοντέλου στηρίζεται στο κατά πόσο οι προβλέψεις που δίνει το μοντέλο συμφωνούν με τα δεδομένα που δίνουν οι παρατηρήσεις ή ο πειραματισμός με το πραγματικό σύστημα, που υποτίθεται ότι αναπαριστάται από το μοντέλο.

Οι θεωρίες (αρχές και βασικές εξισώσεις, π.χ. F=ma) είναι πολύ γενικές, δεν δίνουν κάποιες ειδικότερες πληροφορίες/οδηγίες για την εφαρμογή τους στη μελέτη ενός συγκεκριμένου πραγματικού συστήματος, και είναι τα μοντέλα που αναλαμβάνουν το ρόλο να διαμεσολαβήσουν μεταξύ θεωρίας και πραγματικού κόσμου. (Για λόγους σαφήνειας, αναφερόμαστε παρακάτω στη σχέση θεωρίας-μοντέλων-πραγματικού κόσμου στην περίπτωση μιας βασικής θεωρίας, της νευτώνειας μηχανικής.)

Η δημιουργία (θεωρητικών) μοντέλων καθοδηγείται από τις αρχές της θεωρίας, αλλά ενσωματώνει και πολλά άλλα στοιχεία (εξειδικεύσεις των βασικών εξισώσεων της θεωρίας, αφαιρέσεις και εξιδανικεύσεις για το σύστημα που μοντελοποιείται, οριακές και αρχικές συνθήκες, εμπειρικά δεδομένα, διαίσθηση κλπ.), ώστε να συσχετισθούν τα μοντέλα με τα πραγματικά συστήματα, και να καταστεί δυνατός ο εμπειρικός τους έλεγχος.

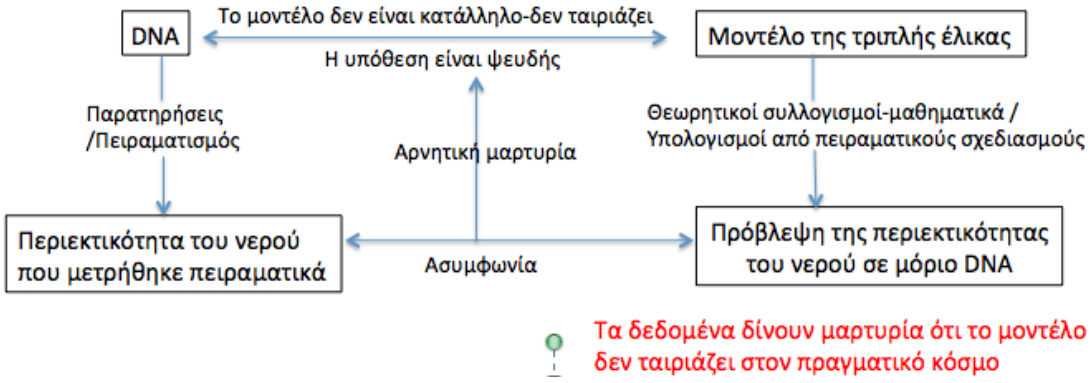
Τα θεωρητικά μοντέλα εκπληρώνουν καταρχήν απολύτως τις αρχές και βασικές εξισώσεις/αξιώματα της θεωρίας, και επιπλέον εξειδικεύουν, όπως προαναφέραμε τις βασικές εξισώσεις της. Το μοντέλο του αρμονικού ταλαντωτή π.χ. είναι βασικά οι εξισώσεις F=ma και F=-Dx. Το μοντέλο αυτό είναι ακόμη πολύ αφηρημένο, και εξειδικεύεται συσχετιζόμενο με εμπειρικά μεγέθη, πχ. το x αντιστοιχεί στην απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας, και εν συνεχεία στην απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας πχ. του σφαιριδίου ενός συγκεκριμένου εκκρεμούς. Στη φάση αυτή μπορεί να ελεγχθεί η καταλληλότητά του μοντέλου βάσει των δεδομένων που προκύπτουν από την παρατήρηση ή από τον πειραματισμό με το συγκεκριμένο εκκρεμές. Η ομοιότητα των μοντέλων με τα πραγματικά συστήματα δεν μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα (π.χ. μοντέλα μικροσκοπικής ή μακροσκοπικής κλίμακας), εκείνο που συγκρίνεται είναι η συμφωνία μεταξύ των προβλέψεων των μοντέλων και των εμπειρικών δεδομένων. (Συγκρίνεται π.χ. η περίοδος που υπολογίζεται από το μοντέλο του απλού αρμονικού ταλαντωτή με την περίοδο που δίνουν οι πειραματικές μετρήσεις για το αντίστοιχο πραγματικό εκκρεμές.)

Από τη σύγκριση αυτή αποφασίζουν οι επιστήμονες, εάν τα πειραματικά δεδομένα δίνουν θετική ή αρνητική μαρτυρία για το μοντέλο. Η απόφαση αυτή συχνά δεν είναι μια απλή και απρόσκοπτη διαδικασία, για λόγους, μεταξύ άλλων, που αναφέραμε και στην προηγούμενη ενότητα.

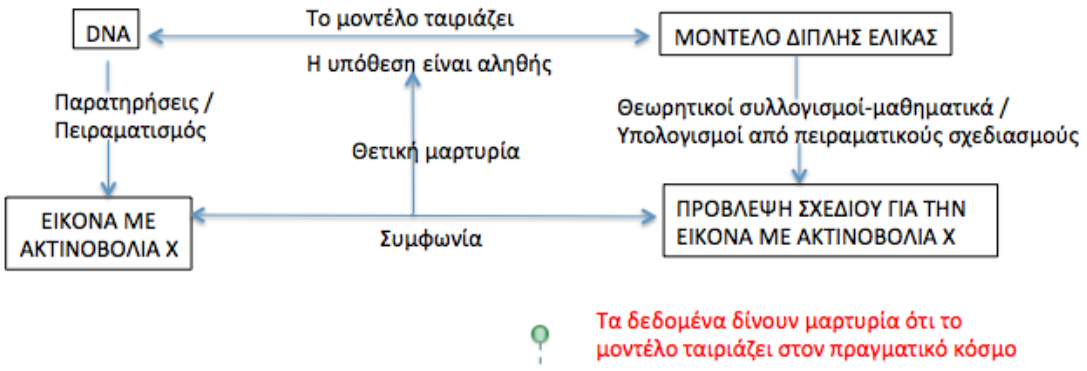
ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΟΥ GIERE ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

Το σχήμα του Giere για την επιστημονική αιτιολόγηση αναπτύσσεται στο πλαίσιο της μοντελο-θεωρητικής άποψης. Ο Giere (2001) αναφέρει αρχικά την περίπτωση του μοντέλου για τη δομή του DNA (Watson και Crick), ως ένα παράδειγμα για την περίπτωση θετικής και αρνητικής μαρτυρίας κατά την κρίση της καταλληλότητας των μοντέλων (Σχήμα 1, Σχήμα 2). Συγκεκριμένα, το μοντέλο τριπλής κλίμακας απορρίφθηκε επειδή δεν προέβλεπε σωστά την ποσότητα νερού που παρατηρήθηκε ότι συγκρατούν τα μόρια του DNA στα πειράματά της Franklin με δείγματα DNA (αρνητική μαρτυρία). Το μοντέλο διπλής κλίμακας, που προτάθηκε εν συνεχεία, επιλέχθηκε, επειδή έδινε σωστή πρόβλεψη για την ποσότητα του νερού, κυρίως όμως επιλέχθηκε επειδή προέβλεπε σωστά την εικόνα με ακτινοβολία x του DNA (θετική μαρτυρία), η οποία ήταν απίθανο να προβλεφθεί από κάποιο άλλο πιθανό εναλλακτικό μοντέλο. Η πρόβλεψη αυτή ήταν που έδωσε ισχυρή μαρτυρία για το μοντέλο διπλής κλίμακας, επειδή η πρόβλεψη για την σωστή ποσότητα του νερού θα μπορούσε να εξαχθεί και από άλλα εναλλακτικά μοντέλα, πχ. από μοντέλα με τριπλές κλίμακες που θα μπορούσαν να τροποποιηθούν κατάλληλα, ώστε να προβλέψουν σωστά την ποσότητα του νερού.

Αποτίμηση θεωρητικών υποθέσεων βάσει της σύγκρισης πρόβλεψης-δεδομένων



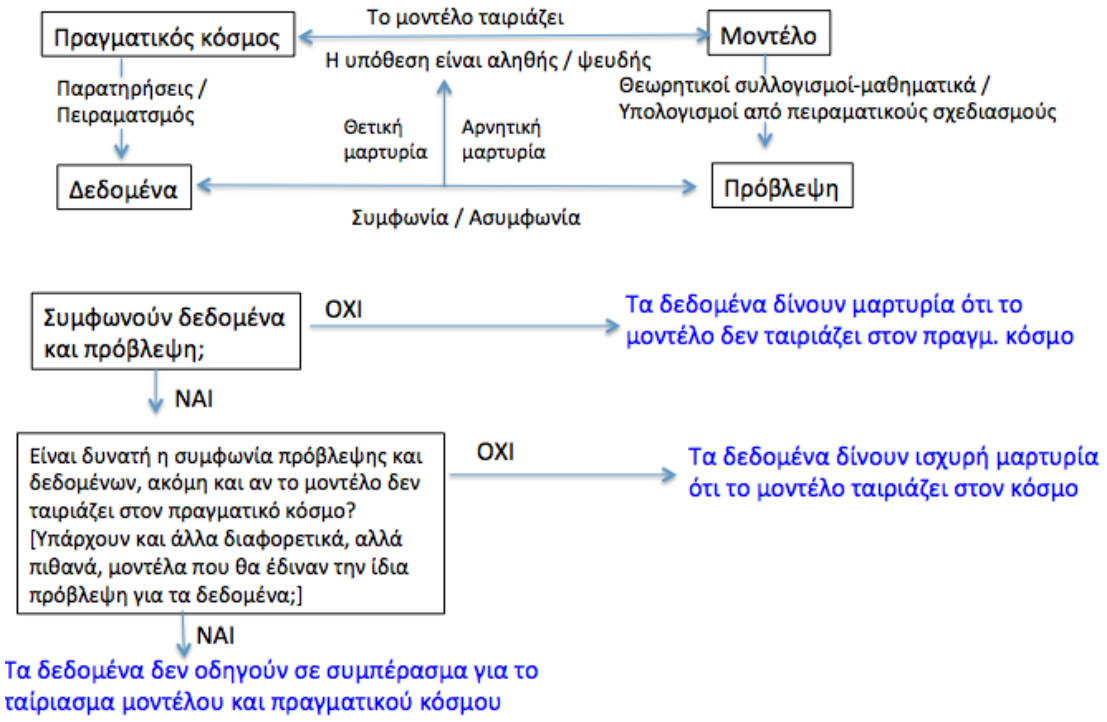
Σχήμα 1: Αρνητική μαρτυρία για το μοντέλο τριπλής κλίμακας του DNA



Σχήμα 2: Θετική μαρτυρία για το μοντέλο τριπλής κλίμακας του DNA

Με βάση το προηγούμενο παράδειγμα, ο Giere προτείνει ένα γενικό σχήμα, στο οποίο μπορεί να στηριχθεί ο μη ειδικός για να αξιολογήσει επιστημονικά πληροφορίες που περιγράφονται κυρίως σε εκλαϊκευμένα επιστημονικά περιοδικά ή στα δημόσια μέσα ενημέρωσης (τύπος, τηλεόραση), και οι οποίες μπορεί να αφορούν τη λήψη αποφάσεων για την προσωπική και κοινωνική του ζωή (υγεία, επάγγελμα), ή το γενικότερο ενδιαφέρον του για εγγραμματισμό και πολιτισμό (αντιλήψεις για τον κόσμο). Το σχήμα σχεδιάστηκε μόνο ως ένας οδηγός

αξιολόγησης επιστημονικών πληροφοριών από τον μη ειδικό, αλλά είναι σημαντικό ότι αναπαριστά με απλό τρόπο βασικά στοιχεία της διαδικασίας αξιολόγησης θεωρητικών υποθέσεων από τους επιστήμονες (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Σχέδιο για την ανάλυση κειμένων με θεωρητικές υποθέσεις (Giere 2001)

Το σχήμα αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιέχει τέσσερα στοιχεία (βλ. Σχήμα 3) που θα πρέπει να εντοπιστούν σε ένα δημοσίευμα, ώστε να είναι δυνατή μια ολοκληρωμένη αξιολόγησή τους, με βάση το εν λόγω σχήμα: Η πλευρά του πραγματικού κόσμου που μελετάται, το μοντέλο που ελέγχεται εάν αναπαριστά αυτή την πλευρά, η πρόβλεψη από το μοντέλο που λέει πως θα ήταν τα δεδομένα εάν το μοντέλο πράγματι ταιριάζει στον πραγματικό κόσμο, και τα σχετικά με την πρόβλεψη δεδομένα που προέκυψαν από τον πειραματισμό με τον πραγματικό κόσμο.

Το δεύτερο μέρος εστιάζει στην αξιολόγηση της υπόθεσης ότι το μοντέλο ταιριάζει με την όψη του κόσμου που μελετάται, στο εάν δηλαδή συμφωνούν τα δεδομένα και η πρόβλεψη του μοντέλου (βλ. Σχήμα 3). Εάν δεν συμφωνούν, το συμπέρασμα είναι ότι υπάρχει συγκεκριμένη μαρτυρία ότι το μοντέλο δεν ταιριάζει με τον πραγματικό κόσμο. Εάν τα δεδομένα και η πρόβλεψη συμφωνούν, θα πρέπει κανείς πριν αποφασίσει, να προβληματιστεί και με το ερώτημα για το εάν υπάρχουν και άλλα πιθανά διαφορετικά μοντέλα που θα έδιναν την ίδια πρόβλεψη με το εξεταζόμενο μοντέλο. Εάν δεν υπάρχουν τέτοια εναλλακτικά μοντέλα, το συμπέρασμα είναι ότι τα δεδομένα δίνουν καλή μαρτυρία ότι το μοντέλο ταιριάζει στον πραγματικό κόσμο. Εάν όμως υπάρχουν τέτοια εναλλακτικά μοντέλα, το συμπέρασμα είναι ότι τα συγκεκριμένα δεδομένα δεν είναι αποφασιστικά, δεν οδηγούν σε συμπέρασμα για την αξιοπιστία του μοντέλου. Η συμφωνία πρόβλεψης και δεδομένων δίνει ισχυρή μαρτυρία υπέρ του μοντέλου, μόνο εάν τα ενδεχόμενα διαφορετικά μοντέλα είναι απίθανο να δώσουν την ίδια πρόβλεψη.

Θα πρέπει πάντως να επισημανθεί, ότι και στην περίπτωση είτε μιας αρνητικής, είτε μιας θετικής μαρτυρίας, το συμπέρασμα δεν μπορεί να είναι απόλυτο, και δεν αποκλείεται να είναι λανθασμένο. Η ασυμφωνία δεδομένων και πρόβλεψης μπορεί να μην οφείλεται στο ίδιο το μοντέλο, αλλά σε σοβαρό πειραματικό λάθος, ή ενδέχεται η πρόβλεψη να είναι λανθασμένη (παρανόηση μοντέλου ή λάθος σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας ελέγχου). Αλλά και στην περίπτωση που φαίνεται να συμφωνούν τα δεδομένα και η πρόβλεψη, ενδέχεται να μην είναι σαφής η συμφωνία τους (ζήτημα βαθμού). Εάν στην περίπτωση αυτή διαφωνούν και οι ειδικοί, ο μη ειδικός δεν μπορεί να οδηγηθεί σε αυτόνομο συμπέρασμα, και μπορεί π.χ. να αναβάλει την κρίση του για το μοντέλο, έως ότου υπάρξουν πιο 'αποφασιστικά' δεδομένα. Εάν η χρήση του

μοντέλου είναι σημαντική για κάποια πρακτική απόφαση, στην απόφαση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, μεταξύ και των άλλων κριτηρίων, και η αβεβαιότητα ως προς αξιοπιστία του μοντέλου.

Με βάση το σχήμα που περιγράφηκε, οι διδασκόμενοι μπορούν να αρχίσουν με την αξιολόγηση επιλεγμένων από τον εκπαιδευτικό περιπτώσεων με θετική, αρνητική, και αβέβαιη μαρτυρία, και σε συνεργασία μαζί του, και να συνεχίσουν με την αποτίμηση επιστημονικών πληροφοριών για θέματα που θεωρούν σημαντικά, είτε λόγω επικαιρότητας, είτε επειδή σχετίζονται με τα άμεσα ενδιαφέροντά τους. Η κατανόηση της επιστημονικής αιτιολόγησης και η άσκηση με το σχήμα που περιγράφηκε μπορεί να αποτελεί πχ. ειδική διδακτική ενότητα για παρεμβολή στη συνήθη διδασκαλία, ή να αποτελεί θέμα ερευνητικής εργασίας στο Λύκειο.

ΣΥΝΟΨΗ

Η κατανόηση και διδασκαλία των τρόπων της επιστημονικής αιτιολόγησης συμβάλλει στην προώθηση σύγχρονων εκπαιδευτικών στόχων, όπως είναι ανάπτυξη κριτικής σκέψης, και η ικανότητα για τεκμηριωμένες προτάσεις και επιλογές.

Αναφερθήκαμε σε σύγχρονες απόψεις για την επιστημονική αιτιολόγηση, και παρουσιάσαμε ένα σχήμα που ανέπτυξε ο Giere (2001) στο πλαίσιο της μοντελο-θεωρητικής άποψης για την επιστήμη, με σκοπό την άσκηση μαθητών και φοιτητών, και γενικότερα των μη-ειδικών, στην αποτίμηση της αξιοπιστίας επιστημονικών πληροφοριών που σχετίζονται με τη λήψη αποφάσεων για την προσωπική και κοινωνική ζωή τους, ή με τα γενικότερα ενδιαφέροντά τους.

Οι εξελίξεις στην επιστήμη-τεχνολογία διοχετεύονται και περιγράφονται συχνά στα δημόσια μέσα ενημέρωσης (εφημερίδες, περιοδικά, τηλεόραση), και θα πρέπει κανείς να μπορεί να αποτιμήσει κατάλληλα την αξιοπιστία τους, ώστε να αποφασίσει ανάλογα για την αξιοποίησή τους. Η ικανότητα αυτή θεωρούμε ότι είναι πολύ σημαντική για τους πολίτες των σύγχρονων επιστημονικά-τεχνολογικά προσανατολισμένων κοινωνιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Böttcher, F. & Meisert, A. (2011). Argumentation in Science Education: A model-based Framework. *Science & Education* 20 (2), 104-140.
2. Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices.* Heilmann: Portsmouth.
3. 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.
4. Develaki, M. (2007). The model-based view of scientific theories and the structuring of school science Programmes. *Science & Education*, 16(7), 725–749.
5. Develaki, M. (2008). Social and ethical dimension of the natural sciences, complex problems of the age, interdisciplinarity, and the contribution of education. *Science & Education*, 17(8–9), 873–888.
6. Giere, R. N. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*, Chicago, University of Chicago Press.
7. Giere, R. N. (1999). *Science without Laws*, Chicago, London: University of Chicago Press.
8. Giere, R.N. (2001). A new Framework for teaching Scientific Reasoning. *Argumentation* 15, 21-33.
9. Grandy, R.E. & Duschl, R.A. (2007), Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference, *Science & Education*, 16 (No. 2), 141-166.
10. Kuhn, T. S. (1989). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, (10. Aufl.), Suhrkamp-Taschenbuch, Frankfurt am Main.
11. Lakatos, I. (1974). *Falsifikation und die Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme'.* In I. Lakatos and A. Musgrave (Eds.), *Kritik und Erkenntnisfortschritt*, pp. 89-189, Vieweg, Braunschweig.
12. 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.
13. Matthews, M. R. (1994). *Science teaching*, NewYork: Routledge.
14. McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17 (2-3), 249-263.
15. Nola, R. (2004). Pendula, Models, Constructivism and Reality. *Science & Education*, 13, 349-377.
16. Nersessian, N. (2005). How science works, *NSF Inquiry Conference Proceedings*, http://www.ruf.rice.edu/~rgrandy/NSFConSched.html.
17. Newton P., Driver R. & Osborne J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science education*, 21 (5), 553-576.
18. Suppe F. (1977). *The Structure of Scientific Theories* (second edition), University of Illinois Press, Urbana and Chicago.

Εισαγωγικές Εξετάσεις (από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο) και η Φυσική στο Λύκειο

Χρήστος Καρακόλης
Φυσικός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή επιχειρείται να απαντηθεί η ερώτηση: «Ποια Φυσική να διδάξουμε στους μαθητές του Λυκείου;» σε συνάρτηση με την επιλογή του συστήματος των Εισαγωγικών Εξετάσεων από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο. Νομίζω ότι η ερώτηση: «Ποια Φυσική να διδάξουμε…» δεν πρέπει να αφορά τις ενότητες των φυσικών φαινομένων – τα κεφάλαια δηλαδή της Φυσικής, που θα έπρεπε να επιλεγούν ως διδακτέα ύλη. Δεν υπάρχουν «καλά» και «κακά» κεφάλαια φυσικής. Πρέπει να διδάσκονται όλα και αυτό που πρέπει να διερευνηθεί και να επιλεγεί είναι η σειρά ανάπτυξης της θεωρίας, το βάθος και η έκτασή της, ο τρόπος και η μορφή της, καθώς και το είδος και το επίπεδο των ερωτήσεων και των ασκήσεων. Προφανώς αυτή η φυσική θα «μοιραστεί» στις τρεις τάξεις του Λυκείου και το πώς είναι και αυτό προς προβληματισμό. Μια τέτοια όμως επιλογή για το μάθημα της Φυσικής (και για τα άλλα μαθήματα κατ' αναλογία) είναι ασύμβατη με το ισχύον σύστημα εισαγωγικών εξετάσεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Εισαγωγικές εξετάσεις, Φυσική στο Λύκειο*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προέρχομαι από τον φροντιστηριακό χώρο, στον οποίο εργάσθηκα για σαράντα χρόνια. Έχω ζήσει όλα τα συστήματα εισαγωγικών εξετάσεων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και γνωρίζω από πρώτο χέρι τα καλά τους αλλά και τις στρεβλώσεις και τις παρενέργειές τους.

Προσωπικά, πέρασα στο πανεπιστήμιο το 1964, τη χρονιά που για πρώτη φορά οι εξετάσεις αυτές είχαν πανελλήνιο χαρακτήρα. Επειδή θα το επικαλεστώ στα παρακάτω, αναφέρω ότι πέρασα σε πολύ καλή σειρά στο φυσικό του Α.Π.Θ., χωρίς καμιά φροντιστηριακή υποστήριξη, ούτε με τη μορφή διαβάσματος από φροντιστηριακά βιβλία. Δηλώνω, εξ αρχής, τη θέση μου: Αν θέλουμε την αναβάθμιση της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (και, κατ' επέκταση, της τριτοβάθμιας), θα πρέπει να υποστηρίξουμε την επιστροφή στο σύστημα εισαγωγικών εξετάσεων του 1964.

Χρησιμοποίησα τις λέξεις 'ενδιαφερόμαστε', 'υποστηρίξουμε', γιατί σε κυβερνητικό επίπεδο φοβούμαι ότι δεν ενδιαφέρονται – δεν τους νοιάζει η αναβάθμιση της εκπαίδευσης, διαφορετικά πώς να εξηγήσω το ότι από το υπουργείο παιδείας πέρασαν οι πιο ετερόκλητοι και άσχετοι υπουργοί, με ελάχιστες εξαιρέσεις.

Προτείνω:

Οι εισαγωγικές εξετάσεις να διενεργούνται από τις 20 Αυγούστου έως τις 10 Σεπτεμβρίου και εξεταστέα ύλη στο κάθε μάθημα να είναι η διδακτέα στις τρεις τάξεις του Λυκείου στο μάθημα αυτό. Όπου κρίνεται πως ο όγκος της εξεταστέας ύλης είναι πολύ μεγάλος, θα μπορεί να περιορίζεται με κλήρωση. Η κλήρωση αυτή όμως να γίνεται αφού τελειώσουν οι απολυτήριες εξετάσεις της Γ΄Λυκείου (δηλαδή, γύρω στις 10 Ιουνίου). Μόνο μ' αυτήν την αλλαγή (αν γίνει) αυτομάτως η δουλειά μαθητών και καθηγητών στο σχολείο θα αποκτήσει τον πρωταγωνιστικό ρόλο που της αρμόζει και η όποια φροντιστηριακή υποστήριξη θα έχει επικουρικό αλλά ουσιαστικό χαρακτήρα, που και για το φροντιστήριο αυτός πρέπει να είναι ο ρόλος του.

Από το 1978 που οι εισαγωγικές εξετάσεις ενσωματώθηκαν στις απολυτήριες της Γ΄Λυκείου του Ιουνίου και η εξεταστέα ύλη περιορίστηκε στη διδαχθείσα της Γ΄Λυκείου, άρχισαν οι στρεβλώσεις: Οι μαθητές που με το προηγούμενο σύστημα μετεξελίσσονταν σε υποψήφιους φοιτητές αφού τελείωναν το Λύκειο, τώρα λειτουργούσαν ως τέτοιοι (υποψήφιοι) από την Α΄Λυκείου, συχνά μάλιστα με την παρότρυνση των γονέων τους και την ανοχή των καθηγητών τους.

Αυτή η νοοτροπία –η λογική του υποψηφίου- είχε (και έχει) ως αποτέλεσμα οι μαθητές να δείχνουν μικρό ενδιαφέρον για τα μαθήματα της Α΄και Β΄Λυκείου, έως και πλήρη αδιαφορία. Ακόμα και για μαθήματα που αποτελούν βάση και προϋπόθεση για τη σωστή εκμάθηση των κρίσιμων μαθημάτων της Γ΄Λυκείου. Αυτό καθιστούσε και καθιστά πολύ δύσκολη τη δουλειά των συναδέλφων στα σχολεία τους, καθώς αισθάνονται να απαξιώνεται η εκπαιδευτική τους αποστολή.

Από την άλλη, στα φροντιστήρια άρχιζαν την προετοιμασία για τα κρίσιμα μαθήματα της Γ΄Λυκείου ήδη από τη Β΄. Αυτός ο ετεροχρονισμός έχει πολλές αρνητικές συνέπειες με κορύφωση τη σχεδόν πλήρη απαξίωση της δουλειάς στο σχολείο στο 2ο τετράμηνο της Γ΄Λυκείου.

Τότε στα φροντιστήρια αρχίζουν τις επαναλήψεις και οι περισσότεροι μαθητές– υποψήφιοι παρακολουθούν στα σχολεία τους μαθήματα κατ' επιλογή και τόσα μόνο ώστε να μη μείνουν από απουσίες. Στα προηγούμενα να προσθέσουμε και τη μόδα των καταλήψεων, στη διάρκεια των οποίων τα φροντιστήρια είχαν την άνεση να εντατικοποιούν τα μαθήματά τους, αλλά για το δημόσιο σχολείο αυτό ήταν και είναι κατάντια.

Υποστηρίζω –επαναλαμβάνω- την επιστροφή στα προ του 1978. Προτείνω, μάλιστα, και την επαναφορά των συντελεστών βαρύτητας των μαθημάτων κατά σχολές του 1964. Έτσι θα διευκολύνεται ο μαθητής– υποψήφιος που έχει ιδιαίτερη ικανότητα και κλίση προς κάποιο μάθημα– γνωστικό αντικείμενο, αλλά θα εξυπηρετείται και η πανεπιστημιακή σχολή, στην οποία το μάθημα αυτό έχει αξονικό χαρακτήρα.

Αξίζει να αναφέρω πως εγώ, το 1964, έγραψα δύο 16άρια, ένα στη φυσική και ένα στην έκθεση. Με τον αυξημένο συντελεστή που είχε το μάθημα της φυσικής στο φυσικό τμήμα του Α.Π.Θ., ξεπέρασα τη βάση του μόνο με τα δύο αυτά μαθήματα. Τα άλλα τέσσερα (η χημεία και τα τρία των μαθηματικών) μου έδωσαν αθροιστικά λιγότερα μόρια. Παράλληλα, στο χημικό τμήμα του Α.Π.Θ., είχα συγκεντρώσει λιγότερα μόρια με το 11άρι που έγραψα στη Χημεία.

Όσον αφορά την εξεταστέα ύλη, το ξαναλέω: προτείνω να είναι (σε κάθε μάθημα) όλη η διδακτέα ύλη των τριών τάξεων του Λυκείου. Επειδή, σε μερικά μαθήματα, αυτή η ύλη θα είναι υπερβολική, για να προλάβει ο υποψήφιος να την επαναλάβει στους δύο μήνες (από τις απολυτήριες της Γ΄Λυκείου μέχρι τις εισαγωγικές για το πανεπιστήμιο) προτείνω να επιλέγεται ένα μέρος της ύλης με κλήρωση που θα πραγματοποιείται αμέσως μετά τις απολυτήριες. Πάντως, από το 1964 έως το 1978, εξεταστέα ύλη ήταν όλη η διδακτέα των τριών τελευταίων τάξεων του εξατάξιου τότε γυμνασίου και μάλιστα των πρακτικών λυκείων για τα θετικά μαθήματα και των κλασικών για τα θεωρητικά. Θυμάμαι το καλοκαίρι του 1978 με το σεισμό της Θεσσαλονίκης. Αναγκάστηκα να αναλάβω πρόγραμμα 90 ωρών εβδομαδιαίως, γιατί κάποιοι συνάδελφοι δεν άντεχαν τους μετασεισμούς.

Εξεταστέα ύλη στη φυσική ήταν όλος ο 'Μάζης' των πρακτικών λυκείων. Τρία πυκνογραμμένα χοντρά βιβλία φυσικής με πάνω από 30 κεφάλαια συνολικά. Για το κάθε κεφάλαιο μπορούσαμε να διαθέτουμε δύο 2ωρα. Τι κάνεις σε αυτά τα δύο 2ωρα; Έχεις (από το προηγούμενο μάθημα) ζητήσει από τους μαθητές να διαβάσουν καλά τη θεωρία. Εσύ, ο δάσκαλος, επισημαίνεις τα σημαντικά αυτής της θεωρίας και διδάσκεις το χειρισμό της στις εφαρμογές (στις ασκήσεις και τα προβλήματα), σε συνδυασμό με τα προηγούμενα κεφάλαια που έχουν διδαχθεί οι μαθητές, έχοντας κατά νου και τα επόμενα. Έχεις επιλέξει και λύνεις υποδειγματικά ένα παράδειγμα, δύο το πολύ. Κάνεις δουλειά ουσίας, φροντίζεις τον υποψήφιο!

Τι γίνεται τώρα με τα τέσσερα (όλα κι όλα) εξεταζόμενα κεφάλαια φυσικής της Γ΄Λυκείου, με διαθέσιμο ένα ολόκληρο έτος προετοιμασίας; Τι κάνουν τα φροντιστήρια και οι φροντιστές; Για να γεμίσουν ώρες το γύρισαν στην ακατάσχετη περιπτωσιολογία. Κυκλοφορούν φροντιστηριακά βιβλία όπου το κάθε κεφάλαιο φυσικής υποστηρίζεται από έναν τόμο 500 σελίδων, με πάνω από 1000 παραδείγματα και ασκήσεις. Όχι μόνο δεν αναπτύσσεται η κριτική ικανότητα και η επαγωγική σκέψη των μαθητών, αλλά γίνεται ακριβώς το αντίθετο. Ό,τι χειρότερο, δηλαδή.

Νομίζω, επίσης, ότι θα ήταν ωφέλιμη και η επαναφορά της διάκρισης των Λυκείων σε κλασικά και πρακτικά. Δεν το έχω σκεφτεί πολύ το θέμα, αλλά πάντα με γοήτευε η σκέψη να διδάξω φυσική σε μαθητές κλασικού λυκείου και που θα γνωρίζαμε (εγώ και οι μαθητές) ότι σ' αυτό το μάθημα δε θα δώσουν εξετάσεις. Και, αντίστοιχα, ένας φιλόλογος να διδάξει Πλάτωνα, Αριστοτέλη, Τραγικούς, Λογοτεχνία σε μαθητές πρακτικού λυκείου, χωρίς το άγχος των εξετάσεων. Υποπτεύομαι πως το αποτέλεσμα θα ήταν το ίδιο -ίσως και περισσότερο- εντυπωσιακά με τα εξεταζόμενα μαθήματα του κάθε τύπου λυκείου, τα οποία επιπλέον, θα μπορούν να υποστηρίζονται με πιο ενισχυμένα ωρολογιακά προγράμματα.

ΠΟΙΑ ΦΥΣΙΚΗ;

Τώρα, όσον αφορά το μάθημα της φυσικής. Αρχίζω από την επισήμανση ότι από το 1978 οι μαθητές μας στο λύκειο δε μαθαίνουν τίποτα σχετικό με τις δύο βασικές τους αισθήσεις –την όραση και την ακοή- με τις οποίες και επικοινωνούν με το περιβάλλον τους. Και αυτό γιατί η οπτική και η ακουστική δεν υπάρχει ως διδακτέα ύλη σε καμιά από τις τάξεις του λυκείου. Δε διδάσκεται επίσης στο λύκειο η συμπεριφορά των ρευστών, φαινόμενα που θα έδιναν στον διδάσκοντα τη δυνατότητα να επικαλείται βασικές εμπειρίες των μαθητών και να εκτελεί απλά, αλλά εντυπωσιακά πειράματα.

Υποστηρίζω ότι πρέπει να διδάσκονται στο λύκειο όλα τα φυσικά φαινόμενα, όπως συνέβαινε και στα προ του 1978. Δεν υπάρχουν ενότητες φυσικών φαινομένων λιγότερο σημαντικές από άλλες. Δεν υπάρχουν 'καλά' και 'κακά' κεφάλαια φυσικής. Επειδή η ύλη αυτή είναι αρκετά μεγάλη, προτείνω δύο μορφών ελαφρύνσεις:

Πρώτον, να περιοριστούν οι ασκήσεις και τα προβλήματα. Και σε πλήθος και σε βαθμό δυσκολίας και σε βαθμολογική βαρύτητα. Το 'βάρος' να πέφτει στη θεωρία και στις ερωτήσεις κρίσεως. Βεβαίως, πάντα η θεωρία να συνοδεύεται από έναν εύλογο αριθμό ασκήσεων. Δεν είναι δύσκολες αυτές οι επιλογές. Αρκεί να έχουμε κατά νου ότι πρόκειται για το μάθημα της φυσικής και οι ασκήσεις –και ακόμη περισσότερο τα προβλήματα- θα πρέπει, κατά τη γνώμη μου, να αναφέρονται σε διατάξεις που να είναι πραγματοποιήσιμες ή να έχουν σχέση με τη φυσική πραγματικότητα, έστω και οριακά. Ακόμα και αν το ζητούμενο είναι να κατασκευάσουμε ιδιαίτερα δύσκολες και πονηρές ασκήσεις, έχουμε πάντα τη δυνατότητα αυτές να βρίσκονται μέσα στα προηγούμενα πλαίσια και να μην αγγίζουν ή να ξεπερνούν τα όρια του αφύσικου.

Τα παραδείγματα τέτοιων υπερβολών σε θέματα εισαγωγικών εξετάσεων είναι πολλά. Αξίζει να αναφερθώ σε ασκήσεις που είχαν να κάνουν με τα φαινόμενα της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής της εποχής των δεσμών (1983-2000). Ο νόμος του Faraday μας λέει:

«Κάθε φορά που μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζει (ως περίμετρος) ένα συρμάτινο πλαίσιο -επαγώγιμο-, τα ελεύθερα ηλεκτρόνιά του μπαίνουν σε κίνηση και στο συρμάτινο πλαίσιο επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα». Πάνω σ' αυτό το φαινόμενο στηρίζεται η ηλεκτροδότηση ολόκληρου του πλανήτη μας. Και πώς μπορεί να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή; Αν περιοριστούμε στο ομογενές μαγνητικό πεδίο, η ροή εκφράζεται από το γινόμενο της έντασής του επί το εμβαδό του επαγώγιμου, που 'τέμνεται' από τις δυναμικές γραμμές του πεδίου και επί το συνημίτονο της γωνίας θ που σχηματίζει η ένταση με την επιφάνεια του επαγώγιμου. Προφανώς, τρεις είναι οι διαφορετικές δυνατότητες μεταβολής της μαγνητικής ροής:

α. να μεταβάλλεται με περιστροφή (είτε του επαγώγιμου είτε του μαγνητικού πεδίου) η γωνία θ. Αυτή είναι η πιο πρόσφορη περίπτωση για το μετασχηματισμό μηχανικής ενέργειας περιστροφικής κίνησης σε ηλεκτρική εναλλασσόμενου ρεύματος. Έτσι δουλεύουν οι ηλεκτρογεννήτριες όλου του κόσμου. Δικαιούται η σημαντική αυτή περίπτωση να αποτελεί ένα ανεξάρτητο κεφάλαιο φυσικής – τα 'ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ'.

β. να μεταβάλλεται με το χρόνο η τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου. Επίσης σημαντική περίπτωση που συνδέεται με την προηγούμενη και αποτελεί την πεμπτουσία της ΑΜΟΙΒΑΙΟΤΗΤΑΣ των επαγωγικών φαινομένων. Οι ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ είναι η πιο σπουδαία εφαρμογή της, με ακόμα σπουδαιότερες συνέπειες στην αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, η περίπτωση

γ. να μεταβάλλεται η επιφάνεια του επαγώγιμου που εκτίθεται στη δράση του Ο.Μ.Π. Η περίπτωση αυτή είναι ενδιαφέρουσα γιατί μπορεί ο μαθητής να αναγνωρίσει τις στοιχειώδεις δυνάμεις Lorentz, που θέτουν σε κίνηση τα ελευθερα ηλεκτρόνια του επαγώγιμου. Πρέπει να περιγράφεται ασφαλώς στη θεωρία και κάποιες ασκήσεις είναι χρήσιμες για την καλύτερη κατανόησή της. Αλλά είναι εντελώς ανεφάρμοστη, πρωτίστως γιατί δεν μπορούμε να διαθέτουμε εκτεταμένα Ο.Μ.Π. με επιθυμητά, μάλιστα, όρια. Το μαγνητικό πεδίο της Γης είναι εκτεταμένο αλλά είναι πολύ αδύναμο για να δίνει χρήσιμα αποτελέσματα.

Ας θυμηθούμε, τώρα, οι παλαιότεροι ασκήσεις που μπήκαν στις εισαγωγικές εξετάσεις:

Μεταλλικές ράβδοι που σέρνονται πάνω σε παράλληλους μεταλλικούς οδηγούς, που συνιστούν οριζόντιο ή κατακόρυφο ή πλάγιο επίπεδο και που όλη η διάταξη βρίσκεται εντός ισχυρού Ο.Μ.Π. και που στη ράβδο ενίοτε ασκείται και εξωτερική δύναμη, που προκύπτει να υπακούει σε εντελώς ανέφικτες χρονικές συναρτήσεις κλπ κλπ…

Άλλες φορές πάλι, συρμάτινο πλαίσιο (τρίγωνο ή τετράγωνο ή ορθογώνιο) που μπαίνει και βγαίνει από περιοχή Ο.Μ.Π. με σαφή όρια κλπ κλπ…

Έξυπνες ασκήσεις και δύσκολες, πολλές φορές, μόνο που ο θεματοθέτης ξέχασε πώς παράγονται τα μαγνητικά πεδία ή αδιαφόρησε γι' αυτό. Ναι, αλλά μιλάμε για φυσική και μάλιστα λυκειακή. Αν είναι να μετατρέψουμε τη φυσική σε μαθηματικά να το συζητήσουμε. Οι μαθηματικοί όμως έχουν τα δικά τους προβλήματα. Εξοστράκισαν τη γεωμετρία και διδάσκουν στο λύκειο αφηρημένα μαθηματικά, λες και όλοι οι μαθητές θα γίνουν μαθηματικοί.

Οι στρεβλώσεις που ανέφερα παραπάνω, παρατηρούνται και σε άλλες ενότητες φυσικών φαινομένων. Και συμβαίνουν κυρίως γιατί τα εξεταζόμενα κεφάλαια φυσικής είναι λίγα και 'γνωστά', οπότε θεματοθέτες, φροντιστές και συγγραφείς βοηθημάτων βγάζουν τα 'σώψυχά τους. Φέρτε στο νου σας τις διατάξεις των ελατηρίων. Τόσο χρήσιμες για την κατανόηση της αρμονικής ταλάντωσης, της κυρίαρχης αλλά αόρατης κίνησης των ηχητικών κυμάτων… Αλλά ελατήριο με σταθερά 104 N/m να πάλλεται κατακόρυφα με εξαρτημένη μάζα 1kg και το ίδιο να θεωρείται αβαρές…

Και από την άλλη, το εκκρεμές, όπου οι εξιδανικεύσεις είναι πιο αθώες και μπορείς να το δείξεις τόσο εύκολα στην αίθουσα, να είναι εκτός ύλης.

Ακόμη ένα, κάπως διαφορετικό, παράδειγμα που έχει να κάνει κυρίως με τα δύσκολα των ασκήσεων. Πουθενά στα σχολικά βιβλία δεν διερευνάται η συμπεριφορά της ΑΡΧΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ της ΟΡΜΗΣ στα κλειστά ζεύγη σωμάτων, όταν η μάζα του ενός είναι ασύγκριτα μεγαλύτερη από τη μάζα του άλλου.

Σε αυτά τα ζεύγη η ΑΔΟ φαίνεται να μην ισχύει γιατί, όσον αφορά το σώμα μεγάλης μάζας, ενώ μεταβάλλεται η ορμή του δεν αλλάζει αισθητά η ταχύτητά του. Και επειδή τα σχολικά βιβλία αναφέρονται κυρίως σε τέτοια ζεύγη (όπως ο πρότυπος αρμονικός ταλαντωτής), στους μαθητές εδραιώνεται η εντύπωση πως την ΑΔΟ τη διδάσκονται μόνο για να αντιμετωπίζουν τα βίαια φαινόμενα των κρούσεων.

Έτσι, όταν το 1985 μπήκε στις εισαγωγικές η άσκηση με τα δύο σφαιρίδια με συγκρίσιμες μάζες και μόνες δυνάμεις τις μεταξύ τους βαρυτικές έλξεις, η πλειοψηφία των μαθητών δεν μπορούσε να τη λύσει και, περιέργως, και ένας μεγάλος αριθμός καθηγητών. Ήξεραν μόνο το θεώρημα ΕΡΓΟΥ – ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ που στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν μπορεί να εφαρμοστεί αφού μετακινούνται και οι δύο μάζες. Η λύση ήταν ένας απλός συνδυασμός της ΑΔΟ με την ΑΔΜΕ.

Τι θα έπρεπε να είχε γίνει; Θα έπρεπε στη θεωρία των σχολικών βιβλίων να αναφέρεται με σαφήνεια ότι στα κλειστά ζεύγη σωμάτων, με συντηρητικές τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις, ισχύουν και οι δύο αρχές διατήρησης (της ορμής και της μηχανικής ενέργειας). Όταν όμως οι μάζες τους είναι πολύ άνισες, η ΑΔΟ 'θποχωρεί'. Τόσο σημαντικό για να κατανοήσουν οι μαθητές πώς 'συνεργάζονται' οι δυο βασικές αυτές αρχές

διατήρησης. Αυτό δεν έγινε. Έγινε όμως κάτι άλλο. Στη φυσική κατεύθυνσης της Β΄Λυκείου (που συνεχίζει να διδάσκεται) υπάρχουν άλυτες ασκήσεις τέτοιων ζευγών με κρυφές πληροφορίες του τύπου: …η μεταξύ τους απόσταση να γίνει μέγιστη, να γίνει ελάχιστη κλπ. Δηλαδή τις κάναμε πιο δύσκολες και συνεχίζεται οι μαθητές να μην έχουν θεωρητική υποστήριξη για να τις αντιμετωπίσουν. Ούτως ή άλλως, αυτού του επιπέδου ασκήσεις δε χρειάζονται στο Λύκειο. Ας περιμένουν για το πανεπιστήμιο.

Τα προηγούμενα αναφέρονταν στην 1η ελάφρυνση της ύλης των μαθητών, με δεδομένο ότι διδακτέα ύλη στο Λύκειο θα είναι το σύνολο των φυσικών φαινομένων. Επαναλαμβάνω την πρόταση: Οι ασκήσεις να περιοριστούν και σε αριθμό και σε δυσκολία και σε βαθμολογική βαρύτητα.

Τη 2η ελάφρυνση την έχω ήδη αναφέρει άλλες δύο φορές. Διδακτέα ύλη στις τρεις τάξεις του Λυκείου θα είναι τα ‘πάντα’, αλλά εξεταστέα στις εισαγωγικές εξετάσεις για τα πανεπιστήμια θα είναι μέρος της ύλης, που θα προκύπτει με κλήρωση. Η κλήρωση θα γίνεται αμέσως μετά τις απολυτήριες εξετάσεις της Γ΄Λυκείου. Αυτές θα μπορούσαν να γίνονται στα τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου, θα είναι εντελώς ανεξάρτητες των εισαγωγικών και με εξεταστέα ύλη τη διδαχθείσα στη Γ΄Λυκείου (ενδεχομένως μόνο του 2ου τετραμήνου).

Είναι προφανές ότι σε όλες τις τάξεις του Λυκείου θα πρέπει οι μαθητές να παρακολουθούν με σοβαρότητα το μάθημα της φυσικής (τα ίδια ισχύουν βεβαίως και για τα άλλα μαθήματα), γιατί δε θα ξέρουν ποια κεφάλαια στο τέλος θα κληρωθούν ως εξεταστέα ύλη. Θα κατανοούν όμως ασφαλώς ότι στους δύο μήνες προετοιμασίας για τις εισαγωγικές στο πανεπιστήμιο εξετάσεις, δε θα ήταν δυνατό να μάθουν κάτι εκ του μηδενός, όση φροντιστηριακή υποστήριξη και αν τους δοθεί.

Συνεδρία Π1

Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες και πρακτικές εφαρμογής στο σχολείο

Απόστολος Κ. Καρύδας

Σχολικός Σύμβουλος Α/θμιας εκπαίδευσης
PhD & MSc. Διδακτικής ΦΕ & ΤΠΕ-Ε
Email: karid@otenet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 παρατηρείται μία αλλαγή του προσανατολισμού στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) διεθνώς. Η νέα τάση υπό το γενικό τίτλο Γραμματισμός στις ΦΕ (Scientific Literacy) κερδίζει διαρκώς έδαφος στην εκπαίδευση των ΦΕ στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Δυστυχώς, η χώρα μας δεν φαίνεται να ακολουθεί τις διεθνείς εξελίξεις. Σε εμάς η διδασκαλία των ΦΕ παραμένει ακόμα προσηλωμένη στο Παραδοσιακό ή Ακαδημαϊκό πρότυπο που εστιάζει στη μάθηση επιλεγμένων κομματιών γνώσεων και στοιχείων μεθοδολογίας των ΦΕ. Με αφορμή αυτά τα δεδομένα στην εργασία αυτή: α) κάνουμε μια σύντομη ιστορική ανασκόπηση των σημαντικότερων τάσεων της Διδακτικής των ΦΕ, β) περιγράφουμε βασικές ιδέες της νέας τάσης του Γραμματισμού στις ΦΕ και γ) παρουσιάζουμε μια πρόταση εφαρμογής όψεων του Γραμματισμού ΦΕ στο σημερινό σχολείο.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *γραμματισμός στις ΦΕ, κριτικά σκεπτόμενος & κοινωνικά ενεργός πολίτης*

ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΦΕ

Στη διάρκεια του 20ου αιώνα η διδασκαλία των ΦΕ έγινε βασική συνιστώσα των προγραμμάτων σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Παρά τη γενικευμένη αναγνώριση αυτής της αναγκαιότητας, εντούτοις, ο προσανατολισμός της διδασκαλίας των ΦΕ δεν ήταν σταθερός. Σε διάφορες ιστορικές στιγμές επικράτησαν διαφορετικοί προσανατολισμοί ανάλογα με τις επικρατούσες πολιτικές, κοινωνικές, οικονομικές και πολιτισμικές συνθήκες της κάθε εποχής.

Γεγονός είναι πως μέχρι τα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1980 επικράτησε η Παραδοσιακή ή/και Ακαδημαϊκή5 προσέγγιση στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ, η οποία έδινε έμφαση στην εκμάθηση από τους μαθητές και τις μαθήτριες κάποιων γνώσεων ΦΕ και στοιχείων μεθοδολογίας των ΦΕ (Hodson, 1993 & Τσελφές, 2001). Η προσήλωση σε αυτό το στόχο είχε ως αποτέλεσμα να παρασύρεται η ΔΦΕ από τις εκάστοτε επικρατούσες θεωρίες μάθησης. Έτσι βλέπουμε να επικρατούν διαδοχικά ο Συμπεριφορισμός (αρχές 20ου αιώνα έως και τις αρχές της δεκαετίας του 1960), η Ανακάλυψη (δεκαετία του 1960 έως και δεκαετία του 1980), το ρεύμα του Εποικοδομητισμού (δεκαετία του 1980 έως και μετά) κ.ο.κ. (Τσελφές, 2001).

Ερευνητές και ερευνήτριες της Διδακτικής των ΦΕ (ΔΦΕ)[6] ασκούν κριτική σε αυτή την Παραδοσιακή ή/και Ακαδημαϊκή προσέγγιση στην εκπαίδευση των ΦΕ. Τη θεωρούν ψυχρή, απόμακρη και ασυσχέτιστη με την καθημερινή ζωή των μαθητών και μαθητριών και κυρίως προσαρμοσμένη στα ενδιαφέροντα αυτών που ενδιαφέρονται για σπουδές στις ΦΕ και την τεχνολογία. Επισημαίνεται, επίσης, πως αυτή η προσέγγιση ταίριαζε σε εποχές στις οποίες υπήρχε η ανάγκη να εκπαιδευτεί ένας μεγάλος αριθμός επιστημόνων και μηχανικών απαραίτητων την ανάπτυξη των χωρών του δυτικού κόσμου. Δεν είναι όμως η περίπτωση που ταιριάζει για την εκπαίδευση του 21ου αιώνα (Kirkham 1989, Osborne & Millar 1998).

---

[5] Αντιπροσωπευτικά δείγματα της ακαδημαϊκής προσέγγισης στη διδασκαλία της επιστήμης αποτελούν στη δεκαετία του ’60 η σειρά μαθημάτων Φυσικής PSSC (MIT's Physical Sciences Study Committee) στην Αμερική και οι σειρές μαθημάτων του οργανισμού Nuffield στην Αγγλία.

6 Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι ο επιστημονικός κλάδος που ασχολείται με ζητήματα της διδασκαλίας και μάθησης των ΦΕ στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Μ’ αυτή την έννοια αποτελεί κομμάτι των Επιστημών της Αγωγής. Μολονότι σήμερα έχουν αναπτυχθεί Ειδικές Διδακτικές των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων των ΦΕ (π.χ. έχουμε Διδακτική της φυσικής, χημείας, βιολογίας, γεωλογίας κ.ο.κ.), εντούτοις έχει νόημα να μιλάμε ακόμα για ΔΦΕ, αφού όλες οι επιμέρους Διδακτικές εκκινούν, παρακολουθούν και επηρεάζονται από τις ίδιες λίγο ως πολύ αντιλήψεις για τη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ.

Παρά την κριτική που έχει ασκηθεί στο Ακαδημαϊκό πρότυπο, η χώρα μας δεν φαίνεται να ακολουθεί τις διεθνείς εξελίξεις. Σε μας η διδασκαλία των ΦΕ παραμένει ακόμα προσηλωμένη σε αυτό το πρότυπο με ότι αυτό συνεπάγεται για το μέλλον των νέων παιδιών και την προοπτική της εκπαίδευσης στη χώρα μας (Κουμαράς & Πράμας 2007).

ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΦΕ: ΜΙΑ ΝΕΑ ΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΕ

Στο κατώφλι του 21ου αιώνα ωριμάζουν οι συνθήκες για μια αλλαγή στην εκπαίδευση των ΦΕ διεθνώς. Βασικός λόγος για αυτή την αλλαγή αναφέρεται συνήθως η Παγκοσμιοποίηση και οι μεγάλες κοινωνικοπολιτικές και οικονομικές αλλαγές που επέφερε στη ζωή των ανθρώπων σε όλο τον κόσμο (European Commission 1993, OECD 1997).

Το νέο είδος εκπαίδευσης στις ΦΕ περιγράφεται συνήθως με το γενικό τίτλο: Γραμματισμός στις ΦΕ (Scientific literacy).

Η ειδοποιός διαφορά ανάμεσα στο Γραμματισμό στις ΦΕ και το Παραδοσιακό ή Ακαδημαϊκό πρότυπο είναι ότι ο Γραμματισμός στις ΦΕ απευθύνεται σε όλους και όλες τους μαθητές και τις μαθήτριες, σε αντίθεση με το Ακαδημαϊκό πρότυπο που αφορούσε σε αυτούς και αυτές που ενδιαφέρονταν για σπουδές στην επιστήμη και την τεχνολογία. Σε γενικές γραμμές, υιοθετείται η άποψη ότι αφού ζούμε σε ένα περιβάλλον που κυριαρχείται από την επιστήμη και της τεχνολογία, όλοι οι άνθρωποι θα έπρεπε να διαθέτουμε μία καλή βάση γνώσεων και ικανοτήτων σχετικών με τις ΦΕ για να μπορέσουμε να λειτουργήσουμε αποτελεσματικά σε αυτό το περιβάλλον (Aikenhead 1994, Millar 1996, Osborne 2000, Sjoberg 1997, Karidas & Koumaras 2001, Καρύδας & Κουμαράς 2003, Σέρογλου 2006, Χαλκιά 2012).

Προτάσεις για Γραμματισμού στις ΦΕ έχουν κατατεθεί από πολλούς ερευνητές και. ερευνήτριες των ΦΕ (ενδεικτικά: Solomon & Aikenhead 1994, Bybee 1997, DeBoer 1997, Millar & Osborne 1998, Hodson 1999, Fensham 2002, Roth & Desautels 2002). Επίσης, σχετικές προτάσεις παρήχθησαν και από διεθνούς εμβέλειας εκπαιδευτικά προγράμματα και οργανισμούς. Τα πιο γνωστά είναι τα προγράμματα Επιστήμης-Τεχνολογίας-Κοινωνίας (STS) (Aikenhead 1994, Solomon 1993), το αμερικάνικο πρόγραμμα «Project 2061» (AAAS, 1989), το πρόγραμμα «Project 2000+» της UNESCO (Unesco, 1994), το διεθνές πρόγραμμα μαθητικής αξιολόγησης PISA του ΟΟΣΑ (OECD/PISA 2003), τα Νέα Αναλυτικά Προγράμματα ΦΕ της Κυπριακής Δημοκρατίας (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου, 2010) κ.ά.

Μία προσπάθεια αποδελτίωσης των προτάσεων που υπάρχουν στη βιβλιογραφία θα έδειχνε ότι με το Γραμματισμό στις ΦΕ υπάρχει ενδιαφέρον να καλλιεργήσουμε στους μαθητές και τις μαθήτριες (Καρύδας & Κουμαράς 2003, Καρύδας 2007):

1. Ένα σύνολο βασικών γνώσεων ΦΕ (κυρίως αυτών που βοηθούν στην κατανόηση θεμάτων και την αντιμετώπιση προβλημάτων ΦΕ της καθημερινής ζωής)
2. Ένα σύνολο επιλεγμένων διαδικασιών της επιστημονικής προσέγγισης στην έρευνα και των σχετικών με αυτές δεξιοτήτων
3. Ένα σύνολο γνώσεων που αφορούν στη συνεισφορά των ΦΕ και της Τεχνολογίας στον πολιτισμό
4. Στάσεις που αφορούν την επιστημονική νοοτροπία και προσέγγιση στην έρευνα, αλλά και στάσεων θετικών *προς* την επιστημονική και τεχνολογική παραγωγή
5. Σχέσεις των ΦΕ και της τεχνολογίας με άλλα πεδία γνώσης και πολιτισμού (π.χ. θρησκεία, αστρολογία κ.ο.κ.) και
6. Μια σειρά από «ικανότητες κλειδιά» ή «ικανότητες ζωής» (π.χ. ικανότητα παρατήρησης, διατύπωσης υποθέσεων, εξαγωγής συμπερασμάτων, ικανότητα σχεδιασμού και ανάλυσης, ικανότητα συνεργασίας σε ομάδες και δίκτυα κ.ο.κ.)

Γίνεται φανερό από τα παραπάνω ότι Γραμματισμός στις ΦΕ δεν σημαίνει απομνημόνευση γνώσεων ΦΕ και εξοικείωση με στοιχεία μεθοδολογίας των ΦΕ. Σημαίνει, κυρίως, ικανότητα να αξιοποιεί κανείς τις γνώσεις και τις ικανότητες που απέκτησε στα μαθήματα ΦΕ για να κατανοεί και να ερμηνεύει τον φυσικό και κοινωνικό κόσμο όσο και για να αντιμετωπίζει τα προβλήματα και τις καταστάσεις της καθημερινής ζωής που σχετίζονται με τις ΦΕ και την τεχνολογία. Σημαίνει π.χ. ικανότητα να χρησιμοποιεί κανείς τη γνώση και τις ικανότητες των ΦΕ για να διαβάζει και να κατανοεί σχετικά άρθρα που υπάρχουν στον τύπο και σε επιστημονικά περιοδικά, να παρακολουθεί και να συμμετέχει σε συζητήσεις των Μ.Μ.Ε. που αφορούν σε θέματα ΦΕ, τεχνολογίας και περιβάλλοντος, να λαμβάνει αποφάσεις για προσωπικά θέματα υγείας και υγιεινής (π.χ. κάπνισμα, διατροφή, κατοικία) κ.ο.κ.

ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΦΕ: ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

Θα παρουσιάσουμε τώρα ένα παράδειγμα εφαρμογής όψεων του Γραμματισμού στις ΦΕ στα πλαίσια του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος (α.π.) του σχολείου.

Το αξιακό πλαίσιο

Εκτιμούμε ότι κάθε σύγχρονη εκπαιδευτική πρόταση πρέπει να εκκινεί με το ερώτημα: «ποια ανθρώπινη κοινωνία επιθυμούμε να οικοδομήσουμε και ποιον άνθρωπο ενδιαφερόμαστε να εκπαιδεύσουμε;» (Osborne 2000, Τσιάκαλος 2003, Καρύδας & Κουμαράς 2005)

Στην ερώτηση αυτή απαντούμε ότι μας ενδιαφέρει μέσα από ένα πρόγραμμα Γραμματισμού στις ΦΕ να στοχεύσουμε στην εκπαίδευση του: «κριτικά σκεπτόμενου και κοινωνικά ενεργού άνθρωπου και πολίτη». Ποιος, όμως είναι «ο κριτικά σκεπτόμενος και κοινωνικά ενεργός άνθρωπος και πολίτης;»7.

Για να βρούμε απαντήσεις στο παραπάνω ερώτημα αξιοποιούμε δεδομένα της Παιδαγωγικής και της Κοινωνιολογίας.

Έτσι ως «κριτικά σκεπτόμενο» ορίζουμε τον άνθρωπο που γνωρίζει και αξιοποιεί με συστηματικό τρόπο όλα τα στοιχεία που αφορούν σε ένα πρόβλημα ή σε μια προβληματική κατάσταση με στόχο (Dewey 1933, Ματσαγγούρας 1994, Λεωνίδου, 2006, Alsop et al 2008):

- να κατανοήσει (να φωτίσει) όλες τις πλευρές του προβλήματος
- να καταλήξει σε λογικά συμπεράσματα σχετικά με το πρόβλημα και
- να πάρει αποφάσεις & να προτείνει λύσεις σχετικές με το πρόβλημα

Με τον ίδιο τρόπο ως «κοινωνικά ενεργό άνθρωπο και πολίτη» ορίζουμε αυτόν που (Brameld 1956, Dawe 1970, Habermas 1987, Ράσης 1988, Thompson 1990):

- Είναι ανοιχτός στην εμπειρία της ζωής
- Ερμηνεύει τα γεγονότα χωρίς δογματισμούς και προκαταλήψεις
- Έχει βαθιά ριζωμένη την έννοια της κοινωνικής συνείδησης, κοινωνικής δικαιοσύνης & ανθρωπιάς
- Υιοθετεί αξίες, στάσεις και συμπεριφορές εναρμονισμένες με τις αρχές της ισότητας, του σεβασμού και αποδοχής του άλλου
- Δεν είναι απλά θεατής της ζωής, αλλά παρεμβαίνει για την επίλυση σημαντικών κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων
- Εργάζεται για την εδραίωση μιας αξιοπρεπούς ζωής για όλους τους ανθρώπους και για ένα βιώσιμο και καθαρό περιβάλλον

Μεταφέροντας αυτές τις θέσεις στον ειδικό χώρο της Εκπαίδευσης των ΦΕ αναγνωρίζουμε ως κριτικά σκεπτόμενο και κοινωνικά ενεργό άνθρωπο και πολίτη ως αυτόν/ήν που αξιοποιεί τις γνώσεις και τις ικανότητες που κατέκτησε στα μαθήματα των ΦΕ τόσο α) για να κατανοεί τα θέματα των ΦΕ και της Τεχνολογίας που συναντά στην καθημερινή του ζωή, αλλά κυρίως β) αυτόν/ήν που παρεμβαίνει στον κοινωνικό και φυσικό κόσμο με στόχο να συμβάλλει στη βελτίωση της ζωής, στην ενίσχυση της δημοκρατίας και στην προστασία του περιβάλλοντος (Osborne 2000, Hodson 2003, Καρύδας, 2007).

Το περιεχόμενο & οι στρατηγικές διδασκαλίας

Έχοντας προσδιορίσει με σαφήνεια τις εκπαιδευτικές μας προθέσεις, υποστηρίζουμε ότι στα πλαίσια του υπάρχοντος α.π. του σχολείου μπορούμε να σχεδιάσουμε και να εφαρμόσουμε πρακτικές γραμματισμού στις ΦΕ με στόχο την εκπαίδευση ακριβώς κριτικά σκεπτόμενων και κοινωνικά ενεργών ανθρώπων και πολιτών. Αυτό ισχυριζόμαστε ότι μπορούμε να το επιτύχουμε με τους εξής τρόπους:

α) Αν επικεντρωθούμε στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων που αφορούν σε προβληματικές ή διλημματικές καταστάσεις σχετικές με ζητήματα ΦΕ, Τεχνολογίας, Κοινωνίας και Περιβάλλοντος (Aikenhead & Solomon 1994, Hughes 2000, Pedretti 2005, Καρύδας 2007).

β) Αν αξιοποιήσουμε βασικές ιδέες της μεθόδου project (Kilpatrick 1918, Frey 1998, Χρυσαφίδης 2000).

γ) Αν προωθήσουμε στη σχολική τάξη τεχνικές επιστημονικής προσέγγισης στην έρευνα (π.χ. διατύπωση υποθέσεων, αξιοποίηση ερευνητικών δεδομένων, λογικός συμπερασμός) και τεχνικές επιστημονικής επιχειρηματολόγησης (Driver et al, 2000).

δ) Αν καλλιεργήσουμε στους μαθητές και στις μαθήτριες στάσεις και συμπεριφορές κοινωνικά ενεργού και περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένου πολίτη (Freire, 1998, Thompson, 1990, Solomon 1993, Roth & Desautels 2002, Hodson 2003, Καρύδας 2010)

---

[7] Επειδή στο χώρο των Ανθρωπιστικών & Κοινωνικών σπουδών (άρα και στην Εκπαίδευση) υπάρχει σπάνια συμφωνία σχετικά με τους όρους (υπάρχουν τόσοι ορισμοί για μία έννοια όσοι και οι ερευνητές ή οι ερευνητικές ομάδες) έχει νόημα να αποσαφηνίζουμε με εξαντλητική ακρίβεια κάθε έννοια που χρησιμοποιούμε!

Οι πρακτικές αυτές είναι δυνατόν να υλοποιηθούν στο υπάρχον πρόγραμμα του σχολείου τόσο στα πλαίσια του μαθήματος των ΦΕ όσο και στα πλαίσια της Ευέλικτης ζώνης και των Προγραμμάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων.

Το παράδειγμα εφαρμογής

Ας προχωρήσουμε όμως για να περιγράψουμε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα που αφορά σε μία ενότητα ΦΕ του δημοτικού σχολείου. Συγκεκριμένα, θα παρουσιάσουμε ένα σχέδιο διδασκαλίας που αφορά στο κεφάλαιο «ΕΝΕΡΓΕΙΑ» το οποίο συναντά κανείς τόσο στα Φυσικά Ε΄ Τάξης (Κεφάλαιο 3), όσο και στα Φυσικά ΣΤ΄ Τάξης (Κεφάλαιο 1).

Στόχοι του σχεδίου διδασκαλίας

Στόχοι του σχεδίου διδασκαλίας είναι οι μαθητές και τις μαθήτριες μέσω της ερευνητικής ενασχόλησής τους με θέματα των ΦΕ και της τεχνολογίας να επιτύχουν τα ακόλουθα εκπαιδευτικά αποτελέσματα:

- συνεργασία σε ομάδες
- διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων
- αναζήτηση πληροφοριών
- δημιουργική σύνθεση εργασίας και εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων
- παρουσίαση ερευνητικών αποτελεσμάτων
- ανάπτυξη επιχειρημάτων
- διαμόρφωση στάσεων επιστημονικής προσέγγισης στην έρευνα και
- διεύρυνση της ερευνητικής ματιάς με την τοποθέτηση ενός προβλήματος από το τοπικό πλαίσιο στο εθνικό και πλανητικό (π.χ. μέσα από την επίγνωση ότι η αντιμετώπιση ενός προβλήματος σε τοπικό επίπεδο μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις σε άλλα μέρη και στον πλανήτη γενικότερα)

Φάση 1η: Εισαγωγή στο πρόβλημα & καταγραφή των αυθόρμητων απόψεων των μαθητών και μαθητριών

Οι μαθητές και οι μαθήτριες ενημερώνονται για το πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθούν με στόχο να λάβουν αποφάσεις για αυτό μετά από σχετική επιστημονική διερεύνηση.

Το πρόβλημα με το οποίο τους καλούμε να ασχοληθούν είναι το εξής:

Ο/Η Υπουργός περιβάλλοντος δήλωσε πως: «Μία σκέψη για να περιορίσουμε τη μόλυνση στις μεγάλες πόλεις είναι να αντικαταστήσουμε τα λεωφορεία και τα αυτοκίνητα που καταναλώνουν πετρέλαιο και ρυπαίνουν το περιβάλλον με ηλεκτρικά λεωφορεία».

Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με αυτή την άποψη;

Με την κοινοποίηση του προβλήματος ζητούμε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να σκεφτούν για μερικά λεπτά το πρόβλημα και ακολούθως να καταγράψουν τις αυθόρμητες σκέψεις τους σχετικά με τη λύση του.

Φάση 2η: Η παιδαγωγική ενορχήστρωση

Αφόρμηση

Για να κινητοποιήσουμε τους μαθητές και τι μαθήτριες τους/τις παρουσιάζουμε ένα εκπαιδευτικό βιντεάκι με τίτλο: «Το ταξίδι της ενέργειας» (https://www.youtube.com/watch?v=coWQ1R2r5MY).

Στο βιντεάκι οι μαθητές και οι μαθήτριες παρακολουθούν όλη τη διαδικασία παραγωγής και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας από τα εργοστάσια παραγωγής (Πτολεμαΐδα) έως τα χωριά και τις πόλεις σε όλη την Ελλάδα.

Οργάνωση ομάδων & ανάθεση έργου

Ακολούθως οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρίζονται σε τρεις (3) ερευνητικές ομάδες. Έργο των ομάδων είναι να διερευνήσουν (αξιοποιώντας τα διαθέσιμα στοιχεία που θα εντοπίσουν) όλες τις όψεις του προβλήματος. Συγκεκριμένα:

1η ερευνητική ομάδα: Το έργο της είναι να εντοπίσει τα προβλήματα μόλυνσης και ρύπανσης που δημιουργούνται στην πόλη από τα πετρελαιοκίνητα μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητα, λεωφορεία κ.ο.κ.).

2η ερευνητική ομάδα: Έργο της είναι να εντοπίσει τα οφέλη που θα προκύψουν αν αντί των ρυπογόνων μέσων μεταφοράς χρησιμοποιηθούν μέσα τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό για την κίνησή τους (τρόλεϊ, τραμ, υπόγειος σιδηρόδρομος κ.ο.κ.).

3η ερευνητική ομάδα: Το έργο αυτής της ομάδας είναι να διερευνήσει τις επιβλαβείς επιπτώσεις (περιβαλλοντικές, υγείας κ.ά.) της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο τόπο που βρίσκονται τα εργοστάσια παραγωγής, δηλαδή στην Πτολεμαΐδα.

Ερευνητική άσκηση επί των θεμάτων εργασίας

Οι ομάδες εργάζονται συλλογικά (με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού) και αναζητούν πληροφορίες σχετικές με το έργο που τους ανατέθηκε σε βιβλιοθήκες, περιοδικά, στο διαδίκτυο και αλλού. Συγκεντρώνουν έτσι επιστημονικά κείμενα, φωτογραφίες, βίντεο και ότι άλλο υλικό χρήσιμο για την έρευνά τους. Είναι δυνατόν, επίσης, να προβούν σε προγραμματισμένες συνεντεύξεις με ιθύνοντες της πόλης που ασχολούνται με ζητήματα του περιβάλλοντος (δήμαρχος, αντιδήμαρχος περιβάλλοντος, πανεπιστημιακά και ερευνητικά κέντρα κ.ο.κ.).

Με βάση τα ερευνητικά τους ευρήματα συζητούν, επιχειρηματολογούν και στο τέλος συντάσσουν έκθεση ομάδας για το θέμα που ανέλαβαν.

Ολομέλειας της τάξης & ανάπτυξη επιχειρημάτων

Οι ομάδες παρουσιάζουν τα ερευνητικά τους ευρήματα και τις προτάσεις τους στην ολομέλεια της τάξης. Οι εκπρόσωποι των ομάδων διαβάζουν τις εκθέσεις που συνέταξαν και ακολουθεί αντιπαράθεση επιχειρημάτων μεταξύ των ομάδων στην προσπάθεια να πείσουν η μία την άλλη για το βάσιμο των ισχυρισμών τους. Ο στόχος

είναι να συμφωνήσουν σε κοινές θέσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος, χωρίς όμως αυτό να είναι πάντα απαραίτητο.

Πρακτικές κοινωνικής κριτικής & δράσης

Ανάλογα με την απόφαση στην οποία κατέληξαν οι μαθητές και οι μαθήτριες αναλαμβάνουν το πρόσθετο έργο να προτείνουν τρόπους κοινωνικής παρέμβασης για την υποστήριξη των επιλογών τους. Αν π.χ. η απόφασή τους είναι «να αντικατασταθούν τα λεωφορεία και τα αυτοκίνητα που ρυπαίνουν το περιβάλλον με ηλεκτρικά λεωφορεία» προσπαθούν να βρουν τρόπους για να υποστηρίξουν έμπρακτα την απόφασή τους. Μπορούν π.χ. να γράψουν ένα άρθρο για την εφημερίδα ή το μπλογκ του σχολείου, να στείλουν το άρθρο που ετοίμασαν στο τοπικό ημερήσιο τύπο, να γράψουν μία επιστολή προς τους τοπικούς άρχοντες της πόλης, να δημιουργήσουν αφίσες, να προβούν σε πικετοφορία στην πόλη τους κ.ο.κ.

Φάση 3η: Αξιολόγηση & αναστοχασμός

Με το πέρας του προγράμματος οι ομάδες καλούνται να συντάξουν αναφορές αυτοαξιολόγησης του έργου. Στις αναφορές τους ζητείται να αναφέρουν τις αρχικές τους απόψεις, να περιγράψουν την ερευνητική πορεία που ακολούθησαν, να καταγράψουν τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και να παρουσιάσουν τις κοινωνικές πρακτικές που πρότειναν. Σκοπός της διαδικασίας είναι να βοηθήσει τους μαθητές και τις μαθήτριες να αποκτήσουν επίγνωση των ερευνητικών τους κατακτήσεων, ενώ παράλληλα επιδιώκεται η διαμόρφωση στάσεων επιστημονικής προσέγγισης στην έρευνα και έθους ενεργού και δημοκρατικού πολίτη.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην εργασία παρουσιάσαμε βασικές ιδέες του Γραμματισμού στις ΦΕ και προτείναμε πρακτικές εφαρμογής στο καθημερινό πρόγραμμα του σχολείου. Δείξαμε ότι ελκυστικό πεδίο εφαρμογής των ιδεών του Γραμματισμού στις ΦΕ μπορεί να αποτελέσει η ερευνητική ενασχόληση των μαθητών και μαθητριών με θέματα που αφορούν σε προβληματικές ή διλημματικές καταστάσεις σχετικές με ζητήματα ΦΕ, Τεχνολογίας, Κοινωνίας και Περιβάλλοντος. Τέτοιου είδους θέματα είναι π.χ. η ενέργεια (ηλεκτρική, πυρηνική, εναλλακτικές μορφές, αιολικά πάρκα κ.ά.), η διατροφή (π.χ. βιολογικά ή συμβατικά προϊόντα), η υγεία και υγιεινή (το κάπνισμα, η καθαριότητα κ.ά.), γενικά περιβαλλοντικά ζητήματα (π.χ. όξινη βροχή, φαινόμενο θερμοκηπίου) κ.ο.κ. Εν κατακλείδι μπορούμε να ισχυριστούμε ότι υπάρχουν στα πλαίσια του υπάρχοντος α.π. του σχολείου περιθώρια εφαρμογής πρακτικών Γραμματισμού στις ΦΕ με στόχο την εκπαίδευση υπεύθυνων και δημοκρατικών πολιτών. Όραμα για την κοινωνία και το περιβάλλον χρειάζεται μόνο και διάθεση να αξιοποιήσουμε την αποδεδειγμένη ικανότητα των παιδιών για συνεργασία και δημιουργία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aikenhead, G. & Solomon, J. (1994) STS Education: International Perspectives on Reform, (New York: Teachers College Press).
2. Aikenhead, G. S. (1994) What is STS teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.) STS education: International perspectives on reform. (New York: Teachers College Press).
3. Alsop, S., Ibrahim, S., & Blimkie, M. (Eds.) (2008) Science and the city: A Field Zine. (Toronto: Ontario)
4. American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989) Project 2061: Science for All Americans (New York: Oxford University Press) [On line: http://www.project2061.org]
5. Brameld, T. (1956) Toward a Reconstructed Philosophy of Education (New York: Dryden Press).
6. Bybee R. (1997) Achieving scientific literacy: From purposes to practices. In W., Graber, & C., Bolte (Eds.) Scientific literacy (Germany, Kiel: IPN).
7. Dawe A. (1970) "The Two Sociologies", British Journal of Sociology, 21: 207 – 218.
8. DeBoer, E., G. (1997) Historical Perspectives on Scientific Literacy. In W. Graber, and C. Bolte (Eds.) Scientific literacy (Germany, Kiel: IPN).
9. Dewey, J. (1933) How We Think. A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process (Revised ed.) (Boston: D. C.).
10. Driver, R. - Newton, P. & Osborn, J. (2000) Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms, Science Education, 84: 287-312.
11. European Commission (1993) White Paper on growth, competitiveness, and employment: The challenges and ways forward into the 21st century (Brussels, 5 December 1993)
12. Fensham, P., J. (2002) Time to change drivers for scientific literacy, Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education, 2 (1): 9-24.
13. Freire, P. (1998) Teachers as Cultural Workers: Letters to Those Who Dare Teach (Boulder: Westview Press).
14. Frey, K. (1998) Η μέθοδος Project (Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη).
15. Habermas, J. (1987b) Theory of Communicative Action, Volume 2 (Boston: Beacon Press).

16. Hodson, D. (1999) Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action, Science Education, 83 (6): 775–796.
17. Hodson, D. (2003) Time for action: Science education for an alternative future. International Journal of Science Education, 25 (6): pp. 645–670.
18. Hughes, G. (2000) Marginalization of socio-scientific material in science-technology-society science curricula: some implications for gender inclusivity and curriculum reform, Journal of Research in Science Teaching, 37 (5): pp. 426–40.
19. Karidas, A. & Koumaras, P. (2001) Scientific and Technological Literacy for All: A Research Model and a Proposal. In the proceedings of the 1st IOSTE symposium in southern Europe: Science and Technology Education: Preparing Future Citizens (Cyprus, 2001).
20. Kilpatrick, W. (1918) The Project Method, Teachers College Record, 19 (4), p. 319-335.
21. Kirkham J. (1989), "Balanced Science: Equilibrium between context, process, and, content". In J. Wellington (ed.) Skills and Processes in Science Education: A Critical Analysis. (New York: Roudlege).
22. Millar R. (1996) Towards a science curriculum for public understanding", School Science Review, 77 (7 - 18).
23. Millar, R. & Osborne, J. (Eds.) (1998) Beyond 2000: Science Education for the future. London: King's College London. [http://www.nuffieldfoundation.org/beyond-2000-science-education-future]
24. OECD/PISA (2003) Learning for Tomorrow's World, Programme for International Student Assessment, OECD
25. Osborne, J. (2000) Science for Citizenship. In M. Monk & J. Osborne (Eds.) Good Practice in Science Teaching: What research has to say (UK: Open University Press).
26. Pedretti, E. (2005) STSE education: principles and practices in Aslop S., Bencze L., Pedretti E. (eds.), Analysing Exemplary Science Teaching: theoretical lenses and a spectrum of possibilities for practice (Open University Press, Mc Graw-Hill Education)
27. Roth, W., M. & Desautels, J. (eds.) (2002) Science education as/for sociopolitical action (New York: Peter Lang).
28. Sjøberg, S. (1997) Scientific literacy and school science: Arguments and second thoughts. In E. Kallerud & S. Sjøberg (Eds) Science, technology and citizenship: The public understanding of science and technology in science education and research policy (Oslo: Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education).
29. Solomon, J. & Aikenhead, G. (1994) STS Education: International Perspectives on Reform, (New York: Teachers College Press).
30. Solomon, J. (1993) Teaching science, Technology and Society (Buckingham: Open University Press).
31. Thompson, E., P. (1990) History Turns on a New Hinge, The Nation, p. 117 - 122.
32. Unesco (1994) Project 2000+: Scientific and Technological Literacy for All [http://www.unesco.org/education/educprog/ste/projects/2000/origins1.htm]
33. Καρύδας Α. (2007) Γραμματισμός στις ΦΕ για την εκπαίδευση καλλιεργημένων, κριτικά σκεπτόμενων & ενεργών πολιτών. Διδακτορική διατριβή ΠΤΔΕ./ΑΠΘ [ΑΠΘ: http://invenio.lib.auth.gr/record/76423/files/gri-2007-617.pdf]
34. Καρύδας Α. (2010) Γραμματισμός στις ΦΕ με στόχο τη διαμόρφωση των εκπαιδευτικών ως κοινωνικά ενεργών διανοούμενων. Περιοδικό: Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών - Έρευνα και Πράξη, τ. 32-33, σ. 80-86.
35. Καρύδας, Α. & Κουμαράς, Π. (2003) Επιστημονικός & τεχνολογικός αλφαβητισμός: ιστορικές, κοινωνικές & σημασιολογικές προσεγγίσεις. Περιοδικό: Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών - Έρευνα και Πράξη, τ.6, σ. 9 – 21).
36. Καρύδας, Α. & Κουμαράς, Π. (2005) Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση καλλιεργημένων, κριτικά σκεπτόμενων και ενεργών πολιτών (Προς μια κοινωνική θεωρία της εκπαίδευσης στις Φ.Ε.). Περιοδικό Σύγχρονη Εκπαίδευση (τ. 142, σ. 116 – 127, 2005).
37. Κουμαράς, Π & Πράμας Χ. (2007) ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» και τα νέα βιβλία Ε' – Στ' Δημοτικού: τάσεις και αντιφάσεις. Εκπαιδευτική Κοινότητα, τ.80, σελ. 10-15.
38. Λεωνίδου, Χρ. (2006), Η καθιέρωση της δημιουργικής και κριτικής σκέψης στο σύγχρονο σχολείο (Αθήνα: ΠΤΔΕ, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστημίου Αθηνών).
39. Ματσαγγούρας, Γ. Ηλίας (1994). Στρατηγικές διδασκαλίας: Από την πληροφόρηση στην Κριτική Σκέψη (Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία).
40. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου (2010) Εκτεταμένο Πρόγραμμα Σπουδών ΦΕ (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Κύπρος) [http://www.nap.pi.ac.cy/index.php?option=com_content&view=article&id=555&Itemid=364&lang=el]
41. Ράσης, Σ. (1987) Παλιά και «νέα» κοινωνιολογία της εκπαίδευσης, Τα Εκπαιδευτικά, τ.8.
42. Σέρογλου, Φ. (2006) Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη (Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο).

43. Τσελφές Β. (2001) 2000+: Αλλαγή παραδείγματος στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών; Στο «Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις Αρχές του 21ου Αιώνα: Προβλήματα και Προοπτικές» (Αθήνα: Γρηγόρης).
44. Τσιάκαλος Γ. (2003) Προβληματισμοί για την εκπαίδευση στη Ευρώπη, Πανεπιστημιούπολη, Περιοδική έκδοση του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης, τ.12, Ιούνιος 2003.
45. Χαλκιά Κ. (2012) Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις (Αθήνα: Πατάκης).
46. Χρυσαφίδης, Κ. (2000) Βιωματική-Επικοινωνιακή Διδασκαλία (Αθήνα: Gutenberg).

Συγκριτική Ανάλυση Προγραμμάτων Σπουδών Φυσικών Επιστημών Α-Δ τάξεων δημοτικού σχολείου οκτώ χωρών

Μελπομένη Σταμπουλή

Διευθύντρια δημοτικού σχολείου,
υποψήφια διδάκτορας ΠΤΔΕ, ΑΠΘ
melinakav@hotmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή θα παρουσιάσουμε τη συγκριτική ανάλυση των προγραμμάτων σπουδών Φυσικών Επιστημών οκτώ διαφορετικών χωρών: Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Γερμανίας (Βάδης-Βυρτεμβέργης), Ιταλίας, Αυστραλίας και Καναδά (Οντάριο). Ο σκοπός της εργασίας είναι: 1) να καταγράψουμε τις βασικές αντιλήψεις που αναδεικνύουν για τη διδασκαλία των Φ.Ε. στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και μάλιστα στις μικρές τάξεις του δημοτικού σχολείου (Α-Δ τάξεις) και 2) να διαπιστωθεί πού συγκλίνουν ή αποκλίνουν τα προγράμματα αυτά μεταξύ τους.

Η συγκριτική ανάλυση αναπτύσσεται σε συμφωνία με τα διακριτά επίπεδα του ICMAS: Α. Εκπαιδευτικές προθέσεις (καταγράφονται οι Γενικές Αρχές και οι Γενικοί σκοποί), Β. Περιεχόμενο της διδασκαλίας (καταγράφονται οι Γνώσεις και Ικανότητες που θεωρείται ότι πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές), Γ. Σχεδιασμός και οργάνωση της διδασκαλίας (καταγράφονται οι Τρόποι και Μορφές διδασκαλίας, τα Μέσα διδασκαλίας και ο Ρόλος του Δασκάλου), Δ. Αξιολόγηση του μαθητή και Ε. Υποστήριξη εκπαιδευτικού έργου (καταγράφονται οι σχέσεις με τους Γονείς των μαθητών και με την ευρύτερη Κοινωνία σε κάποια προγράμματα).

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Προγράμματα σπουδών, συγκριτική ανάλυση, καλλιέργεια ικανοτήτων*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας είχαμε αλλεπάλληλες εκδόσεις προγραμμάτων σπουδών που αφορούσαν και τις Φυσικές Επιστήμες, π.χ. το ΕΠΠΣ το 1999, το ΔΕΠΠΣ στην τελική του μορφή το 2003 και τέλος, από το 2010 μέχρι σήμερα, έχουν συσταθεί διάφορες ομάδες για τη συγγραφή νέων προγραμμάτων σπουδών. Από την άλλη μεριά όμως, η χώρα μας σε αλλεπάλληλες συμμετοχές της σε διεθνή προγράμματα αξιολόγησης (TIMSS 1995, PISA 2000, PISA 2003, PISA 2006) κατέλαβε μια από τις τελευταίες θέσεις στην Ευρώπη (OECD, 2001, 2004, 2007).

Τα ιδιαίτερα απογοητευτικά για τη χώρα μας αποτελέσματα αιτιολογούνται από την απόσταση που φαίνεται να έχουν τα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών της υποχρεωτικής μας εκπαίδευσης από αυτά που εξετάζουν τα διεθνή προγράμματα αξιολόγησης (Πράμας & Κουμαράς, 2004, Χατζηνικήτα, 2008, Χατζηνικήτα κ.ά, 2008).

Για το λόγο αυτό, αναλύσαμε τα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών άλλων χωρών και στην παρούσα εργασία επιχειρούμε να αναδείξουμε σημεία (προτάσεις ή τάσεις) στα οποία συγκλίνουν. Τα κριτήρια, με τα οποία επιλέξαμε τις χώρες των οποίων τα προγράμματα τελικά αναλύσαμε, ήταν:

- Να προέρχονται από διαφορετική εκπαιδευτική – πολιτισμική παράδοση, (παραδείγματος χάριν, προγράμματα σπουδών αγγλόφωνων χωρών, σκανδιναβικών χωρών, χωρών της κεντρικής και νότιας Ευρώπης), διότι η ενδεχόμενη σύγκλιση προγραμμάτων σπουδών, διαφορετικής εκπαιδευτικής – πολιτισμικής παράδοσης ισχυροποιεί τις προτάσεις στις οποίες συγκλίνουν
- Να βρίσκονται πάνω από το μέσο όρο στην κλίμακα αξιολόγησης του PISA ή να έχουν προβεί σε αναθεώρηση των προγραμμάτων τους μετά την πρώτη αξιολόγηση του PISA το 2000

Σε συμφωνία με το παραπάνω πλαίσιο αναλύσαμε τα προγράμματα σπουδών:

Α) της Αγγλίας, Γαλλίας και Γερμανίας (από τη Γερμανία λόγω των πολλών ομόσπονδων κρατιδίων από τα οποία αποτελείται μελετήσαμε μόνο το πρόγραμμα της Βάδης-Βυρτεμβέργης). Οι χώρες αυτές είναι τρεις χώρες με διαφορετική πολιτισμική και εκπαιδευτική παράδοση και επιπλέον είναι από τις χώρες με πανευρωπαϊκή (τουλάχιστον) επίδραση. Επιπλέον η αποτυχία των Γερμανών μαθητών και μαθητριών στην πρώτη αξιολόγηση του PISA το 2000 προκάλεσε σημαντικές αντιδράσεις, που οδήγησαν το γερμανικό κράτος σε σημαντικές εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις (Bracey 2002, Bulmahn 2002).

Β) της Φινλανδίας και της Σουηδίας, χώρες που εκπροσωπούν το καινούργιο πνεύμα και κατέκτησαν πρώτες θέσεις στις αξιολογήσεις του PISA.

Γ) της Ιταλίας, μιας χώρας του ευρωπαϊκού Νότου η οποία παλιότερα είχε προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών ανάλογα με τα προγράμματα σπουδών της χώρας μας και μετά την αποτυχία της στην πρώτη αξιολόγηση του PISA το 2000 οδηγήθηκε σε σημαντικές εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις και

Δ) της Αυστραλίας και του Καναδά, χώρες έξω από την Ευρώπη με επιτυχημένα προγράμματα σπουδών. Η μη γνώση της απαιτούμενης γλώσσας και η έλλειψη δημοσιεύσεων σε μια γνωστή μας γλώσσα δεν μας επέτρεψε τη μελέτη προγραμμάτων σπουδών όπως της Ιαπωνίας και της Κορέας, τη μελέτη των οποίων θεωρούμε σημαντική καθώς τα προγράμματα σπουδών αυτών των χωρών φαίνεται να έχουν διαφορετική φιλοσοφία αλλά και οι χώρες αυτές καταλαμβάνουν διαρκώς πρώτες θέσεις στις αξιολογήσεις του PISA.

Τα προγράμματα των παραπάνω χωρών αναλύθηκαν με το μοντέλο ανάπτυξης και αξιολόγησης αναλυτικών προγραμμάτων ICMAS, το οποίο έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο της ερευνητικής μας ομάδας (Καρύδας και Κουμαράς 2002, Καρύδας 2007). Η ονομασία ICMAS προέκυψε από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων: Intention, Content, Methodology (ή και Modification), Assessment, Support, (Προθέσεις, Περιεχόμενο, Μεθοδολογία (ή και Μετασχηματισμός), Αξιολόγηση, Υποστήριξη) οι οποίες αποτέλεσαν και τις λέξεις – κλειδιά για την κατασκευή του.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Οι γενικές αρχές αναφέρονται στο σύνολο της υποχρεωτικής εκπαίδευσης και σε όλα τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα και σκιαγραφούν τα χαρακτηριστικά που πρέπει να αποκτήσει ο σημερινός μαθητής μέσα από την εκπαίδευση, ώστε να γίνει ο πολίτης της κοινωνίας του αύριο.

Οι γενικές αρχές που περιλαμβάνονται σε περισσότερα από ένα προγράμματα σπουδών είναι:

1. η απόκτηση γνώσεων και η καλλιέργεια ικανοτήτων απαραίτητων για τη ζωή (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας).
2. η παροχή ίσων ευκαιριών σε όλους τους μαθητές (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
3. η ανάπτυξη κοινωνικών αξιών, όπως η ισότητα, η δικαιοσύνη, η συλλογικότητα, ο σεβασμός (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Αυστραλίας).
4. η καλλιέργεια ικανοτήτων για δια βίου μάθηση (Π.Σ. Φινλανδίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Οντάριο Καναδά)

Σε μεμονωμένα Π.Σ. συναντάμε και άλλες γενικές αρχές, όπως:

- την προετοιμασία των μαθητών για τις ευκαιρίες και τις ευθύνες της ζωής, στο Π.Σ. της Αγγλίας.
- την ενίσχυση των αδύναμων μαθητών, στο Π.Σ. της Γαλλίας.
- την καλλιέργεια της ικανότητας των μαθητών να προτείνουν ιδέες και λύσεις για τη βελτίωση του κόσμου, στο Π.Σ. της Βάδης-Βυρτεμβέργης.
- τη διάδοση της πολιτιστικής κληρονομιάς του παρελθόντος στο μέλλον, στο Π.Σ. της Ιταλίας.
- τη σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την κοινωνία και το περιβάλλον, στο Π.Σ. του Οντάριο Καναδά.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι γενικές αρχές συγκλίνουν στην απόκτηση γνώσεων και την καλλιέργεια ικανοτήτων για τη ζωή, στην παροχή ίσων ευκαιριών σε όλους τους μαθητές, στην ανάπτυξη κοινωνικών αξιών, όπως η ισότητα, η δικαιοσύνη, η συλλογικότητα, ο σεβασμός και στην καλλιέργεια ικανοτήτων για τη δια βίου μάθηση.

ΓΕΝΙΚΟΙ ΣΚΟΠΟΙ

Οι γενικοί σκοποί, σε ένα χαμηλότερο επίπεδο γενικότητας και αφαίρεσης από τις γενικές αρχές, περιγράφουν τις γενικές προθέσεις στο γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών και επιχειρούν να δείξουν πώς μπορούν να επιτευχθούν οι γενικές αρχές, οι οποίες αφορούν όλα τα μαθήματα, μέσω του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών.

Οι γενικοί σκοποί είναι κοινοί για όλη την υποχρεωτική εκπαίδευση, αφορούν όλες τις τάξεις και (μπορούν να αφορούν) όλα τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία).

Οι γενικοί σκοποί που παρουσιάζονται σε περισσότερα από ένα προγράμματα σπουδών είναι:

1. η καλλιέργεια ικανοτήτων, στρατηγικών και τρόπου σκέψης που απαιτούνται για επιστημονική έρευνα (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
2. η κατανόηση βασικών εννοιών και η απόκτηση βασικών γνώσεων που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες (Π.Σ. Σουηδίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
3. η σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την κοινωνία και το περιβάλλον, αξιοποιώντας στην καθημερινή τους ζωή τις γνώσεις που αποκτούν και τις ικανότητες που καλλιεργούν οι μαθητές στο σχολείο, για την προστασία του περιβάλλοντος, την προστασία του εαυτού τους, τη διαχείριση σημαντικών προβλημάτων που απασχολούν το σύγχρονο άνθρωπο (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Οντάριο Καναδά).

Σε μεμονωμένα Π.Σ. συναντάμε και άλλους γενικούς σκοπούς, όπως:

- το διαχωρισμό του φυσικού κόσμου από τον τεχνητό που κατασκεύασε ο άνθρωπος, στο Π.Σ. της Γαλλίας.

- την αξιολόγηση των τεχνητών μέσων, στο Π.Σ. της Βάδης-Βυρτεμβέργης.
- την κατανόηση των ιστορικών και πολιτιστικών παραμέτρων των Φυσικών Επιστημών, στο Π.Σ. της Αυστραλίας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι γενικοί σκοποί συγκλίνουν στην καλλιέργεια ικανοτήτων που απαιτούνται για την επιστημονική έρευνα, όπως είναι η ικανότητα διατύπωσης ερωτημάτων, η έρευνα, η συλλογή αποδείξεων, η συναγωγή συμπερασμάτων, η διαμόρφωση άποψης και η επικοινωνία. Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που οι παραπάνω ικανότητες απαιτούνται για την επιστημονική έρευνα, είναι εξίσου απαραίτητες για τη ζωή. Επίσης οι γενικοί σκοποί συγκλίνουν στην κατανόηση βασικών εννοιών που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες και στη σύνδεσή τους με την καθημερινή ζωή των μαθητών, την κοινωνία και το περιβάλλον.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Το περιεχόμενο των προγραμμάτων σπουδών εστιάζεται I. στις γνώσεις που επιδιώκεται να αποκτήσουν οι μαθητές κατά τη φοίτησή τους στις πρώτες τάξεις της υποχρεωτικής εκπαίδευσης και II. στις ικανότητες που επιδιώκεται να καλλιεργηθούν σε αυτούς. Με βάση την ανάλυση των προγραμμάτων σπουδών, το περιεχόμενό τους συγκλίνει ως εξής:

ΓΝΩΣΕΙΣ

Οι θεματικές ενότητες που διδάσκονται σε παραπάνω από ένα, από τα οκτώ προγράμματα σπουδών που αναλύθηκαν είναι οι παρακάτω:

1. ζωντανοί οργανισμοί, είδη φυτών και ζώων, τα χαρακτηριστικά τους, οι λειτουργίες τους, τα μέρη τους, ομοιότητες και διαφορές μεταξύ τους, η σχέση τους με τον άνθρωπο και η σημασία τους για αυτόν (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
2. φυσικό περιβάλλον, προσαρμογή των φυτών και των ζώων σ' αυτό, τροφικές αλυσίδες, οικοσυστήματα, ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος από τον άνθρωπο (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
3. ανθρώπινο σώμα και υγεία, δομή, όργανα και λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος, αισθήσεις, κανόνες υγιεινής και προστασίας (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
4. ενέργεια, ήλιος, θερμότητα, ηλεκτρική ενέργεια, εξοικονόμηση ενέργειας στην καθημερινή ζωή (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
5. ύλη, στερεά, υγρά, αέρια, χαρακτηριστικά των σωμάτων, μίγματα, διαλύματα, ο κύκλος του νερού στη φύση, βρασμός, πήξη, τήξη, ανακύκλωση (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
6. δυνάμεις, κινήσεις, απλές μηχανές, εργαλεία, κατασκευές, τριβή (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
7. φως, διάδοση του φωτός, φωτεινές πηγές, χρώματα (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
8. ήχος, διάδοση του ήχου, μουσικά όργανα (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
9. γη, ουρανός, διάστημα, σελήνη, ήλιος, μετεωρολογικά φαινόμενα, μέρα και νύχτα, εποχές (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).

Σε μεμονωμένα Π.Σ. συναντάμε και άλλες θεματικές ενότητες όπως:

- ο τόπος μου, η χώρα μου, η Ευρώπη, στα Π.Σ. της Φινλανδίας και της Γαλλίας.
- οι κοινωνικές σχέσεις των ανθρώπων, οικογένεια, μητρότητα, στα Π.Σ. της Ιταλίας και της Σουηδίας.
- τα πετρώματα και τα μεταλλεύματα, στο Π.Σ. του Οντάριο Καναδά.
- η φύση στην τέχνη και στη μουσική, στο Π.Σ. της Βάδης-Βυρτεμβέργης.
- το κύτταρο, στο Π.Σ. της Σουηδίας.

Αυτό που πρέπει να επισημανθεί όσο αφορά τις θεματικές ενότητες που διδάσκονται στις πρώτες τάξεις της υποχρεωτικής εκπαίδευσης είναι ότι δεν ενδιαφέρει η λεπτομερειακή γνώση, αλλά προβάλλονται μόνο οι βασικές έννοιες, προκειμένου να δοθεί χρόνος στους μαθητές να αναπτύξουν τις ικανότητες που χρειάζονται για την καθημερινή ζωή τους. Έτσι προτείνεται ένας σχετικά μικρός αριθμός θεματικών ενοτήτων που πρέπει να διαπραγματευτούν δάσκαλοι και μαθητές κατά τη διάρκεια ενός διδακτικού έτους.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, οι κοινές θεματικές ενότητες των Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται οι μαθητές στις πρώτες τάξεις της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στις οκτώ (8) διαφορετικές χώρες που αναλύσαμε είναι: 1. Ζωντανοί οργανισμοί 2. Φυσικό περιβάλλον 3. Το ανθρώπινο σώμα και η υγεία 4. Ενέργεια 5. Ύλη 6. Δυνάμεις, κινήσεις, απλές μηχανές, εργαλεία, κατασκευές 7. Φως 8. Ήχος 9. Ουρανός και γη.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Οι ικανότητες που καλλιεργούνται σε παραπάνω από ένα, από τα οκτώ προγράμματα σπουδών που αναλύθηκαν, είναι οι παρακάτω:

1. παρουσίαση εργασιών, συμπερασμάτων, αποτελεσμάτων με πίνακες, διαγράμματα, γραφικές παραστάσεις, με τη χρήση Τ.Π.Ε. (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
2. παρατήρηση, επιλογή οργάνων και εργαλείων, συλλογή στοιχείων για την πραγματοποίηση έρευνας ή πειράματος (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
3. συνεργασία, κατανόηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι άλλοι και αλληλοβοήθεια (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
4. αναγνώριση ενός προβλήματος, επιχειρηματολογία για την επίλυσή του και εξαγωγή συμπερασμάτων (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
5. διατύπωση ερωτημάτων, υποθέσεων, προβλέψεων, κατασκευή μοντέλων και σύγκριση, ταξινόμηση, αντιστοίχιση πληροφοριών και δεδομένων (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).
6. λήψη μέτρων ασφαλείας στη διεξαγωγή ερευνών και πειραμάτων, εφαρμογή γραπτών οδηγιών και αξιοποίηση γνώσεων και δεξιοτήτων σε καθημερινές καταστάσεις (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Βάδης-Βυρτεμβέργης, Ιταλίας, Αυστραλίας, Οντάριο Καναδά).

Η καλλιέργεια των παραπάνω ικανοτήτων βρίσκεται σε συμφωνία με την πρόταση πολλών θεωρητικών της εκπαίδευσης: «*Οι περισσότεροι θεωρητικοί της εκπαίδευσης, που ασχολούνται διεθνώς με το ερώτημα «τι είδους σχολεία χρειαζόμαστε σήμερα», καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα σχολεία πρέπει να αποστασιοποιηθούν από το παραδοσιακό πρότυπο παροχής πληροφοριών και να προσανατολιστούν στην καλλιέργεια κάποιων σημαντικών ικανοτήτων, που συνήθως αποκαλούνται «Ικανότητες – κλειδιά». Τέτοιες είναι π.χ. η δημιουργικότητα, η ικανότητα αυτόνομης επίλυσης προβλημάτων, η προθυμία για ομαδική εργασία και για συνεχή ανταλλαγή πληροφοριών, η ικανότητα σχεδιασμού και ανάλυσης*» (Τσιάκαλος 2002).

Με τον όρο «Ικανότητα – κλειδί» έχει μεταφραστεί η λέξη «competence» για την οποία δεν υπάρχει λέξη στη γλώσσα μας που να την αποδίδει ακριβώς. Ο Χαραλάμπους (2010) διευκρινίζει την έννοια της Ικανότητας – κλειδί: «*Είναι έννοια ευρύτερη τόσο από τη απλή ικανότητα, τη δεξιότητα, όσο και από τη στάση και τη γνώση. Π.χ. η ικανότητα της αποτελεσματικής επικοινωνίας συμπεριλαμβάνει τη γνώση της γλώσσας (δηλ. τη χρησιμοποίηση των κατάλληλων γλωσσικών, αριθμητικών, συμβολικών και γραφικών τρόπων παρουσίασης), τη δεξιότητα της χρήσης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών καθώς και τις στάσεις προς τους επικοινωνιακούς εταίρους*».

Με βάση την εργασία του Χαραλάμπους (2010), οι ικανότητες που προαναφέρθηκαν και προέκυψαν από τη σύγκλιση του περιεχομένου των οκτώ προγραμμάτων σπουδών που αναλύθηκαν, μπορούν να ενταχθούν στις εξής Ικανότητες – κλειδιά:

1. Επικοινωνία
2. Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών
3. Συνεργασία και συλλογικότητα
4. Επίλυση προβλημάτων
5. Κριτική σκέψη και αναστοχασμός
6. Δημιουργικότητα

Εκτός από αυτές τις Ικανότητες – κλειδιά, στα προγράμματα σπουδών που αναλύσαμε κατέχει σημαντική θέση και η καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη, η οποία δεν είναι κανονικά μια ικανότητα αλλά ένα αποτέλεσμα διδασκαλίας γνώσεων και καλλιέργειας ικανοτήτων με σκοπό τη διαμόρφωση ενεργών πολιτών.

Παλιότερα θεωρούσαν ότι οι Φυσικές Επιστήμες μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία του ενεργού πολίτη μέσω των γνώσεων που δίνουν π.χ. μπορούσε ο πολίτης να αποφασίσει υπέρ ή κατά της κατασκευής πυρηνικών εργοστασίων έχοντας τη γνώση των κινδύνων, των πυρηνικών αποβλήτων κ.τ.λ. Η συμβολή όμως των Φυσικών Επιστημών δεν περιορίζεται στη γνώση. Οι μαθητές που ασχολούνται με τις Φυσικές Επιστήμες, μέσα από τη μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών, μπορούν να διακρίνουν αν τα συμπεράσματα ή οι ισχυρισμοί ενός πολιτικού ή ενός δημοσιογράφου για παράδειγμα, στηρίζονται σε δεδομένα και προκύπτουν από σωστό χειρισμό των μεταβλητών ή απλά είναι ισχυρισμοί ή αυθαίρετα συμπεράσματα και, μέσα από την ανάπτυξη στάσεων, συνηθίζουν στην αναζήτηση, το σεβασμό και την προσήλωση στα αποδεικτικά στοιχεία.

Συμπεριλαμβάνοντας, για τους παραπάνω λόγους, και την καλλιέργεια της ικανότητας του πολίτη, οι Ικανότητες – κλειδιά που επιδιώκεται να καλλιεργηθούν στα οκτώ προγράμματα σπουδών είναι συνολικά 1. η επικοινωνία, 2. η συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών, 3. η συνεργασία και συλλογικότητα, 4. η επίλυση προβλημάτων, 5. η κριτική σκέψη και ο αναστοχασμός, και 6. η δημιουργικότητα.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Ο σχεδιασμός και η οργάνωση της διδασκαλίας που εξετάζονται στην παρούσα εργασία διακρίνονται στα εξής τρία επίπεδα ανάλυσης:

ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΙ ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Σε όλα τα προγράμματα σπουδών που αναλύθηκαν ο μαθητής παίζει ενεργό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης. Οι τρόποι και οι μορφές διδασκαλίας εναλλάσσονται, έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα σε όλους τους μαθητές να μαθαίνουν με πολλούς τρόπους: ατομικά, συνεργατικά, διερευνητικά. Ο δάσκαλος έχει ελευθερία να επιλέγει όποια διδακτική στρατηγική κρίνει καταλληλότερη, ανάλογα με το αντικείμενο της διδασκαλίας και με τις ανάγκες των μαθητών του.

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ενισχύεται η φυσική περιέργεια των μαθητών και παρακινούνται να ανακαλύψουν όσο το δυνατό περισσότερα. Λαμβάνονται υπόψη οι προϋπάρχουσες γνώσεις τους και αξιοποιούνται για την εδραίωση της νέας γνώσης. Τα θέματα που απασχολούν τους μαθητές είναι παρμένα από την καθημερινή τους ζωή και τις ατομικές τους εμπειρίες. Τα θέματα αυτά στις περισσότερες περιπτώσεις προσεγγίζονται διεπιστημονικά, προκειμένου ο μαθητής να έχει μια ολοκληρωμένη αντίληψη του κόσμου που τον περιβάλλει.

Συνοψίζοντας, τα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών των οκτώ χωρών, στο επίπεδο των τρόπων και των μορφών διδασκαλίας που υιοθετούν, συγκλίνουν στην ενεργό συμμετοχή του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία, στην εναλλαγή διδακτικών μεθόδων και στην επιλογή των θεμάτων προς διδασκαλία από την καθημερινή ζωή και τα ενδιαφέροντα των μαθητών.

ΜΕΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Σε όλα τα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών των χωρών που αναλύθηκαν το πιο βασικό μέσο διδασκαλίας είναι τα σχολικά εγχειρίδια είτε επιβεβλημένα από τις Προϊστάμενες Αρχές της εκπαίδευσης είτε προτεινόμενα από επιστημονικούς ή τοπικούς φορείς είτε επιλεγμένα από συλλόγους εκπαιδευτικών.

Εκτός από τα βιβλία, στα περισσότερα προγράμματα σπουδών προτείνονται κείμενα, προσεκτικά επιλεγμένα, που ταιριάζουν με την ηλικία των μαθητών και με τα ενδιαφέροντά τους.

Επίσης χρησιμοποιούνται ευρέως οι νέες τεχνολογίες και διάφορα οπτικοακουστικά μέσα που αυξάνουν το ενδιαφέρον των μαθητών για μάθηση, καθώς και πληθώρα συσκευών, εργαλείων, υλικών από την καθημερινή τους ζωή που ενισχύουν την καθημερινή διάσταση των Φυσικών Επιστημών.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΑΣΚΑΛΟΥ

Όλα τα προγράμματα σπουδών συγκλίνουν στο ότι ο δάσκαλος διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών και δημιουργεί ένα κλίμα ενθουσιασμού στην τάξη με τις μεθόδους διδασκαλίας που εφαρμόζει. Προσφέρει πολλές μορφωτικές ευκαιρίες και ερεθίσματα σε κατάλληλα και ποικιλόμορφα περιβάλλοντα. Διαφοροποιεί τη διδασκαλία του και την προσαρμόζει στις δυνατότητες και στις ανάγκες των μαθητών.

Αναδεικνύει τις θετικές στάσεις και τις αξίες στους μαθητές του και δημιουργεί ένα περιβάλλον ασφαλές όπου επικρατεί ο αμοιβαίος σεβασμός. Ταυτοχρόνως αξιολογεί τους μαθητές χρησιμοποιώντας αξιολογικές μεθόδους καθ' όλη τη διάρκεια των μαθημάτων που ανατροφοδοτούν τους μαθητές, ενώ, αν κάποιοι μαθητές δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες του μαθήματος, ο δάσκαλος προτείνει πρόσθετη υποστήριξη.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Σε όλα τα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών των οκτώ χωρών, ως αξιολόγηση θεωρείται η διαδικασία συλλογής πληροφοριών από ποικίλες πηγές (καθημερινές εργασίες στο σχολείο και στο σπίτι, παρατήρηση, συνομιλίες, παρουσιάσεις, σχέδια εργασίας, διαγωνίσματα) που απεικονίζουν ακριβώς πόσο καλά ένας μαθητής ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του προγράμματος σπουδών.

Ο βασικός σκοπός της αξιολόγησης είναι η βελτίωση της μάθησης. Έτσι, οι πληροφορίες που συλλέγονται κατά την αξιολόγηση των μαθητών βοηθούν τους δασκάλους να καθορίσουν τις δυνατότητες και τις αδυναμίες των μαθητών τους και τους καθοδηγούν στο να προσαρμόσουν το πρόγραμμα σπουδών στις ανάγκες και στα ενδιαφέροντά τους. Στην αξιολόγηση περιλαμβάνεται και η ανατροφοδότηση που παρέχεται στους μαθητές με σκοπό τη βελτίωσή τους.

Στη Φινλανδία, τη Σουηδία, την Αγγλία και την Αυστραλία η αξιολόγηση βασίζεται στην επίτευξη των στόχων του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών. Εξετάζεται, εκτός των άλλων, πόσο υπεύθυνα εργάζεται ο μαθητής και πώς λειτουργεί σε συνεργατικά περιβάλλοντα. Επίσης αξιολογείται η συμπεριφορά του στο σχολείο απέναντι στους άλλους ανθρώπους, απέναντι στο περιβάλλον και κατά πόσο τηρεί τους σχολικούς κανόνες.

Προϊόν της αξιολόγησης του μαθητή είναι είτε η κατάταξή του σε επίπεδα επίτευξης στόχων είτε η ενημέρωση του ατομικού βιβλίου προόδου είτε η περιγραφική ή αριθμητική βαθμολογία που επιδίδεται στους γονείς των μαθητών στο τέλος κάθε τετραμήνου. Η κλίμακα της βαθμολογίας διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία των μαθητών.

Σε κανένα πρόγραμμα σπουδών η αξιολόγηση των μαθητών δεν αποτελεί αιτία κατάταξης των μαθητών σε κατηγορίες. Είναι αρμονικά ενταγμένη στη σχολική διαδικασία και φαίνεται ότι συμβάλλει καθοριστικά στη σχολική ανάπτυξη και εξέλιξη των παιδιών.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΓΟΝΕΙΣ

Στα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών των έξι από τις οκτώ χώρες που μελετώνται στην παρούσα εργασία (Π.Σ. Φινλανδίας, Σουηδίας, Αγγλίας, Γαλλίας, Ιταλίας και Οντάριο Καναδά) καθορίζονται με σαφήνεια οι επιθυμητές σχέσεις του σχολείου με τους γονείς των μαθητών.

Σε όλα τα προαναφερθέντα προγράμματα σπουδών συνιστάται ο ρόλος των γονέων να είναι υποστηρικτικός και συνεργατικός. Προκειμένου οι μαθητές να αναπτυχθούν και να προοδεύσουν στο σχολείο και στην κοινωνία, οι γονείς πρέπει να συνεργάζονται με το δάσκαλο και να διευκολύνουν το έργο του. Έχουν το δικαίωμα, που είναι συγχρόνως και υποχρέωσή τους, να γνωρίζουν τι διδάσκεται το παιδί τους στο σχολείο και να το ενθαρρύνουν σε κάθε προσπάθειά τους.

Μπορούν να ενημερώνονται από τους δασκάλους του παιδιού τους ή από ιστοσελίδες του Υπουργείου Παιδείας για τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να βοηθήσουν το παιδί τους, όχι μόνο στις μαθησιακές τους επιδόσεις αλλά σε θέματα που αφορούν τη συμπεριφορά τους και τη σχέση τους με τους συνομηλίκους τους.

Επιπλέον μπορούν να συμβάλλουν και σε αποφάσεις του σχολείου, συμμετέχοντας ενεργά σε συμβούλια ή σε συλλόγους γονέων και κηδεμόνων. Με αυτή την εμπλοκή τους δε εκδηλώνουν απλώς το ενδιαφέρον τους για τα παιδιά τους αλλά καλλιεργούν και ικανότητες δια βίου μάθησης και ευαισθητοποιούνται σε θέματα που αφορούν μεγάλα προβλήματα της ανθρωπότητας, όπως τη ρύπανση, την εξάντληση των φυσικών πόρων, τη σπατάλη ενεργειακών αποθεμάτων κ.τ.λ.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή, η συγκριτική ανάλυση των προγραμμάτων σπουδών των οκτώ χωρών αναδεικνύει τα κοινά στοιχεία των προγραμμάτων σε όλους τους τομείς ανάλυσης.

Στο επίπεδο των Εκπαιδευτικών Προθέσεων, καταλήγουμε στις εξής κοινές Γενικές Αρχές:

1. Απόκτηση γνώσεων και καλλιέργεια ικανοτήτων απαραίτητων για τη ζωή.
2. Παροχή ίσων ευκαιριών σε όλους τους μαθητές.
3. Ανάπτυξη κοινωνικών αξιών, όπως η ισότητα, η δικαιοσύνη, η συλλογικότητα, ο σεβασμός.
4. Καλλιέργεια ικανοτήτων για δια βίου μάθηση.

Οι κοινοί Γενικοί Σκοποί είναι:

1. Καλλιέργεια ικανοτήτων, στρατηγικών και τρόπου σκέψης που απαιτούνται για επιστημονική έρευνα.
2. Κατανόηση βασικών εννοιών και η απόκτηση βασικών γνώσεων που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες.
3. Σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την κοινωνία και το περιβάλλον.

Στο επίπεδο του Περιεχομένου καταλήγουμε στις Γνώσεις που αναπτύσσονται στις εξής κοινές θεματικές ενότητες:

1. Ζωντανοί οργανισμοί.
2. Φυσικό περιβάλλον.
3. Ανθρώπινο σώμα και υγεία.
4. Ενέργεια.
5. Ύλη.
6. Δυνάμεις, κινήσεις, απλές μηχανές, εργαλεία, κατασκευές.
7. Φως.
8. Ήχος.
9. Ουρανός και γη.

Οι κοινές Ικανότητες που καλλιεργούνται στις παραπάνω θεματικές ενότητες είναι:

1. Επικοινωνία
2. Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών
3. Συνεργασία και συλλογικότητα
4. Επίλυση προβλημάτων
5. Κριτική σκέψη και αναστοχασμός
6. Δημιουργικότητα

Ως αποτέλεσμα διδασκαλίας γνώσεων και καλλιέργειας ικανοτήτων με σκοπό τη διαμόρφωση ενεργών πολιτών προκύπτει και η καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη.

Από την ανάλυση των προγραμμάτων σπουδών προκύπτουν συγκλίσεις στο Σχεδιασμό και στην οργάνωση της διδασκαλίας, στην Αξιολόγηση των μαθητών και στις Δομές Υποστήριξης του εκπαιδευτικού έργου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Καρύδας, Α. (2007). *Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση κριτικά σκεπτόμενων και ενεργών πολιτών. Δ*ιδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό τμήμα Δημοτικής εκπαίδευσης Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
2. Καρύδας, Α., & Κουμαράς, Π. (2002). Διεθνείς τάσεις στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην προοπτική του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαβητισμού. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, Τεύχος 126.
3. Κουμαράς, Π., Πράμας Χ., Σταμπουλή Μ. (2010). *Προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών στην κατεύθυνση γνώσεις και ικανότητες για τη ζωή*. Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
4. Πράμας, Χ., & Κουμαράς, Π. (2004). PISA & ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ Φυσικών Επιστημών: Συγκλίνουν ή Αποκλίνουν; *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη, Ε.Δ.Ι.Φ.Ε. 10, 13 – 20*. Γρηγόρης, Θεσσαλονίκη.
5. Τσιάκαλος, Γ. (2002). *Η υπόσχεση της Παιδαγωγικής*. Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη.
6. Χαραλάμπους, Μ. (2010). *Οι «Ικανότητες – κλειδιά» και η καλλιέργειά τους μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών*. Διδακτορική διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη
7. Χατζηνικήτα, Β. (2008). Οι επιδόσεις των μαθητών στο διεθνές πρόγραμμα PISA: διεθνείς ερευνητικές τάσεις και τοπικές προκλήσεις. *Έρευνα & Πράξη, 27, 7- 15.*
8. Χατζηνικήτα, Β., Δημόπουλος, Κ., Χρηστίδου, Β. (2008). Μια σύγκριση θεμάτων του διαγωνισμού PISA με τα σχολικά βιβλία Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα. *Έρευνα & Πράξη, 27, 23-38.*
9. Australian Curriculum. (2012). http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Rationale
10. Baden-Württemberg Curriculum. (2012). http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Grundschule/Grundschule_Bildungsplan_Gesamt.pdf
11. English Curriculum. (2012). http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum
12. Finnish Curriculum. (2012). http://www.oph.fi/english/sources_of_information/core_curricula_and_qualification_requirements/basic_education
13. French Curriculum. (2012). http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/cycle2.htm
14. Italian Curriculum. (2012). http://archivio.pubblica.istruzione.it/dgstudente/alfabetizzazione_motoria/2004_Moratti_DLvo_59.pdf
15. OECD, (2001). Knowledge and Skills for Life, First Results from the OECD Programme for International Student Assessment. PISA 2000. http://www.pisa.oecd.org
16. OECD, (2004). Learning for Tomorrow's World, First Results from PISA 2003. http://www.pisa.oecd.org
17. OECD, (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. *Vol. 1* http://www.pisa.oecd.org
18. Ontario, Canada Curriculum. (2012). http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf
19. Swedish Curriculum. (2012). http://www.svenskaskolan.ch/Grundskolan/Curriculum_primary_school.pdf

Υλοποιώντας το όραμα του «γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες για όλους»: Το νέο κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φυσικών Επιστημών

Αναστάσιος Σιάτρας[1], Χρήστος Πράμας[2], Μελπομένη Σταμπουλή[3] και Παναγιώτης Κουμαράς[4]

[1]Υποψήφιος διδάκτορας ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, asiatras@auth.gr
[2]Σχολικός Σύμβουλος 2ης Εκπαιδευτικής Περιφέρειας Σερρών, cpramas@sch.gr
[3]Διευθύντρια δημοτικού σχολείου, υποψήφια διδάκτορας ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, melinakav@hotmail.com
[4]Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, koumaras@eled.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχεδίαση και ανάπτυξη του νέου κυπριακού προγράμματος σπουδών Φυσικών Επιστημών (στη συνέχεια Φ.Ε.) στηρίχθηκε σε δυο ευρύτερους πυλώνες: (α) τις ερευνητικές προτάσεις που αναπτύχθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία με στόχο τη βελτίωση των προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε. και (β) την έρευνα στα προγραμμάτων σπουδών άλλων χωρών. Στην εργασία αυτή εστιάζουμε στον πρώτο πυλώνα που αφορά τις ερευνητικές προτάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας. Η ανάλυση γίνεται με στόχο τον εντοπισμό χαρακτηριστικών που σκιαγραφούν ένα πλαίσιο για ένα πρόγραμμα σπουδών που διασφαλίζει την ισότιμη απορρόφηση του κοινωνικού πλούτου των Φ.Ε. σε όλα τα παιδιά. Η ανάλυση πραγματοποιείται με το ερευνητικό εργαλείο ICMAS, που αναπτύχθηκε (βλ. Karidas & Koumaras, 2001; Καρύδας, 2007) και αναδιαμορφώθηκε (βλ. Siatras & Koumaras, 2012) από την ερευνητική μας ομάδα, σε πέντε επίπεδα: 1) Προθέσεις, 2) Περιεχόμενο, 3) Μεθοδολογία διδασκαλίας, 4) Αξιολόγηση και 5) Υποστήριξη. Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο αναπτύχθηκε το νέο κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. στα επίπεδα του ICMAS ώστε η διδασκαλία των Φ.Ε. να συμβάλει στη διαμόρφωση ενός δημοκρατικού και ανθρώπινου σχολείου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Γραμματισμός στις Φ.Ε. για όλους, πρόγραμμα σπουδών, εκπαιδευτική μεταρρύθμιση*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αρκετοί υποστηρίζουν ότι οι Φ.Ε. αντανακλούν μια αντικειμενική και αναμφισβήτητη γνώση, δίχως κοινωνικοπολιτικές προεκτάσεις και ανθρώπινες αξίες (βλ. Poincaré, 1920/1958; MacIntyre, 1981). Στη λογική αυτή η διδασκαλία των Φ.Ε. βασίζεται στη διδασκαλία ενός συσσωρευμένου εννοιολογικού περιεχομένου των Φ.Ε. και των αφηρημένων εφαρμογών τους. Συνεπώς, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η επιτυχία ή η αποτυχία των μαθητών στις Φ.Ε. εξαρτάται από τη διανοητική τους ικανότητα και όχι από χαρακτηριστικά του προγράμματος σπουδών που σχετίζονται με τον κοινωνικό περίγυρο των παιδιών (Brickhouse, 1994). Έρευνες, όμως, έχουν δείξει ότι η διδασκαλία και μάθηση των Φ.Ε. σχετίζεται με το κοινωνικό, οικονομικό και πολιτισμικό περίγυρο των μαθητών, δηλαδή με τις ανισότητες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές που ζουν σε συνθήκες κοινωνικού αποκλεισμού και φτώχειας (βλ. Aikenhead, 2006; Avalos, 1992; Calabrese-Barton, 1998, Τσιάκαλος, 2003).

Η εργασία αυτή γεφυρώνει την επιστημονική συζήτηση (που αφορά τη συμβολή των προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε. στη δόμηση της κοινωνικής δικαιοσύνης και ισότητας) με τη σχεδίαση και την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών Φ.Ε. που να προωθεί μια πιο δημοκρατική και ανθρώπινη κοινωνία. Στο πρώτο μέρος της εργασίας αναλύουμε τη διεθνή βιβλιογραφία από τα ευρύτερα πεδία του κοινωνικού αποκλεισμού, της φτώχειας, της παιδαγωγικής και του γραμματισμού στις Φ.Ε. για όλους. Η ανάλυση πραγματοποιείται με στόχο τον εντοπισμό χαρακτηριστικών που προτείνεται από τη βιβλιογραφία να έχουν τα προγράμματα σπουδών Φ.Ε. για την αποδόμηση του κοινωνικού αποκλεισμού. Η ανάλυση πραγματοποιείται στα εξής πέντε επίπεδα: (α) Προθέσεις, (β) Περιεχόμενο, (γ) Μεθοδολογία διδασκαλίας, (δ) Αξιολόγηση, και (ε) Υποστήριξη. Από την ανάλυση αναδεικνύονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που σκιαγραφούν ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να αναπτυχθεί ένα πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. το οποίο να διασφαλίζει την ισότιμη απορρόφηση του κοινωνικού πλούτου των Φ.Ε. σε όλα τα παιδιά. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας παρουσιάζουμε τη σχεδίαση και την ανάπτυξη ενός τέτοιου προγράμματος σπουδών το οποίο υιοθετήθηκε στην

κυπριακή εκπαιδευτική μεταρρύθμιση που πραγματοποιείται με όραμα το δημοκρατικό και ανθρώπινο σχολείο (Τσιάκαλος, 2003).

Η ερευνητική μας ομάδα ανέπτυξε το ερευνητικό εργαλείο ICMAS που ως αρκτικόλεξο προκύπτει από τις αγγλικές λέξεις: Intentions, Content, Methodology, Assessment, Support (βλ. Karidas & Koumaras, 2001; Καρύδας, 2007; Siatras & Koumaras, 2012). Η ανάλυση πραγματοποιείται σε πέντε επίπεδα: Στο πρώτο επίπεδο ταξινομούνται οι παιδαγωγικές προθέσεις. Το δεύτερο επίπεδο ανάλυσης επικεντρώνεται στους διδακτικούς στόχους. Οι στόχοι αυτοί διερευνώνται ως προς το εννοιολογικό περιεχόμενο, την επιστημονική νοοτροπία και τις στάσεις, την επιστημονική μεθοδολογία και τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Στο τρίτο επίπεδο αναλύεται η σχεδίαση και η οργάνωση της διδασκαλίας των Φ.Ε., εστιάζοντας στο πλαίσιο αναφοράς του εννοιολογικού περιεχομένου και στις διδακτικές πρακτικές που διαφαίνονται μέσα στο πρόγραμμα σπουδών. Το τέταρτο επίπεδο εστιάζει στην αξιολόγηση των μαθητών που προωθείται μέσα από τα προγράμματα σπουδών Φ.Ε., διερευνώντας τους στόχους και τις τεχνικές της αξιολόγησης. Στο πέμπτο επίπεδο διερευνάται η υποστήριξη που θα πρέπει να παρασχεθεί στους μαθητές και στους εκπαιδευτικούς στην εκπαίδευσή τους στις Φ.Ε..

Α. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ICMAS

Α.1 ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ

Διδασκαλία των Φ.Ε. προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής αρχικά προϋποθέτει πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. που να διασφαλίζει σε όλα τα παιδιά την πρόσβαση στον κοινωνικό και πολιτισμικό πλούτο (Aikenhead, 2003; Aikenhead, 2006; Brickhouse & Kittleson, 2006). Η εκπαίδευση στις Φ.Ε. αποτελεί μέρος μιας εκπαίδευσης, στο πλαίσιο της οποίας οι μαθητές αποκτούν όλα εκείνα τα στοιχεία που θα χρειαστούν στη ζωή τους για να μπορέσουν να συμβάλουν στη διαμόρφωση μιας ανθρώπινης και δημοκρατικής κοινωνίας (Calabrese-Barton, 2012; Fenwick, 2011; Τσιάκαλος, 2003). Η διδασκαλία των Φ.Ε. αποβλέπει να προετοιμάσει τους μαθητές για την αντιμετώπιση κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο (Brickhouse, 1994; Hodson, 2003; Hodson, 2009) και να προωθήσει την ενεργό συμμετοχή όλων των παιδιών, ως μελλοντικών πολιτών, στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων στο πλαίσιο της ευρύτερης κοινωνίας (Bencze, 2000; Hodson, 2011).

Α.2 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Α.2.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Το εννοιολογικό περιεχόμενο που συμπεριλαμβάνεται στα προγράμματα σπουδών Φ.Ε. αποτελεί αντικείμενο συζήτησης μεταξύ των ερευνητών διεθνώς εδώ και πολλά χρόνια (βλ. Brickhouse & Kittleson, 2006; Calabrese-Barton, 1998; Eisner, 2002; Hirst, 1967; Hodson & Prophet, 1994; Layton, 1968; Moore, 2006; Ross, 2000; Schmidt, Raizen, Britton, Bianci & Wolfe, 2002; Spencer, 1891; Lord Wrottesley, 1860). Υποστηρίζεται ότι το πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. πρέπει να περιλαμβάνει ένα επαρκές και συνεκτικό σώμα εννοιολογικού περιεχομένου που να ανταποκρίνεται στις παιδαγωγικές προθέσεις του προγράμματος σπουδών και να βρίσκεται σε απόλυτη συνάφεια με την καθημερινή ζωή των παιδιών (Aikenhead, 2006; Avalos, 1992; Calabrese-Barton, 1998; Hodson, 2011). Θεωρείται σημαντικό το πρόγραμμα σπουδών να προωθεί μια ολιστική και συστημική μάθηση του εννοιολογικού περιεχομένου και όχι απλά την «απαγγελία» επιστημονικών ορισμών ή κανόνων (Hodson, 2003). Η κριτική θεώρηση των κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων και η ενεργή συμμετοχή στους δημοκρατικούς θεσμούς της κοινωνίας προϋποθέτει την ουσιαστική κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου από τους μαθητές (Brickhouse, 1994; Reid & Hodson, 1987; DeBoer, 2000; Quicke, 2001; Gallagher, 1971).

Α.2.2 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΝΟΟΤΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ

Ως νοοτροπία αντιλαμβανόμαστε το σύνολο των αντιλήψεων και των πεποιθήσεων ενός κοινωνικού συνόλου που διαμορφώνουν τον τρόπο σκέψης των ανθρώπων για την καθημερινή ζωή, τη στάση τους απέναντι στα προβλήματα της ζωής τους και τη συμπεριφορά τους στη διαδικασία επίλυσης των προβλημάτων αυτών. Χρησιμοποιούμε τον όρο επιστημονική νοοτροπία για να αναδείξουμε τη σημασία της διδασκαλίας της Φύσης των Φ.Ε. στην καλλιέργεια του τρόπου σκέψης και στη διαμόρφωση στάσεων στους μαθητές. Υποστηρίζεται ότι η Φύση των Φ.Ε. αναφέρεται σε δυο αλληλένδετες δομές που είναι (α) η Φύση των Φ.Ε. ως περιεχόμενο και (β) η Φύση των Φ.Ε. ως εργαλείο καλλιέργειας της επιστημονικής νοοτροπίας και διαμόρφωσης στάσεων στους μαθητές όχι μόνο για θέματα των Φ.Ε., αλλά και για τη ζωή τους γενικότερα (Yacoubian, 2012). Στο πλαίσιο που παρουσιάζουμε στην εργασία αυτή, η Φύση των Φ.Ε. ως περιεχόμενο δεν αποτελεί πρώτη προτεραιότητα. Αναδεικνύουμε τη δεύτερη εκδοχή όπου η διδασκαλία της Φύσης των Φ.Ε. σε συνδυασμό με τη διδασκαλία και εφαρμογή της επιστημονικής μεθοδολογίας μπορεί να συμβάλει στην καλλιέργεια της επιστημονικής νοοτροπίας και στη διαμόρφωση στάσεων για την καθημερινή ζωή (Bell, 2008; Bell, 2009; Bell, Toti, McNall, & Tai, 2004). Στόχος είναι η καλλιέργεια της επιστημονικής νοοτροπίας στους μαθητές να αφορά την αξιολόγηση και κριτική επεξεργασία στοιχείων και πληροφοριών που δέχονται καθημερινά από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (π.χ. faceboook, twitter). Θεωρείται σημαντικό οι

μαθητές να διαμορφώνουν τις απόψεις τους αποτιμώντας μεθόδους και στρατηγικές που χρησιμοποιούνται από τρίτα πρόσωπα στην εξαγωγή συμπερασμάτων για θέματα που αφορούν το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Ορισμένα στοιχεία της επιστημονικής νοοτροπίας είναι η προθυμία για τη συλλογή και χρήση αποδείξεων, η επιφυλακτικότητα, το ανοιχτό μυαλό, η περιέργεια, η ευελιξία στη σκέψη και η κριτική ανασκόπηση των στοιχείων (Harlen & Elstgeest, 1992; Kozlow & Nay, 1976).

Α.2.3 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η επιστημονική μεθοδολογία εστιάζει στην καλλιέργεια βασικών και σύνθετων ικανοτήτων που χρειάζονται οι μαθητές για να αντιμετωπίζουν προβλήματα της καθημερινής τους ζωής (βλ. Dewey, 1910). Σε ένα βασικό επίπεδο οι μαθητές μαθαίνουν να παρατηρούν, να επικοινωνούν, να ταξινομούν, να μετρούν, να ερμηνεύουν τις παρατηρήσεις και να κάνουν προβλέψεις. Σε ένα συνθετότερο επίπεδο, οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίζουν τις κατάλληλες ερωτήσεις για την επίλυση κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων, να σχεδιάζουν και να υλοποιούν διαδικασίες που οδηγούν στην επίλυση των προβλημάτων, να αξιολογούν τις διαδικασίες που υλοποιήθηκαν και τις μεταβλητές που χρησιμοποιηθήκαν, όπως και να αποτιμούν την αποτελεσματικότητα των συλλογισμών, τόσο των δικών τους όσο και των άλλων, για θέματα της καθημερινής τους ζωής (Bell, Toti, McNall, & Tai, 2004). Η επιστημονική μεθοδολογία δεν καλλιεργείται στα παιδιά με στόχο την προετοιμασία τους ως μελλοντικών επιστημόνων, αλλά για να χρησιμοποιείται από τα παιδιά στην καθημερινή τους ζωή (Harlen, 2001; OECD, 2007). Η επιστημονική μεθοδολογία χρησιμοποιείται ταυτόχρονα ως εργαλείο επίλυσης καθημερινών προβλημάτων και ως περιεχόμενο που καλλιεργείται από αυτά, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο και στην καλλιέργεια της επιστημονικής νοοτροπίας από τους μαθητές.

Α.2.4 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Οι Φ.Ε. διαμορφώνουν ευκαιρίες για ένα νέο κόσμο, αλλά και διαμορφώνονται από τις κοινωνικές συνθήκες με στόχο τη δόμηση μιας πιο ανθρώπινης και δημοκρατικής κοινωνίας (Aikenhead, 2006; Quicke, 2001). Στη βιβλιογραφία υποστηρίζεται ότι είναι σημαντικό το πρόγραμμα σπουδών να διασφαλίζει (α) τη συμμετοχή των παιδιών σε δραστηριότητες που θα τους δίνουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν αποφάσεις για τα κοινωνικο-επιστημονικά θέματα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή και (β) την άσκηση του δικαιώματος λήψης αποφάσεων με κριτική θεώρηση (Chen & Novick, 1984; Layton, 1976; Thomas & Durant, 1987). Οι δημοκρατικοί θεσμοί ενδυναμώνεται όταν όλοι οι μαθητές είναι εξοπλισμένοι με γνώσεις και ικανότητες για την κατανόηση του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος και είναι ικανοί να παρεμβαίνουν στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για τα θέματα που τους αφορούν και τις αλλαγές που συμβαίνουν ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας (OECD, 1999; OECD, 2007; Tate, 2001). Ο ρόλος του προγράμματος σπουδών Φ.Ε. θεωρείται σημαντικός στη διαμόρφωση του υπεύθυνου, συμμετοχικού και δίκαιου πολίτη (Westheimer & Kahne, 2004), εκείνου δηλαδή που προστατεύει το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον και παρεμβαίνει στις κοινωνικοπολιτικές δομές, αντιμετωπίζοντας τις κοινωνικές αδικίες δρώντας προς την κατεύθυνση των συστημικών κοινωνικών αλλαγών.

Α.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ Φ.Ε.

Α.3.1 ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ

Η ουσιαστική συμμετοχή όλων των μαθητών στα μαθήματα Φ.Ε. διασφαλίζεται μέσα από την ενασχόληση των παιδιών με θέματα που τους απασχολούν στην καθημερινότητά τους, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο τη γεφύρωση του κόσμου των παιδιών με τις Φ.Ε. (Aikenhead, 2006; Calabrese-Barton, 2010; Hofstein & Yager, 1982). Το πλαίσιο αναφοράς είναι αναγκαίο να διασφαλίζει σε όλους τους μαθητές τη δυνατότητα να εφαρμόζουν τις γνώσεις και τις ικανότητές τους σε πραγματικά προβλήματα και καταστάσεις, όπου θα μπορούν να αναλύουν, να κρίνουν, αλλά και να εκφράζονται αποτελεσματικά (OECD, 2001; Roth & Calabrese-Barton, 2004). Σύμφωνα με τα παραπάνω, το περιεχόμενο δε θα πρέπει να περιορίζεται στην «αυτο-αναφορικότητα» των Φ.Ε., όπου η γνώση έχει αξία μόνο μέσα στο «ακαδημαϊκό πλαίσιο» των Φ.Ε., αλλά να εκτείνεται από το παιδί, στην οικογένειά του και στην ευρύτερη κοινωνία ή αλλιώς το πλαίσιο της καθημερινής ζωής αποτελεί ένα κατάλληλο πλαίσιο αναφοράς για τη διδασκαλία του εννοιολογικού περιεχομένου των Φ.Ε. (Hurd, 1970; Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Emdin, 2011; OECD, 1999).

Α.3.2 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Η διδασκαλία των Φ.Ε. δεν πρέπει να αποτελεί διέξοδο μιας μικρής μερίδας μαθητών για τη συμμετοχή τους στη μελλοντική επιστημονική κοινότητα (Costa 1995). Για να έχει η διδασκαλία των Φ.Ε. νόημα για όλα τα παιδιά θα πρέπει να αποτελεί προϊόν μιας συλλογικής προσπάθειας μέσω των δραστηριοτήτων που προωθεί το πρόγραμμα σπουδών, δίνοντας τη δυνατότητα σε όλους τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στη διδασκαλία των Φ.Ε. (Hodson 2003; Lucas & Roth, 1996). Στην κατεύθυνση της «ενταξιακής» διδασκαλίας των Φ.Ε., οι Φ.Ε. αποκτούν μια μορφή κοινωνικής πρακτικής και οι μαθητές γίνονται μέρος μιας κοινωνικής διαδικασίας μάθησης όπου συλλέγουν, αξιολογούν και ερμηνεύουν στοιχεία ή δεδομένα, σχεδιάζουν και υλοποιούν ομαδικές έρευνες, μαθαίνουν το εννοιολογικό περιεχόμενο, διαπραγματεύονται τις διαφορετικές οπτικές και

συνθέτουν τις απόψεις τους για τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν (Aikenhead, Calabrese-Barton & Chinn, 2006). Οι διδακτικές πρακτικές διασφαλίζουν στους μαθητές την ευκαιρία να αλληλεπιδρούν με τους συμμαθητές τους και, με στόχο την ερμηνεία των φυσικών και κοινωνικών φαινομένων που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή, να δημιουργούν καινούργιες ιδέες (Michaels, Shouse, & Schweingruber, 2008; Brickhouse, 1994; Feynman, Leighton, & Hutchings, 1986; Hodson, 2003).

Α.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ Φ.Ε.

Α.4.1 ΣΤΟΧΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η αξιολόγηση στη διδασκαλία των Φ.Ε. θεωρείται σημαντικό να εστιάζει στη δυνατότητα των παιδιών να εφαρμόζουν τις γνώσεις και τις ικανότητές τους σε καταστάσεις που αντιμετωπίζουν στην καθημερινότητά τους ή που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν αργότερα στην ενήλικη ζωή τους (Kirkham, 1989; Perrenoud, 1995; Τσιάκαλος, 2003). Έχει παρατηρηθεί ότι οι μαθητές μαθαίνουν αυτό στο οποίο εξετάζονται (Arons, 1992; Harlen & Elstgeest, 1992). Συνεπώς, θεωρείται σημαντικό να περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. δραστηριότητες αξιολόγησης που παρακινούν και ενθαρρύνουν τους μαθητές να εφαρμόζουν και να χρησιμοποιούν όλες εκείνες τις γνώσεις και τις ικανότητες που απέκτησαν στα μαθήματα Φ.Ε. (Costa, 1997; Feynman, 1969; Harlen, 2003), σε αντίθεση με την παραδοσιακή αξιολόγηση που εστιάζει μόνο στην απομνημόνευση του εννοιολογικού περιεχομένου (βλ. Costa, 1995; Larson, 1995; Loughran & Derry, 1997). Στην κατεύθυνση αυτή, οι δραστηριότητες αξιολόγησης εκκινούν από το ενδιαφέρον των παιδιών και αφορούν την καθημερινή τους εμπειρία όπως για παράδειγμα είναι η υγεία, η διατροφή, η ρύπανση του περιβάλλοντος κ.λπ. δηλαδή να αναφέρονται σε πραγματικά γεγονότα που αφορούν καταστάσεις της καθημερινής τους ζωής.

Α.4.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Οι τεχνικές αξιολόγησης μπορεί να αφορούν: α) στην παρατήρηση της δράσης των μαθητών, β) στη διεκπεραίωση εργασιών από ομάδες μαθητών και στην παρουσίασή τους στα υπόλοιπα παιδιά της τάξης, γ) στη συμπλήρωση από τους εκπαιδευτικούς του φακέλου εργασιών κάθε μαθητή (portfolio), δ) στα παιχνίδια ρόλων, ε) στη διοργάνωση συζητήσεων και ανταλλαγής επιχειρημάτων κ.λπ.. (βλ. Black, & Wiliam, 1998; Harlen, Macro, Reed & Schilling, 2003).

Α.5 ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ Φ.Ε.

Το υποστηρικτικό πλέγμα για τη διδασκαλία των Φ.Ε. διατυπώνεται από τους ερευνητές διεθνώς με διαφορετικούς τρόπους που μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δυο κατηγορίες: (α) Διασφάλιση ισότιμης πρόσβασης σε όλους τους μαθητές σε μια υψηλού επιπέδου διδασκαλία Φ.Ε. (βλ. Brickhouse, 1994; Brickhouse & Kittleson, 2006; Hodson & Prophet, 1994; Schmidt, Raizen, Britton, Bianci, & Wolfe, 2002) και (β) Υποστήριξη εκπαιδευτικών προς την κατεύθυνση της διδασκαλίας των Φ.Ε. για την κοινωνική δικαιοσύνη και ισότητα (βλ. Aikenhead, 2006; Calabrese-Barton, 1998; Hodson, 2011)

Α.5.1 ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΙΣΟΤΙΜΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΣΕ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΣΕ ΜΙΑ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ Φ.Ε.

Οι μαθητές που ζουν σε συνθήκες κοινωνικού αποκλεισμού (βλ. Τσιάκαλος, 2003) ή φτώχειας (βλ. Calabrese-Barton, 1998) αντιμετωπίζουν ήδη μια σειρά από κοινωνικές ανισότητες πριν ακόμη έλθουν στο σχολείο. Η σχεδίαση και ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε. προς την κατεύθυνση της εκπαίδευσης στις Φ.Ε. για την κοινωνική δικαιοσύνη και ισότητα μπορεί να υποστηριχθεί με την ενδυνάμωση των μαθητών μέσα από τρεις διαστάσεις που αλληλοεξαρτώνται: την ακαδημαϊκή, την κοινωνική και την πολιτική (Dimick, 2012). Στην κατεύθυνση αυτή, το πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. θεωρείται σημαντικό να διασφαλίζει την απόκτηση ενός επαρκούς και συνεκτικού σώματος γνώσεων από τους μαθητές (North, 2008), να ενισχύει την κριτική ανασκόπηση των κοινωνικών δομών που συμβάλλουν στη διατήρηση συνθηκών κοινωνικής ανισότητας (McQuillan, 2005; Chubbock & Zembylas, 2008) και να προωθεί τη δράση των μαθητών σε ατομικές και κοινωνικές διαστάσεις (Freire & Macedo, 1987; Roth & Calarbrese-Barton, 2004).

Α.5.2 ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ Φ.Ε. ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΙΣΟΤΗΤΑ

Το πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. θα πρέπει να περιλαμβάνει και να αναδεικνύει στρατηγικές οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν: α) στην εκπαίδευση ή μετεκπαίδευση των εκπαιδευτικών που θα κληθούν να γεφυρώσουν τις παιδαγωγικές προθέσεις για την κοινωνική δικαιοσύνη και ισότητα με τη διδασκαλία των Φ.Ε. στη σχολική τάξη (Hodson, 2003), β) στην παραγωγή του εκπαιδευτικού υλικού που θα υποστηρίξει ένα πρόγραμμα σπουδών με αυτή την κατεύθυνση, γ) στα θέματα οργάνωσης και λειτουργίας ενός δημοκρατικού και ανθρώπινου σχολείου (Τσιάκαλος, 2003), και δ) στη διασύνδεση του σχολείου με την οικογένεια και την κοινωνία (Mueller, Tippins & Bryan, 2012). Στην κατεύθυνση αυτή, η απορρόφηση του κοινωνικού πλούτου

των Φ.Ε. (βλ. Tate, 2001) από όλα τα παιδιά διασφαλίζει την ισότιμη συμμετοχή όλων των μαθητών σε μια υψηλού επιπέδου διδασκαλία των Φ.Ε. (Bencze, 2000; Calabrese-Barton 1998).

Β. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΥΠΡΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ Φ.Ε.

Η σχεδίαση και ανάπτυξη του κυπριακού προγράμματος σπουδών Φ.Ε., που παρουσιάζεται στη συνέχεια, στηρίχθηκε στην ανάλυση (α) ερευνητικών προτάσεων που αναπτύχθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία με στόχο τη βελτίωση των προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε. που ήδη παρουσιάστηκε και (β) οκτώ προγραμμάτων σπουδών άλλων χωρών (βλ. Κουμαράς, Πράμας, & Σταμπουλή, 2010; Κουμαράς, Κεραμίδας, & Τσεχερίδης, 2011). Η ανάλυση των προγραμμάτων σπουδών Φ.Ε. δεν παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία λόγω χώρου. Στοιχεία της ανάλυσης των προγραμμάτων αυτών παρουσιάζονται σε άλλη εργασία στον παρόντα τόμο (βλ. Σταμπουλή, 2013)

Β.1 ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ

Στο κυπριακό πρόγραμμα σπουδών υποστηρίζεται ότι ο στόχος της δημοκρατικής και ανθρώπινης κοινωνίας μπορεί να προκύψει μέσα από τη θεμελίωση ενός εκπαιδευτικού συστήματος που να διασφαλίζει στους νέους ανθρώπους τη συμβολή τους στην ανάπτυξη της γνώσης, την ενεργή συμμετοχή τους στην εργασία, την πολιτική, την οικονομία και τον πολιτισμό, αλλά και τη διαβίωσή τους σε συνθήκες ελευθερίας, δημοκρατίας, ευημερίας και κοινωνικής δικαιοσύνης, με βασική αρχή τη διασφάλιση ισότιμης συμμετοχής όλων των παιδιών στην εκπαίδευση (Αναλυτικό Πρόγραμμα για τα Δημόσια Σχολεία της Κύπρου, 2008).

Οι προθέσεις του κυπριακού προγράμματος σπουδών Φ.Ε. μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρείς ομάδες: 1) στην απόκτηση επαρκούς και συνεκτικού σώματος εννοιολογικού περιεχομένου το οποίο να βρίσκεται σε συνάφεια με τη ζωή των παιδιών, 2) στην καλλιέργεια θεμελιωδών ικανοτήτων, όπως είναι η δημιουργικότητα, η ικανότητα στην επικοινωνία, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, η συνεργασία και προθυμία για ομαδική εργασία, η ικανότητα κριτικής επεξεργασίας και ανταλλαγής πληροφοριών και 3) στην καλλιέργεια στάσεων και συμπεριφορών που απαρτίζουν τη σύγχρονη δημοκρατική πολιτότητα (Αναλυτικό Πρόγραμμα για τα Δημόσια Σχολεία της Κύπρου, 2008; Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011).

Η πρώτη ομάδα υποστηρίζει ότι όλα τα παιδιά θα πρέπει να αποκτήσουν ουσιαστική κατανόηση πτυχών των εννοιών και θεμάτων των Φ.Ε. που θα αξιοποιήσουν στην καθημερινή τους ζωή για να μπορούν να επιλύουν προβλήματα που σχετίζονται με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι θεωρείται σημαντική «[η] κατανόηση θεμελιωδών εννοιών και θεμάτων των Φ.Ε. και […] ανάπτυξη ικανοτήτων χρήσης και αξιοποίησης των γνώσεων των Φ.Ε. στην καθημερινή ζωή [για την] επίλυση προβλημάτων του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος που σχετίζονται με τις Φ.Ε.» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 8).

Η δεύτερη ομάδα εστιάζει στην καλλιέργεια θεμελιωδών ικανοτήτων σε όλα τα παιδιά για να μπορούν να ερευνούν ζητήματα των Φ.Ε., να αναπτύσσουν κριτική και δημιουργική σκέψη, να ανταλλάσσουν ιδέες, να συνεργάζονται και να λαμβάνουν αποφάσεις βασιζόμενοι σε στοιχεία και δεδομένα όχι μόνο για θέματα που αφορούν τις Φ.Ε. και τις εφαρμογές τους, αλλά γενικότερα στην καθημερινή τους ζωή. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι οι μαθητές θα πρέπει να έχουν «ενεργή συμμετοχή στην έρευνα, την επίλυση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων, [να] συλλέγουν και να χρησιμοποιούν αποδείξεις, [να προασπίζουν την] ελευθερία στην έρευνα και τη διακίνηση των ιδεών, [να έχουν] ανοιχτό μυαλό [και να διακατέχονται από] επιφυλακτικότητα [και] ευελιξία [στη] σκέψη» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 7).

Η τρίτη ομάδα αναδεικνύει την καλλιέργεια της κοινωνικοπολιτικής δράσης στους μαθητές μέσα από τη διδασκαλία των Φ.Ε.. Το πρόγραμμα σπουδών υποστηρίζει ότι μέσα από τη διδασκαλία των Φ.Ε. διασφαλίζεται στους μαθητές η δυνατότητα να διαμορφώσουν μια πιο δημοκρατική κοινωνία, όπου οι μαθητές θα συμμετέχουν ισότιμα σε συζητήσεις και θα λαμβάνουν αποφάσεις για θέματα που αφορούν την καθημερινή τους ζωή αξιοποιώντας τις εφαρμογές των Φ.Ε. στην κοινωνία και το περιβάλλον. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι «[οι μαθητές αναμένεται να] συμμετέχουν στη διερεύνηση και την κριτική προσέγγιση των θεμάτων των Φ.Ε., [να] δείχνουν προσήλωση και επιθυμία για την κατανόηση και την επίλυση θεμάτων των Φ.Ε., [να] συμμετέχουν σε δραστηριότητες που ενθαρρύνουν την υπεύθυνη δράση απέναντι στους ζωντανούς οργανισμούς, το [φυσικό και κοινωνικό] περιβάλλον και τη βιώσιμη ανάπτυξη» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 7).

Στο κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. αναδεικνύεται ότι η διδασκαλία των Φ.Ε. ακολουθεί μια κοινωνική στροφή, στοχεύοντας στην προετοιμασία των μαθητών να αντιμετωπίσουν τις κοινωνικο-επιστημονικές καταστάσεις που αδιάλειπτα ανακύπτουν στα πλαίσια των συνεχιζόμενων κοινωνικών αλλαγών.

Β.2 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε το περιεχόμενο για την Ε’ και Στ’ τάξη του δημοτικού σχολείου.

Β.2.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Οι θεματικές ενότητες του εννοιολογικού περιεχομένου εκτείνονται σε οκτώ κατηγορίες:

(1) Ζωντανοί οργανισμοί. Οι διδακτικοί στόχοι εστιάζουν στην ταξινόμηση, ανάπτυξη, αναπαραγωγή και εξέλιξη των ζωντανών οργανισμών.

(2) Φυσικό περιβάλλον. Οι μαθητές ασχολούνται με την αναγνώριση τοπικών και περιφερειακών βιοτόπων και τη σχεδίαση και οργάνωση τρόπων προστασίας του περιβάλλοντος.

(3) Σώμα και υγεία. Οι μαθητές εντρυφούν στους κανόνες υγιεινής, σε ζητήματα διατροφής, σε πρακτικές που βλάπτουν το ανθρώπινο σώμα (π.χ. κάπνισμα και κατανάλωση αλκοόλ), σε βασικούς τρόπους προστασίας από μεταδοτικές ασθένειες και στην υιοθέτηση υγιεινών συνηθειών και πρακτικών.

(4) Ενέργεια. Οι μαθητές διερευνούν τη «χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος» σε οικεία περιβάλλοντα, εξετάζουν λογαριασμούς της εταιρείας ηλεκτρικής ενέργειας, επισημαίνουν τις περιόδους μέγιστης χρήσης ενέργειας, διερευνούν τις αιτίες της χρήσης αυτής της ενέργειας, συνειδητοποιούν την κοινωνική διάσταση της πρόσβασης στη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για όλους τους ανθρώπους, αναδεικνύουν πρακτικές που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. σχεδιασμός οικιακού καταλόγου ηλεκτρικών συσκευών και λαμπτήρων, καταγραφή της ισχύος -ένδειξη Watt- των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στο σπίτι και αντικατάστασή τους με λαμπτήρες μικρότερης ένδειξης Watt άλλα ίδιας φωτεινότητας κ.ο.κ.).

(5) Φως. Οι διδακτικοί στόχοι αναφέρονται στην παρατήρηση και εξέταση φυσικών και κοινωνικών φαινομένων που σχετίζονται με το φως (π.χ. το ουράνιο τόξο, η φωτορύπανση).

(6) Ύλη. Οι μαθητές εξετάζουν και συγκρίνουν τα διαφορετικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή διαφόρων εξοπλισμών, μελετούν τις ιδιότητες των υλικών, περιγράφουν και αναλύουν τους διαφορετικούς τρόπους χρήσης του κάθε υλικού.

(7) Δυνάμεις, κινήσεις, απλές μηχανές, εργαλεία, κατασκευές. Οι μαθητές μελετούν και καταγράφουν την εξέλιξη των εργαλείων που χρησιμοποιούν σε εργασίες της ευρύτερης κοινότητας (π.χ. εργαλεία ανύψωσης βαριών αντικειμένων σε οικεία περιβάλλοντα).

(8) Ουρανός και Γη. Οι διδακτικοί στόχοι σε αυτή τη θεματική ενότητα δίνουν την ευκαιρία στους μαθητές να εξερευνήσουν τον ουρανό τη νύχτα και να εξετάσουν τις εικόνες του διαστήματος και της τεχνολογίας που αφορά στην εξερεύνηση του διαστήματος (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σσ. 83-105).

Β.2.2 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΝΟΟΤΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ

Το πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. προσανατολίζεται στην καλλιέργεια τρόπου σκέψης στους μαθητές, όχι μόνο για θέματα Φ.Ε., αλλά για την καθημερινή ζωή. Στην κατεύθυνση αυτή αναδεικνύεται και η σημασία της σύνδεσης της διδασκαλίας της Φύσης των Φ.Ε. με τη διδασκαλία της επιστημονικής μεθοδολογίας στην καλλιέργεια του τρόπου σκέψης και στη διαμόρφωση στάσεων στους μαθητές απέναντι στα προβλήματα της ζωής. Οι μαθητές αναμένεται να επεξεργάζονται κριτικά τις πληροφορίες που δέχονται καθημερινά από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ) και τα κοινωνικά δίκτυα (π.χ. facebook, twitter κ.λπ.) για θέματα που αφορούν το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον γύρω τους, αλλά και τους φυσικούς πόρους και την κοινωνία γενικότερα. Συγκεκριμένα, στο πρόγραμμα σπουδών αναφέρεται ότι «[οι μαθητές αναμένεται να] διακρίνουν αν τα συμπεράσματα ή οι ισχυρισμοί ενός τρίτου στηρίζονται σε δεδομένα και προκύπτουν από σωστό χειρισμό μεταβλητών ή απλά αποτελούν προσωπική τους άποψη, [να] θέτουν ακριβή και λογικά ερωτήματα σχετικά με μια παρατήρηση ή με μια εμπειρία, [να] σχεδιάζουν και [να] προτείνουν λύσεις σε πρακτικά προβλήματα της καθημερινής ζωής με βάση θεωρίες και μοντέλα των Φ.Ε., [αλλά και να] αποτιμούν υπεύθυνα και κριτικά τις πληροφορίες και το υλικό που διακινείται από τα εργαλεία των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ)» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε. 2011, σσ. 9, 10 και 11). Στο πρόγραμμα σπουδών η διδασκαλία του περιεχομένου της Φύσης των Φ.Ε. (βλ. παράγραφο Α.2.2 της παρούσας εργασίας), παρ' όλου που τοποθετείται σε δεύτερο φόντο, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να διαπραγματευτούν διάφορα επιστημολογικά ζητήματα όπως για παράδειγμα ότι η επιστημονική γνώση δομείται κοινωνικά και ταυτόχρονα αυτή η γνώση αλληλεπιδρά με την πολιτισμική ταυτότητα των ανθρώπων. Στο πρόγραμμα αναφέρεται ότι «[οι μαθητές αναμένεται να κατανοήσουν] ότι η εξέλιξη των επιστημονικών γνώσεων είναι μια συνεχής και [εξελισσόμενη] διαδικασία μέσα από υποθέσεις, μοντέλα, πειράματα, επιβεβαιώσεις ή διαψεύσεις κ.τ.λ. [Επιπλέον, οι μαθητές αναμένεται να αντιληφθούν] τους περιορισμούς που υπάρχουν στην επιστημονική γνώση και την πιθανότητα να ξεπεραστούν οι περιορισμοί αυτοί στο μέλλον» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 9).

Β.2.3 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο επίπεδο της επιστημονικής μεθοδολογίας οι μαθητές ασκούνται στο να επιχειρηματολογούν για θέματα της καθημερινής τους ζωής. Οι μαθητές παρατηρούν, συλλέγουν, αξιολογούν και παρουσιάζουν στοιχεία και δεδομένα. Προτείνουν ερωτήσεις για διερεύνηση, αναδιαμορφώνουν -όπου είναι δυνατόν- τις ερωτήσεις σε μια πιο ελέγξιμη μορφή (π.χ. την ερώτηση «πώς εργάζεται η καρδία;» την αναδιαμορφώνουν στην ερώτηση «ποιοι παράγοντες έχουν επιπτώσεις στην ικανότητα μιας αντλίας να κυκλοφορεί το νερό»;), επιλέγουν και χρησιμοποιούν εργαλεία για την κατασκευή μοντέλων (π.χ. χρησιμοποιούν διάφορα υλικά και εργαλεία για να κατασκευάσουν ένα μοντέλο καρδίας), διεξάγουν έρευνες, καταλήγουν σε συμπεράσματα και παρουσιάζουν την ερευνά τους. Στο πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. αναφέρεται ότι «[οι μαθητές αναμένεται να

μπορούν] να προσδιορίζουν τα προβλήματα ή ζητήματα που μπορούν να ερευνηθούν από τις Φ.Ε. στο υπό συζήτηση θέμα, να αναγνωρίζουν τις μεταβλητές που απαιτείται να ελεγχθούν, τα μεγέθη που απαιτείται να μετρηθούν, να συγκριθούν, τις πρόσθετες πληροφορίες που απαιτούνται, να κάνουν υποθέσεις και προβλέψεις για υπάρχουσες σχέσεις μεταξύ μεταβλητών, να επεξεργάζονται τα δεδομένα, να συνάγουν συμπεράσματα και να επικοινωνούν με σαφήνεια τις ιδέες, τις διαδικασίες, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα τους με ποικίλους τρόπους κ.ά.» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σσ. 19, 20, 21, 22 και 23).

Β.2.4 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Το κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να εμπλακούν στα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα. Οι μαθητές αναμένεται να μάθουν να εργάζονται προς την κατεύθυνση της βελτίωσης των συνθηκών της ζωής τους και να προασπίζονται θεμελιώδη ανθρώπινα δικαιώματα (π.χ. υγεία, περιβάλλον). Οι διδακτικοί στόχοι αναδεικνύουν τη σημασία της προετοιμασίας πολιτών που θα διαμορφώνουν τις επιστημονικές και τεχνολογικές πτυχές καθημερινών ζητημάτων και θα ανατρέπουν τις αρνητικές επιπτώσεις των Φ.Ε. και της τεχνολογίας στον ανθρώπινο πολιτισμό. Χαρακτηριστικά, στο πρόγραμμα σπουδών αναφέρεται ότι «[οι μαθητές θα πρέπει να] αναγνωρίζουν τα προβλήματα και τα ζητήματα που μπορούν (ή όχι) να λυθούν από τις Φ.Ε., [να] κατανοούν το πρόβλημα (αν αφορά δηλαδή το άτομο, την τοπική ή η παγκόσμια κοινότητα, αν αφορά την υγεία, το περιβάλλον κτλ), να παρουσιάζουν το πρόβλημα με πιο κατανοητό τρόπο στους συμμαθητές τους, να αναγνωρίζουν τις γνώσεις που απαιτούνται για τη λύση του συγκεκριμένου προβλήματος, να συλλέγουν αποδείξεις για την επίλυση του προβλήματος (δεδομένα από συστηματική παρατήρηση, από πείραμα, κ.λπ.), να αναζητούν και να διατυπώνουν εναλλακτικές λύσεις ή ερμηνείες για ένα δεδομένο πρόβλημα ή ζήτημα της καθημερινής ζωής» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε. 2011, σσ. 10 και 11).

Β.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ Φ.Ε.

Β.3.1 ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ

Το πλαίσιο αναφοράς του περιεχομένου του κυπριακού προγράμματος σπουδών Φ.Ε. αναφέρεται στη γεφύρωση του περιεχομένου με την καθημερινή ζωή των παιδιών και στην ανάπτυξη δράσης για την αντιμετώπιση σύγχρονων κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων. Στο πρόγραμμα σπουδών αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι «ο στόχος της εκπαίδευσης στις Φ.Ε. δεν είναι η προετοιμασία για το επόμενο επίπεδο της εκπαίδευσης, αλλά η ανάπτυξη γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή. Στόχος είναι [η διδασκαλία των Φ.Ε.] να κάνει τον κόσμο στον οποίο ζει το παιδί κατανοητό ώστε να μπορεί [ο μαθητής] να τον εκτιμά, να τον απολαμβάνει, να τον διατηρεί και να τον βελτιώνει» (Κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 12). Το πλαίσιο αναφοράς του περιεχομένου δεν πρέπει να περιορίζεται στον αφηρημένο κόσμο των εννοιών των Φ.Ε., αλλά να αφορά τις γνώσεις και ικανότητες που θα τους είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση πραγματικών προβλημάτων και καταστάσεων της καθημερινής ζωής.

Β.3.2 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Το κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. αναδεικνύει τη σημασία της χρήσης ποικίλων διδακτικών πρακτικών στη διδασκαλία των Φ.Ε. ώστε να ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες όλων των μαθητών. Στο πρόγραμμα σπουδών αναφέρεται ότι «οι [διδακτικές] πρακτικές είναι: Διερευνητική διαδικασία βασισμένη στη λύση [καθημερινών] προβλημάτων, χειρονακτικές δραστηριότητες των παιδιών με τη συμμετοχή τους στην εκτέλεση δραστηριοτήτων, νοητικές δραστηριότητες που καλλιεργούνται με τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων από τα παιδιά (ακόμη και με τις ερωτήσεις που θέτει ο εκπαιδευτικός σε δραστηριότητες όπου χειρίζεται ο ίδιος τα υλικά), ομαδική ή αυτόνομη εργασία πάνω σε ανοιχτές ερωτήσεις, διεπιστημονικές δραστηριότητες» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε. 2011, σελ. 17). Η διαδικασία μιας τέτοιας διδακτικής αλληλεπίδρασης επιτρέπει στους μαθητές να εκφράζουν τα στοιχεία που παρατηρούν, να συγκρίνουν και τα αποτελέσματα, να προβλέπουν και να διατυπώνουν τρόπους ελέγχου της υπόθεσης, να ερμηνεύουν και να εξάγουν συμπεράσματα. Σύμφωνα με το κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. η εκπαιδευτική πρακτική πρέπει να εμπλέκει τους μαθητές σε συνεργατικές διαδικασίες και ερευνητικές δραστηριότητες, ξεκινώντας από ερωτήματα που αναγνωρίζουν ή θέτουν οι ίδιοι οι μαθητές από την καθημερινότητά τους. Ο καθημερινός κόσμος των μαθητών αποτελεί το σημείο αναφοράς και ανάπτυξης των διδακτικών ενεργειών και των μαθητικών πρακτικών και η διδασκαλία των Φ.Ε. θα πρέπει να εμπλέκει τους μαθητές στις δραστηριότητες αυτές.

Β.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ Φ.Ε.

Β.4.1 ΣΤΟΧΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η αξιολόγηση στη διδασκαλία των Φ.Ε. εστιάζει αφενός στην ικανότητα των παιδιών να εφαρμόζουν τις γνώσεις και τις ικανότητες που αποκτούν σε καταστάσεις που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή και αφετέρου στη βελτίωση του αναλυτικού προγράμματος ώστε να δίνει αυτή τη δυνατότητα. Στο κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. υποστηρίζεται ότι «[με την αξιολόγηση θα πρέπει να] αναζητούνται πληροφορίες για

τα επίπεδα μάθησης των μαθητών και μαθητριών και στη συνέχεια να χρησιμοποιούνται αυτές οι πληροφορίες για να προσαρμοστεί η διδασκαλία και η μάθηση στις ανάγκες των μαθητευομένων. […] Απώτερος στόχος της αξιολόγησης είναι η βελτίωση και η αναθεώρηση του αναλυτικού προγράμματος» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 24).

Β.4.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Τα θέματα στα οποία ο μαθητής αξιολογείται μπορούν να αποτελέσουν ένα μηχανισμό που να κάνει εφικτή την επίτευξη των διακηρύξεων του προγράμματος σπουδών. Από τη στιγμή που στόχος της διδασκαλίας των Φ.Ε. είναι η καλλιέργεια γνώσεων και η καλλιέργεια ικανοτήτων για την καθημερινή ζωή η ανάγκη για συνέπεια οδηγεί και σε αξιολόγηση αυτών των στόχων η οποία να γίνεται σε επίπεδο κατανόησης και χρήσης των γνώσεων και ικανοτήτων και όχι απομνημόνευσης. Το πρόγραμμα σπουδών περιέχει μια σειρά παραδειγμάτων που αφορούν την αξιολόγηση γνώσεων και ικανοτήτων και όχι της απομνημόνευσης πληροφοριών. Για συντομία αναφέρουμε μόνο μια δραστηριότητα αξιολόγησης. «Τίτλος δραστηριότητας: Το Μυστήριο του μπουκαλιού. Περιγραφή: Πλησίαζαν Χριστούγεννα, ο Γιώργος χάζευε από το παράθυρο το χιόνι που είχε σκεπάσει τα κεραμίδια και συνέχιζε να πέφτει αδιάκοπα. Σκεπτότανε ότι είχε ακόμα 8 μέρες σχολείο, μετά θα έκλειναν για διακοπές. Από την κουζίνα ακούστηκε η φωνή της μητέρας του, τον ρώταγε αν τέλειωσε με τα μαθήματά του. Ο Γιώργος σταμάτησε να χαζεύει το χιόνι, έπρεπε να ετοιμάσει ένα πείραμα Φυσικής για το αυριανό μάθημα. Κοίταξε την κατάσταση με τα υλικά. Χρειαζότανε ακόμα ένα άδειο πλαστικό μπουκάλι. Θυμήθηκε ότι στη σοφίτα, που χρησιμοποιούσαν σαν αποθήκη του σπιτιού και ο Γιώργος σαν τόπο παιχνιδιού, είχε από το καλοκαίρι αφήσει κάποια άδεια μπουκάλια από νερό. Ανέβηκε τη σκάλα. Άνοιξε την καταπακτή και βρέθηκε στη σοφίτα, κάτω από τα κεραμίδια. Το κρύο ήταν τσουχτερό. Σκέφτηκε ότι είχε ανέβει εκεί για τελευταία φορά το καλοκαίρι όπου η ζέστη ήταν αρκετή. Είδε τα μπουκάλια του νερού, ήταν άδεια ξεχασμένα εκεί από το καλοκαίρι. Πήρε ένα και ετοιμάστηκε να κατέβει. Εκείνη τη στιγμή το μάτι έπεσε σε ένα άδειο μπουκάλι που ήταν κλεισμένο με το καπάκι του. Τι παράξενο! Το μπουκάλι ήταν παραμορφωμένο σαν κάποιος να το είχε συμπιέσει, (βλέπε φωτογραφία 1). Ο Γιώργος παραξενεύτηκε, δεν θυμόταν να το είχε ο ίδιος πειράξει, «παράξενο, σκέφτηκε, εγώ μάλλον θα ήπια το τελευταίο νερό που είχε το καλοκαίρι, θα το βίδωσα και θα το άφησα εκεί που είναι. Αποκλείεται κάποιος άλλος να το πείραξε. Γιατί άραγε να είναι παραμορφωμένο;» Από την κουζίνα η μητέρα του τον φώναζε. Πήρε μαζί του το παραμορφωμένο μπουκάλι χωρίς να το ξεβιδώσει και κατέβηκε στο δωμάτιό του. Το άφησε τυχαία δίπλα στο αναμμένο καλοριφέρ. Πήγε στην κουζίνα και άρχισε να τρώει, συγχρόνως όμως σκεπτότανε: ποια άραγε να είναι η αιτία που το μπουκάλι παραμορφώθηκε. Τέλειωσε το φαγητό του και γύρισε στο δωμάτιό του αποφασισμένος να λύσει το «αίνιγμα του παραμορφωμένου μπουκαλιού». Τι παράξενο όμως: Το μπουκάλι ήταν τώρα κανονικό. Ο Γιώργος παραξενεύτηκε, τι να είχε συμβεί, αφού κανένας δεν μπήκε στο δωμάτιό του όσο αυτός έλειπε; Εσύ μπορείς να το βοηθήσεις να λύσει το «αίνιγμα του παραμορφωμένου μπουκαλιού;» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 27).

Β.5 ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ Φ.Ε.

Β.5.1 ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΙΣΟΤΙΜΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΣΕ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΣΕ ΜΙΑ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ Φ.Ε.

Η θεσμική υποστήριξη της διδασκαλίας των Φ.Ε. μπορεί να διαμορφώσει ένα πρόγραμμα σπουδών που με τη σειρά του θα διαμορφώσει μια υψηλού επιπέδου διδασκαλία των Φ.Ε., παρέχοντας σε όλους τους μαθητές κατάλληλες επιστημονικές γνώσεις και ικανότητες έτσι ώστε όχι μόνο να μπορούν να αντιμετωπίζουν διάφορα κοινωνικο-επιστημονικά, περιβαλλοντικά και πολιτικά ζητήματα που θα συναντούν στην καθημερινή τους ζωή, αλλά και να εφοδιαστούν με γνώσεις και ικανότητες ώστε να ασχοληθούν μελλοντικά, εφόσον το επιθυμούν, με εξειδικευμένους τομείς των Φ.Ε..

Β.5.2 ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ Φ.Ε. ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΙΣΟΤΗΤΑ

Το κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. στο επίπεδο της υποστήριξης του εκπαιδευτικού έργου αναδεικνύει τη σημασία της δυνατότητας υποστήριξης της διδασκαλίας των Φ.Ε. από τη μεριά των εκπαιδευτικών. Πιο συγκεκριμένα, στο πρόγραμμα σπουδών αναφέρεται ότι «η εφαρμογή ενός νέου προγράμματος σπουδών απαιτεί μια σειρά ενεργειών από την πολιτεία. Επιγραμματικά οι ενέργειες αυτές κατατάσσονται στις εξής περιοχές: (α) Αρχική εκπαίδευση ή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, (β) Εκδόσεις – Παραγωγή διδακτικού υλικού, (γ) Θέματα οργάνωσης του σχολείου και της σχολικής τάξης, (δ) Συνεργασία σχολείου – οικογένειας – τοπικής κοινωνίας. Στόχος των παραπάνω ενεργειών είναι η παροχή στήριξης στους εκπαιδευτικούς για το πέρασμα του εκπαιδευτικού συστήματος από την καλλιέργεια γνώσεων στην καλλιέργεια γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή» (Κυπριακό Πρόγραμμα Σπουδών Φ.Ε., 2011, σελ. 31).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.
2. Aikenhead, G. S. (2003). STS education: A rose by any other. In R. Cross (Ed.), *A vision for science education: Responding to the work of Peter Fensham* (pp. 59-75). New York: RoutledgeFalmer.
3. Aikenhead, G. S., Calabrese-Barton, A., & Chinn, P. W. U. (2006). Toward a politics of place-based science education. *Cultural Studies of Science Education*, *1*(2), 403-416.
4. *Αναλυτικό πρόγραμμα για τα δημόσια σχολεία της Κύπρου* (2008). [βλ. http://www.nap.pi.ac.cy/]
5. Arons, B. A. (1992). *Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής*. Αθήνα: Τροχαλία.
6. Avalos, B. (1992). Education for the poor: Quality or relevance? *British Journal of Sociology of Education*, *13*(4), 419-436.
7. Bell, R. L. (2009). *Teaching the nature of science: Three critical questions* (Best Practices in Science Education Monograph). Carmel, CA: National Geographic School Publishing.
8. Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8*. New York: Allyn & Bacon/Longman.
9. Bell, R. L., Toti, D., McNall, R. L., & Tai, R. L. (2004, January). *Beliefs into action: Beginning teachers' implementation of nature of science instruction*. A paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Nashville, TN.
10. Bencze, J. L. (2000). Democratic constructivist science education: Enabling egalitarian literacy and self -actualization. *Journal of Curriculum Studies*, *32*(6), 847-865.
11. Black, P., & Wiliam, D. (1998). *Inside the black box: Raising standards through classroom assessment*. London: School of Education, King's College.
12. Brickhouse, N. (1994). Bringing in the outsiders: Reshaping the sciences of the future. *Journal of Curriculum Studies*, *26*(4), 401-416.
13. Brickhouse, N., & Kittleson, M. J. (2006). Visions of curriculum, community, and science. *Educational Theory*, *56*(2), 191-204.
14. Calabrese-Barton, A. (2012). Citizen(s') science: A response to "The future of citizen science". *Democracy & Education*, *20*(2), 1-4.
15. Calabrese-Barton, A. (1998). Reframing 'science for all' through the politics of poverty. *Educational Policy*, *12*(5), 525-541.
16. Chen, D., & Novick, R. (1984). Scientific and technological education in an information society. *Science Education*, *68*(4), 421–426.
17. Chubbock, S., & Zembylas, M. (2008). The emotional ambivalence of socially just teaching: A case study of a novice urban schoolteacher. *American Educational Research Journal*, *45*(2), 274-318.
18. Costa, V. B. (1997). How teacher and students study 'all that matters' in high school chemistry. *International Journal of Science Education*, *19*(9), 1005-1023.
19. Costa, V. B. (1995). When science is 'another world': Relationships between worlds of family, friends, school, and science. *Science Education*, *79*(3), 313-333.
20. 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*, *37*(6), 582-601.
21. Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, *31*, 121-127. (Reprinted from *Science & Education*, *4*(4), 391-399, 1995).
22. Dimick, A. S. (2012). Student empowerment in an environment science classroom: Toward a framework for social justice science education. *Science Education*, *96*(6), 990-1012.
23. Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, *23* (7), 5-12.
24. Eisner, E. W. (2002). *The Educational Imagination: On the Design and Evaluation of School Programs.* Upper Saddle River, N.J.: Merrill Prentice Hall.
25. Emdin, C. (2011). Citizenship and social justice in urban science education. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, *24*(3), 285-301.
26. Fenwick, L. (2011). Curriculum reform and reproducing inequality in upper-secondary education. *Journal of Curriculum Studies*,*43*(6), 697-716.
27. Feyman, R.P., Leighton, R. (contributor), and Hutchings, E. (Editor) (1986). *Surely you are joking, Mr. Feynman! Adventures of a curious character*. New York: W.W. Norton Publications.
28. Freire, P., & Macedo, D. (1987). *Literacy: Reading the word and the world*. New York : Continuum.
29. Gallagher, J. J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*, *55*(3), 329-338.
30. Harlen, W. (2001). The assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. *Studies in Science Education*, *36*(1), 79-104.
31. Harlen, W., & Elstgeest, J. (1992). *Sourcebook for primary science teacher education*. Paris: UNESCO.
32. Harlen, W., Macro, C., Reed, K., & Schilling, M. (2003). *Making Progress in Primary Science: a study book for teachers and student teachers*. London: RoutledgeFalmer.

33. Hirst, P. H. (1976). The logic of the curriculum. In Golby, M., Greenwald, J. & West, R. (eds), *Curriculum Design* (pp. 181-193). London: Croom Helm.
34. Hodson, D. (2011). *Looking to the future: Building a curriculum for social activism*. Sense Publishers.
35. Hodson, D. (2009). Putting your money where your mouth is: Towards an action-oriented science curriculum. *Journal of Activism in Science & Technology Education*, *1*(1), 1-15.
36. Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 645-670.
37. Hodson, D., & Prophet, R. B. (1994). Why the science curriculum changes: Evaluation or social control? In R. Levinson (Ed.), *Teaching Science* (pp. 22-39). New York: Routledge.
38. Hofstein, A., & Yager, R. (1982). Societal issues as organizers for science education in the ’80s. *School Science and Mathematics*, *82*(7), 539-547.
39. Hurd, P. (1970). *New directions in teaching secondary school science*. Chicago: Rand McNally.
40. Καρύδας, Α. (2007). *Φυσικές Επιστήμες για την εκπαίδευση κριτικά σκεπτόμενων & ενεργών πολιτών.* (Διδακτορική διατριβή). Ανακτήθηκε από http://invenio.lib.auth.gr/record/76423/files/gri-2007-617.pdf
41. Karidas, A., & Koumaras, P. (2001). Scientific (and technological) literacy for all: Presentation of a research model and an attempt to constructing a relevant proposal. In N. Valanides (Ed.), *1st IOSTE Symposium in Southern Europe: Science and Technology Education – Preparing Future Citizens* (Vol. 1, pp. 89-97). Paralimni/Cyprus: University of Cyprus Press.
42. Kirkham, J. (1989). Balanced science: Equilibrium between context, process, and content. In J. Willington (Ed.) *Skills and Processes in Science Education: A Critical Analysis*, New York & London: Routledge.
43. Κουμαράς, Π., Κεραμίδας, Κ., & Τσεχερίδης, Σ. (2011). *Προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών στην κατεύθυνση: Γνώσεις και ικανότητες για τη ζωή. Τόμος ΙΙ: Φυσική Α΄ Γυμνασίου – Α΄ Λυκείου*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.
44. Κουμαράς, Π., Πράμας, Χ., & Σταμπουλή, Μ. (2010). *Προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών στην κατεύθυνση: Γνώσεις και ικανότητες για τη ζωή. Τόμος Ι: Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.
45. Kozlow, M. J., & Nay, M. A. (1974). An approach to measuring scientific attitudes. *Science Education*, *60*(2), 147-172.
46. *Κυπριακό πρόγραμμα σπουδών Φυσικών Επιστημών* (2011). [βλ. http://www.nap.pi.ac.cy/]
47. Larson, J. O. (1995). Fatima’s rules and other elements and other elements of an unintended chemistry curriculum. Paper presented at the American Educational Research Association Int’l Conference, San Francisco, CA.
48. Layton, D. (1976). The educational work of the parliamentary committee of the British Association for the Advancement of Science. *History of Education*, *5*(1), 25-39.
49. Layton, D. (1968). Lord Wrottesley, F.R.S., pioneer statesman of science. *Notes and Records of the Royal Society of London*, *23*(2), 230-246.
50. Lord Wrottesley, J. (1860). *Thoughts on government and legislation*. London: J. Murray Publishers.
51. Loughran, J., & Derry, N. (1997). Researching teaching for understanding: The students’ perspective. *International Journal of Science Education*, *19*(8), 925-938.
52. Lucas, K. B., & Roth, W. M. (1996). The nature of scientific knowledge and student learning: Two longitudinal case studies. *Research in Science Education*, *26*(1), 103-129.
53. MacIntyre, A. (1981). *After Virtue*. Notre Dame: University of Notre Dame Press.
54. McQuillan, P. J. (2005). Possibilities and pitfalls: A comparative analysis of students empowerment. *American Educational Research Journal*, *42*(4), 639-670.
55. Michaels, S., Shouse, A., & Schweingruber, H.A. (2007). *Ready, set, science!: Putting research to work in K-8 science classrooms*. Washington, DC: The National Academies Press.
56. Moore, A. (2006). *Schooling, society and curriculum.* New York: Routledge.
57. Mueller, M., Tippins, D., & Bryan, L. (2012). The future of citizen science. *Democracy & Education*, *20*(1), 1-12.
58. North, C. (2008). What is all this talk about “social justice”? Mapping the terrain of education’s latest catchphrase. *Teachers College Record*, *110*(6), 1182-1206.
59. OECD (2007). *Pisa 2006: Science competencies for tomorrow’s world: Vol.1 Analysis*. Paris: OECD.
60. OECD (2001). *Knowledge and skills for life – First results from the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2000*. Paris: OECD.
61. OECD (1999). *Measuring student knowledge and skills – A new framework for assessment*. Paris: OECD.
62. Perrenoud, P. (1995). Οι συνήθεις διαδικασίες αξιολόγησης τροχοπέδη στην αλλαγή των παιδαγωγικών πρακτικών. *Εκπαιδευτική Κοινότητα*, *31*(2), 31-37.
63. Poincaré, H. (1920/1958). *The value of science*. New York: Dover.

64. Quicke, J. (2001). The science curriculum and education for democracy in the risk society. *Journal of Curriculum Studies*, *33*(1), 113-127.
65. Reid, D. J., & Hodson, D. (1987). *Science for all: teaching science in the secondary school*. London: Cassell.
66. Ross, A. (2000). *Curriculum: Construction and Critique.* London: Falmer Press.
67. Roth, W. M. & Calabrese Barton, A. (2004). *Rethinking Scientific Literacy*. Great Britain: RoutledgeFalmer.
68. Schmidt, W. H., Raizen, S. A., Britton, E. D., Bianchi, L. J., & Wolfe, R. G. (2002). *Many visions, many aims (vol.2): A cross-national investigation of curricular intentions in school science*. Norwell, MA: Kluwer Academic Press.
69. Siatras, A., & Koumaras, P. (2012). *Exploring the role of the science curriculum towards social justice*. Paper presented at 40th International Conference of the Canadian Society for the Study in Education, Waterloo, ON.
70. Spencer, H. (1891). *Education: Intellectual, mental and physical*. New York: Hurst Publishers.
71. Σταμπουλή, Μ. (2013). *Συγκριτική ανάλυση προγραμμάτων σπουδών Φυσικών Επιστημών Α-Δ τάξεων δημοτικού σχολείου οκτώ χωρών*. Παρουσίαση εργασίας στο Πανελλήνιο Συνέδριο με τίτλο: *«Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας;»*, Θεσσαλονίκη. [Η εργασία δημοσιεύεται στον παρόντα τόμο]
72. Tate, W. (2001). Science education as a civil right: Urban schools and opportunity-to-learn considerations. *Journal of Research in Science Teaching*, *38*(9), 1015-1028.
73. Thomas, G. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In M. Shortland (Ed), *Scientific Literacy Papers* (pp. 1-14). Oxford: Oxford University Department for External Studies.
74. Τσιάκαλος, Γ. (2003). *Η υπόσχεση της Παιδαγωγικής*. Θεσσαλονίκη: Παρατηρητής.
75. Westheimer, J., & Kahne, M. (2004). What kind of citizen? The politics of educating for democracy. *American Educational Research Journal*, *42*(2), 237-269.
76. Yacoubian, H. (2012). *Towards a philosophically and a pedagogically reasonable Nature of Science curriculum* (Διδακτορική διατριβή). Ανακτήθηκε από http://hdl.handle.net/10402/era.28732

Η εφαρμογή του Νέου Προγράμματος Σπουδών των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία Δημοτικής Εκπαίδευσης της Κύπρου

Μάριος Χαραλάμπους

Διευθυντής Δημοτικού Σχολείου, Συντονιστής Ομάδας Εργασίας για το Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών της Δημοτικής Εκπαίδευσης της Κύπρου
marchara@cytanet.com.cy

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εισήγηση αυτή παρουσιάζει με συντομία τις κυριότερες φάσεις και πτυχές της πορείας εφαρμογής του Νέου Προγράμματος Σπουδών των Φυσικών Επιστημών στα δημοτικά σχολεία της Κυπριακής Δημοκρατίας, από την υποβολή του στο Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού ως σήμερα. Πέρα από την αναδρομή σε σταθμούς και γεγονότα, η ανασκόπηση αυτή αναφέρεται σε μηχανισμούς ολοκλήρωσης και προώθησης του Νέου Προγράμματος Σπουδών των Φυσικών Επιστημών, όπως είναι η στελέχωση συντονιστικής ομάδας, η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, η παραγωγή διδακτικού υλικού και η στήριξη των σχολικών μονάδων. Επιπρόσθετα, η έκθεση αυτή εντοπίζει και τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν ανασταλτικά τους μηχανισμούς και τις διαδικασίες προώθησης και εφαρμογής του.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών, Ωρολόγια Προγράμματα, Ομάδα Υποστήριξης για τις Φυσικές Επιστήμες.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τη σχολική χρονιά 2011-12, στα δημοτικά σχολεία της Κυπριακής Δημοκρατίας άρχισε η εφαρμογή των Νέων Ωρολόγιων Προγραμμάτων και η σταδιακή εισαγωγή των Νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων για όλα τα γνωστικά αντικείμενα, μέσα στα πλαίσια της Εκπαιδευτικής Μεταρρύθμισης. Σύμφωνα με τα Νέα Ωρολόγια Προγράμματα της Δημοτικής Εκαπίδευσης, το Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών εφαρμόζεται για τις τάξεις Α΄-Δ΄ στο γνωστικό αντικείμενο «Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία» και για τις τάξεις Ε΄-Στ΄ στο γνωστικό αντικείμενο «Φυσικές Επιστήμες». Σύμφωνα με τις εισηγήσεις και τον προγραμματισμό της αρμόδιας συντονιστικής ομάδας, η πλήρης εφαρμογή του Προγράμματος Σπουδών των Φυσικών Επιστημών για όλες τις τάξεις θα αρχίσει τη σχολική χρονιά 2015-16.

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ

Τον Αύγουστο του 2010 παραδόθηκαν στο Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού τα Νέα Προγράμματα Σπουδών για όλα τα γνωστικά αντικείμενα από την Προδημοτική Εκπαίδευση ως την Α΄ Λυκείου. Τη σχολική χρονιά 2010-11 οργανώθηκε σε εργάσιμο χρόνο Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Δημοτικών Σχολείων και Γυμνασίων στα Νέα Αναλυτικά Προγράμματα (Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, 2010). Το πρόγραμμα περιλάμβανε τέσσερις φάσεις, σύμφωνα με το πιο χρονοδιάγραμμα που φαίνεται στον Πίνακα1:

ΦΑΣΕΙΣ	ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ
Α΄ΦΑΣΗ Ενημέρωση στελεχών Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού, Υποστηριχτών και Διευθυντών Μέσης και Δημοτικής Εκπαίδευσης	Σεπτέμβρης-Οκτώβρης 2010

Β΄ ΦΑΣΗ Επιμόρφωση Επιθεωρητών και Υποστηριχτών Μέσης Εκπαίδευσης Επιμόρφωση Επιθεωρητών και Υποστηριχτών Δημοτικής Εκπαίδευσης	Σεπτέμβρης-Οκτώβρης 2010 Σεπτέμβρης-Οκτώβρης 2010
Γ΄ΦΑΣΗ Επιμόρφωση μάχιμων εκπαιδευτικών Γυμνασίων (ένας εκπαιδευτικός από κάθε Γυμνάσιο για τα 17 γνωστικά αντικείμενα) Επιμόρφωση μάχιμων εκπαιδευτικών Δημοτικών Σχολείων (ένας εκπαιδευτικός από κάθε σχολείο για 6 γνωστικά αντικείμενα)	Οκτώβρης 2010-Φλεβάρης 2011 Νοέμβρης 2010-Φλεβάρης 2011
Δ΄ ΦΑΣΗ Ενημέρωση σε επαρχιακό επίπεδο όλων των εκπαιδευτικών Δημοτικών και Γυμνασίων στα Νέα Αναλυτικά Προγράμματα	Κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς 2010-2011

Πίνακα; 1: Το πρόγραμμα της αρχικής επιμόρφωσης στα Νέα Αναλυτικά Προγράμματα των Σχολείων της Κυπριακής Δημοκρατίας

ΤΟ ΜΠΟΛΙΑΣΜΑ (ΜΑΡΤΗΣ-ΜΑΪΟΣ 2011)

Την αρχική επιμόρφωση ακολούθησε η «μικρής κλίμακας ελεγχόμενη εφαρμογή συγκεκριμένων θεματικών περιοχών των Νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων σε Δημοτικά και Γυμνάσια» (μπόλιασμα) για όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Στις Φυσικές Επιστήμες της Δημοτικής Εκπαίδευσης συμμετείχε ομάδα 33 εκπαιδευτικών, οι οποίοι, όπως και στα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα:

- Σε δύο ενημερωτικά σεμινάρια που παρείχαν τις απαραίτητες κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη διδακτικού υλικού, σύμφωνα με τις αρχές του Νέου Προγράμματος Σπουδών, ετοίμασαν διδακτικές προτάσεις πάνω σε ενότητες ή θεματικές περιοχές που επέλεξαν, με την καθοδήγηση και την επίβλεψη μελών της Ομάδας Υποστήριξης.
- Εφάρμοσαν τις διδακτικές προτάσεις στα σχολεία τους.
- Στην τρίτη και τελευταία συνάντηση παρουσίασαν τις εντυπώσεις και τις εμπειρίες που αποκόμισαν από την εφαρμογή των διδακτικών τους προτάσεων, τις οποίες παρέδωσαν μαζί με συμπληρωμένο «Έντυπο Αναστοχασμού και Ανατροφοδότησης", το οποίο είχε συνταχθεί από την Επιτροπή Διαμόρφωσης Αναλυτικών Προγραμμάτων.

Από την εξέταση των πιο πάνω εντύπων διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στο «μπόλιασμα» εξέφρασαν την ικανοποίησή τους σ' ό,τι αφορά τη βοήθεια και την καθοδήγηση που προσφέρουν η δομή και το περιεχόμενο του Προγράμματος Σπουδών στο σχεδιασμό διδακτικών προτάσεων. Παράλληλα,

υπογράμμισαν την ανάγκη να παραχθεί επιπρόσθετο διδακτικό υλικό για την εφαρμογή των ενοτήτων, κρίνοντας ότι το υφιστάμενο είναι ανεπαρκές

Οι διδακτικές προτάσεις που παραδόθηκαν αποτέλεσαν την πρώτη τράπεζα διδακτικού υλικού για μελλοντική χρήση.

ΤΑ ΝΕΑ ΩΡΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΑ (ΙΟΥΝΙΟΣ 2011)

Στα προηγούμενα Ωρολόγια Προγράμματα υπήρχε το γνωστικό αντικείμενο «Επιστήμη», το οποίο διδασκόταν για δύο συνεχόμενες περιόδους ανά βδομάδα σε κάθε τάξη. Υπήρχε επίσης το γνωστικό αντικείμενο «Σχεδιασμός και Τεχνολογία», το οποίο διδασκόταν για δύο περιόδους ανά βδομάδα στις τάξεις Α΄-Β΄ και για δύο περιόδους ανά δεκαπενθήμερο στις τάξεις Ε΄-Στ΄. Σ' αυτό το γνωστικό αντικείμενο τα παιδιά ασχολούνται με το σχεδιασμό και την ανάπτυξη κατασκευών για την αντιμετώπιση αναγκών και την επίλυση προβλημάτων.

Στις 9 Ιουνίου 2011 το Υπουργικό Συμβούλιο ενέκρινε τα Νέα Ωρολόγια Προγράμματα για τα Σχολεία Δημοτικής Εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τα Νέα Ωρολόγια Προγράμματα, για τις τάξεις Α΄-Δ΄ θα διδάσκεται το γνωστικό αντικείμενο «Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία» για δύο συνεχόμενες περιόδους τη βδομάδα και για τις τάξεις Ε΄-Στ΄ το γνωστικό αντικείμενο «Φυσικές Επιστήμες» για επίσης δύο συνεχόμενες εβδομαδιαίες περιόδους. Το γνωστικό αντικείμενο «Σχεδιασμός και Τεχνολογία» παραμένει αυτόνομο στις τάξεις Ε΄-Στ΄ για δύο περιόδους ανά δεκαπενθήμερο, όπως και στα προηγούμενα ωρολόγια προγράμματα. Στην πράξη αυτό σήμαινε:

> *Εισαγωγή στις τάξεις Α΄ έως Δ΄ ενός νέου γνωστικού αντικειμένου με τίτλο «Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία», το οποίο θα περιλαμβάνει την Επιστήμη και το Σχεδιασμό και Τεχνολογία. Στο μάθημα αυτό θα ακολουθείται το νέο Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών και, εμβόλιμα, θα μπαίνει ο Σχεδιασμός και Τεχνολογία με κατασκευές που θα αξιοποιούνται στην Επιστήμη, αλλά θα εξυπηρετούν και στόχους του συγκεκριμένου μαθήματος (Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, 2011).*

Αν και στην ουσία, αυτή η καινοτομία δεν επέφερε πολλές ουσιαστικές αλλαγές, προκάλεσε διάφορες παράπλευρες επιπλοκές, οι οποίες θα επεξηγηθούν στη συνέχεια.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΩΡΟΛΟΓΙΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΜΕΡΙΚΉ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ-ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2011)

Από τη σχολική χρονιά 2011-12 άρχισε να εφαρμόζεται σε μερική βάση το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών στα γνωστικά αντικείμενα «Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία» για τις τάξεις Α΄-Δ΄ και «Φυσικές Επιστήμες» για τις τάξεις Ε΄-ΣΤ΄. Με την έγκριση του Γραφείου Αναλυτικών Προγραμμάτων, η Ενδοτμηματική Επιτροπή Φυσικών Επιστημών, αποφάσισε να ακολουθήσει το μοντέλο της κατακόρυφης σταδιακής εισαγωγής ενοτήτων από το νέο Πρόγραμμα Σπουδών, αντί της οριζόντιας. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε σχολική χρονιά, σε όλες τις τάξεις εισάγονται και εφαρμόζονται κάποιες διδακτικές προτάσεις για ενότητες ή υποενότητες, οι οποίες αναπτύχθηκαν, σύμφωνα με τις αρχές και το περιεχόμενο του Νέου Προγράμματος Σπουδών, αντικαθιστώντας τις αντίστοιχες ή ομώνυμες από το παλαιότερο Πρόγραμμα Σπουδών (όπως οριζόταν από τη σειρά των βιβλίων «Πρώτα Βήματα στην Επιστήμη». Συγκεκριμένα, κατά τις δύο τελευταίες σχολικές χρονιές διατέθηκαν στους εκπαιδευτικούς για εφαρμογή οι πιο κάτω ενότητες κατά τάξη:

Α/Α	Τάξη	Ενότητες	Διδακτικές προτάσεις
1	Α΄	Ζωντανοί Οργανισμοί: Φυτά	1. Διαφορές μεταξύ ζωντανών και μη ζωντανών σωμάτων** <u>2. Φυτά ανά εποχή (φυλλοβόλα –αειθαλή*</u> <u>3. Μέρη του φυτού</u>
		Φυσικό Περιβάλλον	<u>1. Θέλουμε καθαρό το περιβάλλον μας</u>

			2. Πράσινο στο σπίτι και στο σχολείο
		Ενέργεια	1. Ο ήλιος: πηγή ζωής 2. Η ενέργεια του ανέμου 3. Η ηλεκτρική ενέργεια στο σπίτι μας-Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας
2	Β΄	Φως	1. Πηγές φωτός-Ήλιος
		Ύλη	1. Νερό στη φύση: Ποτάμια, λίμνες, θάλασσα 2. Το πόσιμο νερό και η λογική του χρήση 3. Στερεά και υγρά4. Απλά μίγματα από καθημερινά υλικά και διαλύματα
3	Γ΄	Ενέργεια	1. Μαθαίνω για τα θερμόμετρα
		Ήχος	1. Ηχητικές πηγές και διάκριση των ήχων ανάλογα με την ένταση και τη χροιά 2. Διάδοση των ήχων στα στερεά, υγρά και αέρια 3. Ηχορύπανση και προστασία
		Δυνάμεις-Κινήσεις-Απλές Μηχανές-Εργαλεία-Κατασκευές	1.Τραβώ και σπρώχνω 2. Δυνάμεις και αλλαγές στην κίνηση 3. Δυνάμεις που ασκεί ο αέρας όταν φυσάει 4. Μαγνήτες, προσανατολισμός του μαγνήτη-Πυξίδα
		Ουρανός και Γη	1. Ο καιρός-Βασικά μετεωρολογικά φαινόμενα 2. Οι κινήσεις της Γης 3. Μέρα και νύχτα-Εποχές
4	Δ΄	Δυνάμεις-Κινήσεις-Απλές Μηχανές-Εργαλεία-Κατασκευές	1. Μαθαίνω για τους μοχλούς και τις τροχαλίες

			2. Κεκλιμένο επίπεδο 3. Η τριβή και τα αποτελέσματά της στην καθημερινή ζωή
		Φως	1. Το φως ταξιδεύει 2. Σκιές: Διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα 3. Ουράνιο τόξο -Χρώματα 4. Προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία 5. Φως και οδική ασφάλεια
5	Ε΄	Ύλη: Το Νερό Ύλη: Ο αέρας	1. Οι αλλαγές του νερού: στερεοποίηση-υγροποίηση-εξάτμιση-συμπύκνωση 2. Μίγματα-Διαλύματα: Η σημασία του νερού ως διαλύτη-Ο καθαρισμός του νερού από διαλυμένες σ' αυτό ουσίες 1. Ο αέρας και η ατμόσφαιρα: Συστατικά και ιδιότητες του αέρα 2. Η σημασία του καθαρού αέρα και πώς μπορεί ο αέρας να παραμείνει καθαρός
6	Στ΄	Ενέργεια	1. Ασφάλεια στη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας-Απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με διακόπτη 2. Παράλληλη σύνδεση και σύνδεση σε σειρά 3. Ηλεκτρική ενέργεια στο σπίτι και οι μετατροπές της σε θερμότητα, φως και κίνηση-Οικονομία στη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας 4. Μορφές ενέργειας- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 5. Η διάδοση της θερμότητας
		Ύλη- Υλικά Ύλη- Χημικές ουσίες	1. Το έδαφος 1. Οξέα –Βάσεις 2. Οι χημικές ουσίες στο σπίτι

Πίνακας 2: Η παραγωγή διδακτικών προτάσεων στα πλαίσια του Νέου Προγράμματος Σπουδών των Φυσικών Επιστημών κατά τις δύο πρώτες χρονιές της εφαρμογής του

***Το υπογραμμισμένο υλικό διατέθηκε στα σχολεία για πρώτη φορά κατά τη σχολική χρονιά 2011-12**
****Το υλικό που δεν είναι υπογραμμισμένο διατέθηκε στα σχολεία κατά την τρέχουσα σχολική χρονιά 2012-13**

Για την εφαρμογή των πιο πάνω ενοτήτων αναπτύχθηκε διδακτικό υλικό που περιλαμβάνει σχέδια μαθήματος, φύλλα εργασίας και άλλα βοηθητικά και συμπληρωματικά μέσα, όπως παρουσιάσεις, εικόνες, ταινίες κτλ. Το υλικό αυτό αναρτήθηκε στην ιστοσελίδα των Φυσικών Επιστημών www.schools.ac.cy/klimakio/ Themata/fysikes_epistimes/ index.html, που βρίσκεται στον ιστοχώρο του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού. Στην αρχή της κάθε σχολικής χρονιάς τα φύλλα εργασίας για την κάθε τάξη αποστέλλονται στα σχολεία και σε έντυπη μορφή, συνδεδεμένα σε βιβλιάριο, το οποίο εκδίδει η Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου Κύπρου.

Το πιο πάνω διδακτικό υλικό έχει ετοιμαστεί από τα μέλη της Ομάδας Υποστήριξης για τις Φυσικές Επιστήμες, τα οποία είναι αποσπασμένα σε μερική βάση (για δύο μέρες τη βδομάδα) για την παροχή καθοδηγητικών υπηρεσιών (ως Σύμβουλοι) και την προώθηση των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών. Τα μέλη της Ομάδας Υποστήριξης εργάζονται κάτω από την επίβλεψη και την καθοδήγηση ενός Συντονιστή, ο οποίος κατά τη φετινή σχολική χρονιά έχει αποσπαστεί σε πλήρη βάση στο Γραφείο Αναλυτικών Προγραμμάτων. Με εγκύκλιο που αποστέλλεται στα σχολεία από τη Διεύθυνση Δημοτικής Εκπαίδευσης στην αρχή της κάθε σχολικής χρονιάς, η οποία περιέχει όλες τις απαραίτητες γενικές οδηγίες για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών τονίζεται ότι:

> *Τα σχέδια μαθήματος, τα φύλλα εργασίας και το υπόλοιπο συνοδευτικό υλικό αποτελούν ενδεικτικές διδακτικές προτάσεις για την κάθε ενότητα, οι οποίες έχουν σκοπό να διευκολύνουν και να ενισχύσουν την προσπάθεια των εκπαιδευτικών στον προγραμματισμό και την οργάνωση της διδασκαλίας. Οι δάσκαλοι/λες μπορούν να επιφέρουν αλλαγές και αναπροσαρμογές στις διάφορες διδακτικές προτάσεις και στο υλικό που τις υποστηρίζει (σχέδια μαθήματος, φύλλα εργασίας κτλ.), σύμφωνα με τις ανάγκες, τις δυνατότητες και τις ιδιαιτερότητες της τάξης και της σχολικής τους μονάδας. Ωστόσο, αυτές οι διαφοροποιήσεις πρέπει να συνάδουν με τη φιλοσοφία, το περιεχόμενο και τις αρχές εφαρμογής και ανάπτυξης που καθορίζει το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών (Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, Διεύθυνση Δημοτικής Εκπαίδευσης,2012).*

Για τις διάφορες διδακτικές προτάσεις η Ομάδα Υποστήριξης για τις Φυσικές Επιστήμες μεριμνά για τη λήψη ανατροφοδότησης με διάφορους τρόπους, π.χ. μέσω της εφαρμογής τους από τα ίδια τα μέλη της, της παρακολούθησης μαθημάτων, της επαφής και της επικοινωνίας με τους/τις εκπαιδευτικούς, της συμπλήρωσης ερωτηματολογίων κτλ. Κατά την επόμενη σχολική χρονιά οι εκπαιδευτικοί θα έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους, τις απόψεις, τις εισηγήσεις και τις ερωτήσεις τους ηλεκτρονικά στην ιστοσελίδα των Φυσικών Επιστημών, ώστε να καθιερωθεί μια συνεχής αμφίδρομη επικοινωνία ανάμεσα στη βάση των εκπαιδευτικών και την Ομάδα Υποστήριξης. Στη βάση των στοιχείων της ανατροφοδότησης, αν κριθεί απαραίτητο, η Ομάδα Υποστήριξης επανεξετάζει, αναθεωρεί, συμπληρώνει ή και διαφοροποιεί τις διδακτικές προτάσεις, ώστε για κάθε νέα σχολική χρονιά να διατίθενται σε βελτιωμένη έκδοση. Όταν ολοκληρωθεί η παραγωγή του διδακτικού υλικού με τις οριστικοποιημένες διδακτικές προτάσεις (γύρω στο τέλος της σχολικής χρονιάς 2014-15), η Ομάδα των Φυσικών Επιστημών θα προτείνει τη μορφοποίηση και έκδοσή του σε μία νέα σειρά βιβλίων, η οποία θα περιλαμβάνει:

- Οδηγό εκπαιδευτικού (με πλήρεις κατευθυντήριες γραμμές για τη διδασκαλία του μαθήματος, σύμφωνα με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών)
- Βιβλιάριο φύλλων εργασίας
- Βιβλίο μαθητή/τριας
- Βιβλιάριο φύλλων αξιολόγησης

Τα βιβλία της πιο πάνω σειράς μαζί με το απαραίτητο υποστηριχτικό υλικό (παρουσιάσεις, ταινίες, εικόνες, συνδέσεις κτλ.) θα βρίσκεται επίσης αναρτημένο στην ιστοσελίδα των Φυσικών Επιστημών.

ΕΝΔΟΥΠΗΡΕΣΙΑΚΗ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ

Η στήριξη και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών (σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα). Για το Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε εργάσιμο χρόνο οργανώνεται σε δύο επίπεδα:

ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Τα μέλη της Ομάδας Υποστήριξης (Σύμβουλοι) οργανώνουν επισκέψεις σε δημοτικά σχολεία της περιφέρειά τους με δική τους πρωτοβουλία ή έπειτα από αίτημά της διεύθυνσής τους, που διαβιβάζεται τηλεφωνικά ή υποβάλλεται μέσω ηλεκτρονικής πλατφόρμας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου Κύπρου. Το πρόγραμμα της κάθε επίσκεψης περιλαμβάνει δειγματικό μάθημα Φυσικών Επιστημών (ή Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας) από το/τη Σύμβουλο, το οποίο παρακολουθούν εκπαιδευτικοί του σχολείου ή και από άλλα γειτονικά σχολεία. Τη διεξαγωγή του μαθήματος ακολουθεί σχετικό εργαστήριο, στο οποίο αναλύονται και συζητούνται βασικές παράμετροι του σχεδιασμού του, με αναφορά στις αρχές και το περιεχόμενο του νέου Προγράμματος Σπουδών. Κατά τις επισκέψεις τους στα σχολεία, οι Σύμβουλοι παρέχουν επίσης οποιαδήποτε στήριξη τους ζητηθεί σχετικά με την εφαρμογή του νέου Προγράμματος Σπουδών, όπως καθοδήγηση σε θέματα μέσων και υλικών, πληροφορικής υποστήριξης κτλ.

ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2012)

Κατά τη φετινή σχολική χρονιά, τα σχολεία στις ελεύθερες περιοχές της Κύπρου κατανεμήθηκαν σε 31 συνολικά περιφερειακά δίκτυα. Σε κάθε περιφέρεια ορίζεται ένα σχολείο ως κέντρο διεξαγωγής ενός εκπαιδευτικού συνεδρίου. Το πρόγραμμα του συνεδρίου περιλαμβάνει την παρακολούθηση ενός ογδοντάλεπτου δειγματικού μαθήματος και ένα εργαστήριο με βιωματικές δραστηριότητες, κατά τις οποίες αναλύονται βασικές παράμετροι του σχεδιασμού του, με αναφορά στις βασικές αρχές και το περιεχόμενο του νέου Προγράμματος Σπουδών. Στο συνέδριο συμμετέχει ένας/μία εκπαιδευτικός από κάθε σχολείο της περιφέρειας, ο/η οποίος/α αναλαμβάνει τη διάχυση των κύριων πορισμάτων και μηνυμάτων σε συνεδρία του προσωπικού στη σχολική του/της μονάδα. Συνοπτικό σχέδιο ενός δειγματικού μαθήματος που παρακολούθησαν εκπαιδευτικοί στα συνέδρια περιφερειακής επιμόρφωσης φαίνεται στον Πίνακα 1:

ΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Μάθημα : *Φυσικές Επιστήμες* **Χρόνος:** *80΄*

Θέμα: *Σώματα που επιπλέουν ή βυθίζονται στο νερό* **Τάξη :** *Γ΄*

Α. ΣΤΟΧΟΙ:

Ο/η μαθητής/τρια

1. **Να διατυπώνει προβλέψεις και παρατηρήσεις σχετικά με την πλεύση ή τη βύθιση διάφορων σωμάτων στο νερό.**
2. **Να αιτιολογεί με απλές εξηγήσεις τη βύθιση ή την πλεύση κάποιου σώματος στο νερό.**

Β. ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ:

Ικανότητες	Ικανότητες-κλειδιά/Ιδιότητα της δημοκρατικής πολιτότητας
• *Θέτουν ακριβή και λογικά ερωτήματα σχετικά με μια παρατήρηση ή με μια εμπειρία, που να μπορούν να διερευνηθούν από τις Φυσικές Επιστήμες, διατυπώνουν τις αρχικές τους απόψεις.(β1)*	• **Κριτική σκέψη και αναστοχαστική διαχείριση της γνώσης**
• *Διατυπώνουν υποθέσεις, προβλέψεις, θεωρητικά μοντέλα και σχεδιάζουν πώς θα ελέγχουν την ισχύ τους (ή και την εφαρμογή τους) σε πρακτικό επίπεδο (π.χ. με πείραμα, με τη συστηματική παρατήρηση ενός φαινομένου, με την εξέταση της καθημερινής εμπειρίας).(γ3)*	• **Θεωρητική σκέψη και ικανότητα μετατροπής της θεωρίας σε πράξη**
• *Σχεδιάζουν μια απλή έρευνα ή ένα πείραμα.(δ3)* • *Αναλύουν και ερμηνεύουν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για τη συναγωγή συμπερασμάτων: επεξεργασία, εύρεση κανονικοτήτων, συσχετισμός μεταξύ των μεταβλητών, ερμηνεία των σχέσεων που προκύπτουν.(δ4)* • *Αναπαριστούν δεδομένα σε ζωγραφιές, χάρτες, πίνακες, διαγράμματα, γραφικές απεικονίσεις ή ερμηνεύουν ζωγραφιές, χάρτες, πίνακες, διαγράμματα, γραφικές απεικονίσεις.(δ5)* • *Μετακινούνται, παρατηρούν, συλλέγουν και καταγράφουν πληροφορίες. (α2)* • *Αξιοποιούν τις επιστημονικές γνώσεις για την αναγνώριση ενός παραδείγματος, την επινόηση μιας εφαρμογής, την κατασκευή ή την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας μιας συσκευής, μιας συνδεσμολογίας κτλ.(α7)* • *Αναγνωρίζουν τις γνώσεις που απαιτούνται για τη λύση του συγκεκριμένου προβλήματος.(στ3)*	• **Ικανότητες και δεξιότητες σχεδιασμού και ανάλυσης**
• *Συλλέγουν αποδείξεις για την επίλυση του προβλήματος (δεδομένα από συστηματική παρατήρηση, από πείραμα)(στ5)* • *Αναζητούν και διατυπώνουν εναλλακτικές λύσεις ή ερμηνείες για ένα δεδομένο πρόβλημα ή ζήτημα της καθημερινής ζωής. (στ6)*	• **Δημιουργικότητα**
• *Σχεδιάζουν και υλοποιούν ομαδικά (αλλά και ατομικά) απλές έρευνες ή πειράματα. (ε1)* • *Παρουσιάζουν ομαδικά (αλλά και ατομικά) τα αποτελέσματα της ερευνητικής τους εργασίας, χρησιμοποιώντας ένα ευρύ φάσμα μεθόδων συμπεριλαμβανομένου των κειμένων, των διαγραμμάτων, των σχεδίων και των πινάκων. (ε2)* • *Ανακοινώνουν συμπεράσματα σε συγκεκριμένο ακροατήριο ή παρακολουθούν και ελέγχουν την ανακοίνωση συμπερασμάτων.*(ε3) • *Καθορίζουν πτυχές καθημερινών ζητημάτων που έχουν σχέση με Φυσικές Επιστήμες. (π4)*	• **Ικανότητα λύσης προβλημάτων και, παράλληλα, ετοιμότητα αναζήτησης εναλλακτικών λύσεων και ικανότητα ανάπτυξης εναλλακτικών**

θεωριών

- **Προθυμία και ικανότητα για συλλογική εργασία και ανταλλαγή πληροφοριών.**

- **Ιδιότητα της δημοκρατικής πολιτότητας**

Γ. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Εισαγωγή-αφόρμηση με την παρουσίαση εικόνων με σκάφη που επιπλέουν και βυθίζονται, με τη βοήθεια του βιντεοπροβολέα. Σχόλια και συζήτηση για την εισαγωγή των όρων **προβλέπω, επιπλέει, βυθίζεται**.

2. Επέκταση της συζήτησης γύρω από την πιθανή πλεύση ή βύθιση διάφορων σωμάτων (μιας άγκυρας, μιας σημαδούρας και μιας σακούλας με άγνωστο περιεχόμενο) με βάση επαρκή και ανεπαρκή στοιχεία με σκοπό τη διάκριση της απλής εικασίας («μαντεύω» στην τύχη) από την πρόβλεψη («μαντεύω» με βάση τη λογική ή κάποια στοιχεία). Συσχέτιση της πρόβλεψης με την πρόγνωση της μετεωρολογικής υπηρεσίας.

3. Εισαγωγή του προβλήματος: **Ο Γιάννης και η Μαρία θέλουν να κατασκευάσουν ένα μικρό καραβάκι, για να παίξουν στο ρυάκι που σχηματίστηκε μετά τη βροχή. Ποια υλικά θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για τα διάφορά του μέρη;**

4. Συζήτηση στις ομάδες για τον τρόπο επιλογής των υλικών και τη διατύπωση του βασικού ερωτήματος της διερεύνησης: **«Ποια σώματα επιπλέουν και ποια βυθίζονται στο νερό;** Ανακοίνωση του βασικού ερωτήματος στην ολομέλεια της τάξης και παροχή γενικών κατευθυντήριων γραμμών και οδηγιών στις ομάδες, σχετικά με τον τρόπο εργασίας που θα οδηγήσει στην απάντησή του.

5. Ομαδική εργασία με τη βοήθεια του *ΦΥΛΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1* για το σχεδιασμό της διερεύνησης, την καταγραφή προβλέψεων, την εκτέλεση του πειράματος και την καταγραφή και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

6. Ανακοίνωση-παρουσίαση των αποτελεσμάτων από τις ομάδες με τη συμμετοχή όλων των μελών τους. Προβληματισμός για το λόγο που κάποια σώματα βυθίζονται και κάποια επιπλέουν στο νερό. Συζήτηση με σκοπό να κατανοηθεί η απλή εξήγηση ότι **υλικά που είναι βαριά για το μέγεθός τους βυθίζονται,** ενώ υλικά που είναι **ελαφρά για το μέγεθος τους επιπλέουν στο νερό**. Ερμηνεία συγκεκριμένων αποτελεσμάτων του πειράματος, αλλά και άλλων παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή (πλοία, άγκυρα κτλ.).

7. Ομαδική εργασία για την επίλυση των πρακτικών Προβλημάτων 1 και 2, τα οποία οδηγούν στη διατύπωση και την προσπάθεια για την απάντηση των πιο κάτω ερωτημάτων με τη βοήθεια των οδηγιών του *ΦΥΛΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2* :

   (α) Πώς μπορείτε να κάνετε την πατάτα να επιπλέει;

   (β) Πώς μπορείτε να κάνετε το φελλό να βυθιστεί;

8. Παρουσιάσεις-επιδείξεις των λύσεων που προτείνουν οι ομάδες και τα μέλη τους στη διαφανή λεκάνη για την τάξη, καθώς και άλλων σχετικών εφαρμογών (σωσίβιο, βατραχάνθρωπος κτλ).

9. Επαναφορά- ολοκλήρωση με την κατασκευή ενός αυτοσχέδιου μικρού καραβιού με τη χρήση των διαθέσιμων σωμάτων και την αιτιολόγηση των συγκεκριμένων επιλογών.

10. Επίδειξη της λειτουργίας του «δύτη του Καρτέσιου» και διανομή των υλικών για την κατασκευή του στην τάξη ή και στο σπίτι με τη βοήθεια του *ΦΥΛΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3*.

Γ. ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

1. Για την τάξη:

(α) Διαφανής λεκάνη με νερό για τις επιδείξεις.

(β) Η συλλογή των υλικών που διαθέτουν οι ομάδες.

(γ) Πλαστικά σωσίβια.

(δ) Καρτέλες με του βασικούς όρους και το ερώτημα της διερεύνησης.

2. Για τις ομάδες:

(α) Συλλογή υλικών σε κουτί με τα πιο κάτω: φελλός, πλαστελίνη, φελιζόλ, καρφίτσες, οδοντογλυφίδες, βόλος, ξύλινος κύβος, φύλλο, πατάτα, μπαλόνι.

(β) Λεκάνη με νερό.

3. Ψηφιακό υλικό:

Παρουσίαση σε μορφή Power Point που περιλαμβάνει εικόνες με βάρκες που επιπλέουν και βυθίζονται, πλοία, δύτες και άλλα αντικείμενα.

Πίνακας 3: Δείγμα σχεδίου μαθήματος που παρακολουθούν εκπαιδευτικοί στις περιφερειακές επιμορφώσεις

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ

Διάφοροι παράγοντες λειτουργούν ανασταλτικά στην προώθηση του Νέου Προγράμματος Σπουδών των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία. Η αναφορά αυτή θα επικεντρωθεί στους τέσσερις πιο κάτω:

Η ΟΙΚΟΜΟΜΙΚΗ ΚΡΙΣΗ

Τα μέτρα λιτότητας και οικονομικής περισυλλογής περιόρισαν δραστικά τις αποσπάσεις εκπαιδευτικών λειτουργών στις υπηρεσίες των μηχανισμών στήριξης και υποστήριξης των νέων Προγραμμάτων Σπουδών (σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα). Ο χρόνος απόσπασης των Υποστηρικτών-Συμβούλων (1-2 μέρες) δεν επαρκεί για την ανάπτυξη διδακτικού υλικού και ταυτόχρονα για τη στήριξη τω εκπαιδευτικών στην εφαρμογή του Νέου Προγράμματος Σπουδών.

Η ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Στο εκπαιδευτικό σύστημα της Κύπρου υπήρχε για δεκαετίες η θέση του Επιθεωρητή Φυσικών Επιστημών για τη Δημοτική Εκπαίδευση. Θεσμικά, ο Επιθεωρητής Φυσικών Επιστημών ήταν ο λειτουργός που διέθετε το χρόνο, την τεχνογνωσία και τη δικαιοδοσία να προωθήσει το εκάστοτε Πρόγραμμα Σπουδών του γνωστικού αντικειμένου. Σε μία απρόσμενη εξέλιξη, σε περίοδο Εκπαιδευτικής Μεταρρύθμισης και για λόγους που δεν οφείλονται σε οικονομικές περικοπές, με τη μεθοδολογία και τη φιλοσοφία του συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου και του αντίστοιχου Προγράμματος Σπουδών «υπό έμφαση», το Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού κατάργησε τη θέση του Επιθεωρητή Φυσικών Επιστημών, όταν ο λειτουργός που την κατείχε αποχώρησε, γιατί διορίστηκε σε ανεξάρτητη διοικητική υπηρεσία. Η εξέλιξη αυτή άφησε εντυπώσεις και μηνύματα υποβάθμισης των Φυσικών Επιστημών ανάμεσα στον εκπαιδευτικό κόσμο και ένα δυσαναπλήρωτο κενό στην εποπτεία του γνωστικού αντικειμένου και στην προώθηση του Νέου Προγράμματος Σπουδών στα σχολεία.

Η ΜΕΤΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΑΞΕΙΣ Α΄-Δ΄.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σύμφωνα με τα Νέα Ωρολόγια Προγράμματα, οι τάξεις Α’-Δ’ διδάσκονται το Γνωστικό Αντικείμενο «Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία» και οι τάξεις Ε΄-Στ΄ τις «Φυσικές Επιστήμες». Παρά τις σαφείς κατευθυντήριες γραμμές του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού για το περιεχόμενο και τη μεθοδολογία του, η ονομασία του γνωστικού αντικειμένου «Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία» και η προαναγγελία και ο χαρακτηρισμός του ως «νέου» προκάλεσαν σύγχυση ανάμεσα σε πολλούς εκπαιδευτικούς, οι οποίοι το εξέλαβαν απλά ως συνδυασμό ή συνονθύλευμα δραστηριοτήτων από τις «Φυσικές Επιστήμες» και το «Σχεδιασμό και Τεχνολογία» στο ίδιο μάθημα (δηλ. κάτι σαν μίγμα ή κράμα τους) ή ακόμα και εναλλακτική ή διαδοχική διδασκαλία τους. Η σύγχυση αυτή ξεσήκωσε και αρκετές αντιδράσεις από λειτουργούς της Ομάδας Υποστήριξης για το «Σχεδιασμό και Τεχνολογία», που επικαλέστηκε «ασάφεια οδηγιών», για να αμφισβητήσει το περιεχόμενο του γνωστικού αντικειμένου, όπως καθορίστηκε από την αρμόδια αρχή.

Η ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΑΠΌ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Κατά γενική ομολογία, το προηγούμενο Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών, όπως οριζόταν από τη σειρά των βιβλίων «Πρώτα Βήματα στην Επιστήμη» ήταν αποδεκτό στη βάση των δασκάλων και αρκετά συμβατό με τις σύγχρονες διεθνείς τάσεις της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Εξάλλου, η εισαγωγή και η εφαρμογή του στις αρχές της δεκαετίας του ’90 αποτέλεσε σταθμό για την αναβάθμιση της διδασκαλίας και μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες στα εκπαιδευτικά δρώμενα της Κύπρου. Αυτό που επιχειρήθηκε με την ανάπτυξη του Νέου Προγράμματος Σπουδών ήταν βελτιωτικές επεμβάσεις στο περιεχόμενο και τη μεθοδολογία, ώστε να συνάδει με τις βασικές αρχές που έθεσε η Επιτροπή Διαμόρφωσης Αναλυτικών Προγραμμάτων για όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Συγκεκριμένα, οι διαφοροποιήσεις αυτές εστιάζονται στα πιο κάτω:

- Εκσυγχρονισμός των ενοτήτων
- Αξιοποίηση του κόσμου της καθημερινής ζωής ως εργαλείου και αντικειμένου σπουδής των Φυσικών Επιστημών
- Προσανατολισμός των επιστημονικών δεξιοτήτων και στάσεων στις ικανότητες-κλειδιά και στη δημοκρατική πολιτότητα
- Έμφαση στην επίλυση προβλημάτων

- Ορθολογιστική και στοχευμένη χρήση των ΤΠΕ
- Μετατόπιση της έμφασης των τεχνικών και αντικειμένων αξιολόγησης από τις γνώσεις στις ικανότητες

Οι πιο πάνω διαφοροποιήσεις δημιουργούν μια νέα προοπτική της διδασκαλίας και μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, που πρέπει απαραίτητα να εμπεδωθεί ανάμεσα στον εκπαιδευτικό κόσμο. Στην αντίθετη περίπτωση, η ελλιπής κατανόηση και υιοθέτηση της ιδεολογίας και των αρχών της αλλαγής, πιθανόν να δημιουργήσουν αρκετές αδυναμίες, που λειτουργούν ως αντιστάσεις και τροχοπέδη στην προώθησή της, όπως συμβαίνει σε κάθε καινοτομία (Fullan, 2011).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού (2010). *Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών Δημοτικών Σχολείων και Γυμνασίων για τα Νέα Αναλυτικά Προγράμματα 2010-2011*. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Λευκωσία.
2. Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού (2010) *Νέα Ωρολόγια Προγράμματα Δημοτικής Εκπαίδευσης (Ενημερωτική παρουσίαση από τη Διεύθυνση τη Δημοτικής Εκπαίδευσης).*
3. Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού (2012). *Γενικές Οδηγίες για τη Διδασκαλία των Γνωστικών Αντικειμένων «Φυσικές Επιστήμες και Τεχνολογία» στις τάξεις Α' – Δ' και «Φυσικές Επιστήμες» στις Τάξεις Ε' – Στ'* (Εγκύκλιος της Διεύθυνσης Δημοτικής Εκπαίδευσης).
4. Fullan, M. (2011). *Choosing The Wrong Drivers For Whole System Reform.* Melbourne, Australia: The Centre for Strategic Education.

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στην κατεύθυνση της καλλιέργειας Γνώσεων και Ικανοτήτων για τη ζωή: Διδακτικές παρεμβάσεις στην ενότητα της "Θερμότητας" στην Ε' τάξη

Χρήστος Πράμας[1], Ελένη Γιανογλούδη[2], Γιώργος Δασκάλου[3], Ελένη Καϊσέρογλου[4], Αγγελική Κρουστάλη[5], Ανδρέας Λατίνης[6], Ανέστης Μόρφης[7], Ευάγγελος Μπάγκος[8], Χρυσούλα Σαμαρτζά[9], Στέργιος Σταμπουλής[10], Παναγιώτης Τσαούσης[11], Σοφία Τσεσμετζή[12], Σοφία Τσιαούση[13], Δημήτρης Χαβαλές[14], Μανώλης Χατζόγλου[15]

[1]Σχολικός Σύμβουλος 2ης Εκπαιδευτικής Περιφέρειας Σερρών
cpramas@gmail.com
[2]Δασκάλα, Πρότυπο Πειραματικό Δημ. Σχολείο Σερρών
[3]Δάσκαλος, 15ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[4]Δασκάλα, Δημ. Σχολείο Καλών Δένδρων Σερρών
[5]Δασκάλα, 13Ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[6]Δάσκαλος, 13ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[7]Δάσκαλος, 12ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[8]Δάσκαλος, 21ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[9]Δασκάλα, 18ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[10]Δάσκαλος, Δημ. Σχολείο Ν. Σκοπού Σερρών
[11]Δάσκαλος, 18ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[12]Δασκάλα, 15ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[13]Δασκάλα, 11ο Δημ. Σχολείο Σερρών
[14]Δάσκαλος, Δημ. Σχολείο Νεοχωρίου Σερρών
[15]Δάσκαλος, Δημ. Σχολείο Λευκώνα Σερρών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα σχολεία της 2ης εκπαιδευτικής περιφέρειας Σερρών οργανώσαμε διδακτικές παρεμβάσεις στην ευρύτερη θεματική ενότητα της "Θερμότητας" στο μάθημα "Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' τάξης. Οι διδασκαλίες αυτές κινούνται στο πνεύμα του Προγράμματος Σπουδών που αναπτύξαμε σε προηγούμενες εργασίες μας, το οποίο στοχεύει στην απόκτηση γνώσεων και στην καλλιέργεια ικανοτήτων (ικανότητες - κλειδιά) για την καθημερινή ζωή: επικοινωνία, συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών (δεδομένων), συνεργασία και συλλογικότητα, επίλυση προβλημάτων, κριτική σκέψη και αναστοχασμός, δημιουργικότητα και καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη. Παρουσιάζουμε ένα σχέδιο διδασκαλίας από τις δειγματικές διδασκαλίες, που πραγματοποιήσαμε στο κεφάλαιο του "Βρασμού", το οποίο αναπτύσσεται στις εξής φάσεις: 1) Έναρξη και σχεδιασμός της έρευνας, 2) Εκτέλεση της έρευνας και καταγραφή των αποτελεσμάτων, 3) Ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων – Εξαγωγή συμπερασμάτων, 4) Επικοινωνία (ανακοίνωση των αποτελεσμάτων και 5) Επέκταση της διδασκαλίας (αλλαγή μεταβλητών του αρχικού πειράματος).

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Πρόγραμμα Σπουδών, Ικανότητες- κλειδιά, Καθημερινή ζωή*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε προηγούμενες εργασίες μας αναλύσαμε σημερινά προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) της υποχρεωτικής εκπαίδευσης από διαφορετικές χώρες (Φινλανδία, Αγγλία, Γαλλία, Γερμανία, Καναδάς, Αυστραλία κ.ά.), τα οποία δείχνουν ότι εστιάζονται στην καλλιέργεια γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή (Πράμας Χ. και Κουμαράς Π. 2008, Πράμας Χ., Σταμπουλή Μ. και Κουμαράς Π. 2010). Σε συμφωνία με τα

παραπάνω προγράμματα προτείναμε ένα πρόγραμμα σπουδών Φ.Ε. για την υποχρεωτική εκπαίδευση (Κουμαράς Π, Πράμας Χ, Σταμπουλή Μ, Κεραμιδάς Κ, 2010) το οποίο, κινείται:

1) στην κατεύθυνση της απόκτησης γνώσεων και ανάπτυξη στάσεων και συμπεριφορών, που συμβάλλουν στην καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη,

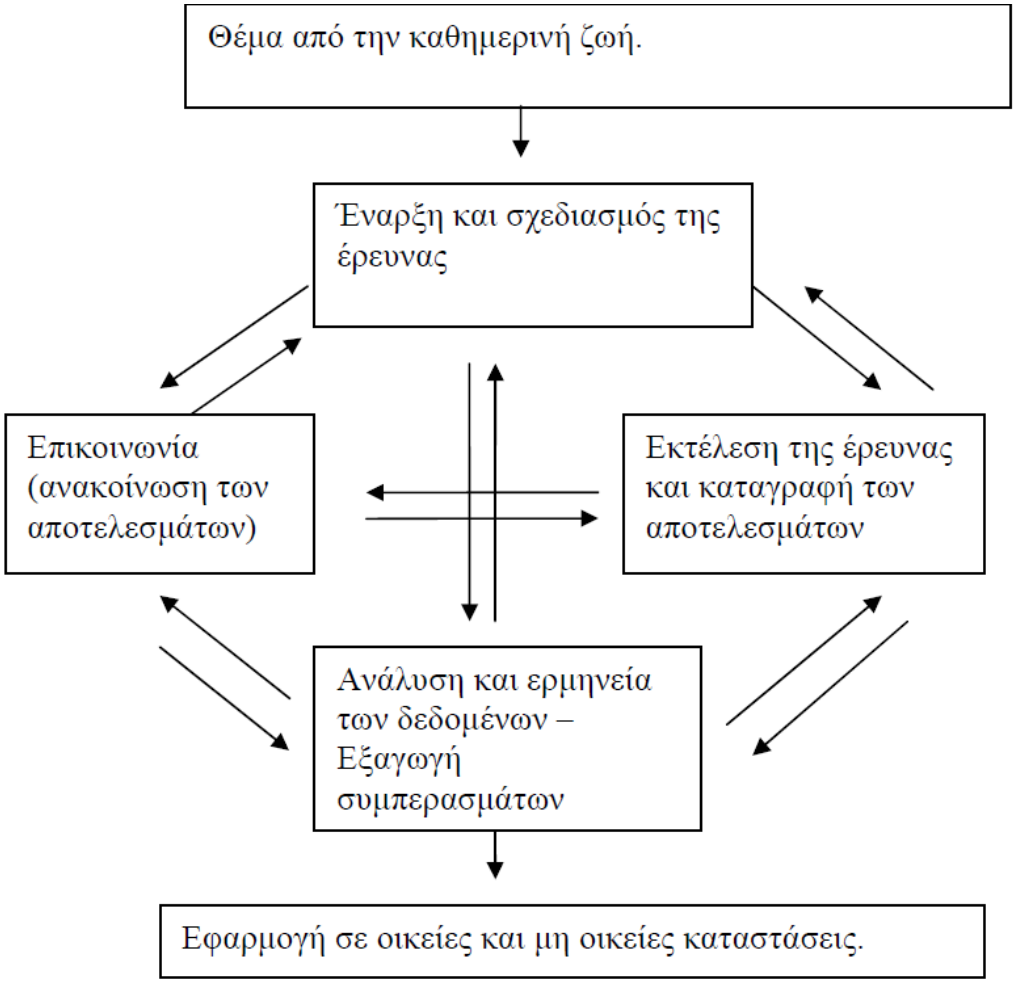
2) στην καλλιέργεια ικανοτήτων, που απαιτούνται στην κοινωνία του 21ου αιώνα ("ικανότητες - κλειδιά").

Ορίσαμε ως "Ικανότητες - κλειδιά", οι οποίες καλλιεργούνται μέσα από τη διδασκαλία των Φ.Ε., τις:

α. Επικοινωνία
β. Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών (δεδομένων)
γ. Συνεργασία και Συλλογικότητα
δ. Επίλυση προβλημάτων
ε. Κριτική σκέψη και αναστοχασμός
στ. Δημιουργικότητα
π. Καλλιέργεια της ιδιότητας του πολίτη

Στη συνέχεια, με στόχο τη συγκεκριμενοποίηση των προτάσεών μας, προτείναμε ένα διερευνητικό μοντέλο διδασκαλίας προσαρμοσμένο στην καλλιέργεια των "ικανοτήτων κλειδιών", το οποίο είναι προϊόν επεξεργασίας προτεινόμενου μοντέλου διδασκαλίας από το πρόγραμμα σπουδών του Ontario (The Ontario Curriculum Grades 9 and 10, 2008 http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science910_2008.pdf)

προσαρμοσμένο στην καλλιέργεια των ικανοτήτων κλειδιών (Κουμαράς Π, Πράμας Χ, Χαραλάμπους Μ, 2010). Το εν λόγω μοντέλο διδασκαλίας περιλαμβάνει τις φάσεις όπως παρουσιάζονται στο σχήμα 1.Τα διπλά βέλη δείχνουν ότι δεν υπάρχει γραμμική εξέλιξη δηλ. δεν αρχίζει η διδακτική διαδικασία σταθερά από κάπου και συνεχίζει με ένα σταθερό τρόπο. Βεβαίως π.χ. και από τη φάση της ανάλυσης μπορεί η ομάδα να επιστρέψει στην φάση της εκτέλεσης και καταγραφής των αποτελεσμάτων αν διαπιστωθεί ότι λείπουν δεδομένα που απαιτούνται.



Σχήμα 1. Μοντέλο για τη η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην υποχρεωτική εκπαίδευση

Παρακάτω θα εξειδικεύσουμε το παραπάνω μοντέλο με την ανάπτυξη διδασκαλίας στο φαινόμενο του «Βρασμού», που αποτελεί επιμέρους κεφάλαιο της ευρύτερης θεματικής ενότητας "Θερμότητα" του γνωστικού αντικειμένου "Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' τάξης (Αποστολάκης Ε. κ.ά. 2006).

ΟΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Στα σχολεία της 2ης Εκπαιδευτικής Περιφέρεια Σερρών (11 στον αριθμό), το δίμηνο Δεκέμβριος 2012 - Ιανουάριος 2013 και στην Ε' τάξη, οργανώθηκαν διδακτικές παρεμβάσεις στο μάθημα "Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω" του ισχύοντος προγράμματος σπουδών (ΔΕΠΠΣ - ΑΠΣ Φ.Ε.) και συγκεκριμένα στην ευρύτερη θεματική ενότητα της "Θερμότητας". Οι εν λόγω διδασκαλίες κινήθηκαν στην κατεύθυνση της καλλιέργειας γνώσεων και ικανοτήτων του δικού μας Προγράμματος Σπουδών, που αναφέρουμε παραπάνω. Η συγκεκριμένη θεματική ενότητα επιλέχτηκε, διότι σχεδόν ταυτίζεται με το περιεχόμενο, που προτείνουμε στο Πρόγραμμα μας, αλλά και επειδή η εν λόγω θεματική ενότητα διδάσκεται το συγκεκριμένο δίμηνο που επιλέξαμε να γίνουν οι διδακτικές παρεμβάσεις.

Πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις έγινε ενημέρωση των εκπαιδευτικών της Ε' τάξης, από τον Καθηγητή Παναγιώτη Κουμαρά, υπεύθυνο της συγγραφής του νέου ΑΠΣ Φυσικών Επιστημών της Κύπρου[8] για το Δημοτικό Σχολείο και τον Σχολικό Σύμβουλο Χρήστο Πράμα, μέλος της συγγραφικής ομάδας του ίδιου ΑΠΣ. Η ενημέρωση αφορούσε τόσο τη Φιλοσοφία, τους Σκοπούς και τη Μεθόδευση της διδασκαλίας των Φ.Ε. στο πλαίσιο της καλλιέργειας γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή, όσο τους σκοπούς και το περιεχόμενο των συγκεκριμένων διδακτικών παρεμβάσεων. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια του διμήνου, οι εκπαιδευτικοί υποστηρίχθηκαν με την οργάνωση και πραγματοποίηση δειγματικών διδασκαλιών από τον Σχολικό Σύμβουλο.

Μετά το τέλος των διδακτικών παρεμβάσεων θα οργανωθούν συναντήσεις με τους εκπαιδευτικούς που θα τις υλοποιήσουν, προκειμένου να συζητηθούν οι δυσκολίες (αλλά και τα θετικά στοιχεία) που αναδεικνύονται στην πράξη, από την υλοποίηση ενός Προγράμματος Σπουδών, που κινείται στην κατεύθυνση "γνώσεις και ικανότητες για τη ζωή". Τα μηνύματα που εισπράξαμε από τις δειγματικές διδασκαλίες είναι πολύ ενθαρρυντικά, δεδομένου ότι οι εκπαιδευτικοί εκφράστηκαν θετικά και έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για να αξιοποιήσουν το μοντέλο που προτείνουμε. Ωστόσο, τέθηκε εμφατικά το ζήτημα του διδακτικού χρόνου (απαιτείται τουλάχιστον ένα διδακτικό δίωρο), δεδομένου ότι για την ανάπτυξη των ικανοτήτων όλων των μαθητών και μαθητριών, χρειάζεται να δώσουμε τον απαραίτητο χρόνο και στον τελευταίο μαθητή για να δραστηριοποιηθούν όλοι και να εκφραστούν δημιουργικά μέσα στην τάξη. Αυτό που μας χαροποίησε ιδιαίτερα, ύστερα από επισημάνσεις των εκπαιδευτικών της τάξης, ήταν το ενδιαφέρον και η συμμετοχή των παιδιών με γενικότερη χαμηλή επίδοση, όπως επίσης και των αλλοδαπών και παλιννοστούντων μαθητών.

Ο Σκοπός των διδακτικών παρεμβάσεων

Ο Σκοπός των διδακτικών παρεμβάσεων είναι ο εμπλουτισμός ή / και επέκταση της διδασκαλίας, που προτείνεται να διδαχθεί από το σχολικό εγχειρίδιο "Ερευνώ και Ανακαλύπτω" της Ε' τάξης, με επιπλέον δραστηριότητες του αντίστοιχου ΑΠΣ, που προτείνουμε, στην κατεύθυνση της καλλιέργειας των ικανοτήτων - κλειδιών.

Έννοιες

Οι αλλαγές του νερού: Στερεοποίηση – Υγροποίηση - Εξάτμιση - Συμπύκνωση. Διαστολή - Συστολή

Δραστηριότητες

Οι μαθητές:

Συνεργάζονται με τους συμμαθητές τους, προκειμένου να σχεδιάζουν και να αναπτύσσουν πειραματικά τους διαδοχικούς μετασχηματισμούς της κατάστασης μιας συγκεκριμένης ποσότητας νερού (από παγάκι σε ατμό).

Διατυπώνουν προβλέψεις για τη θερμοκρασία, στην οποία το νερό (στην υγρή του μορφή) μετατρέπεται σε πάγο και για το αν η μάζα του μετά τη στερεοποίηση μειώνεται, αυξάνεται ή παραμένει σταθερή. Σχεδιάζουν και εκτελούν ένα πείραμα, για να τις επικυρώσουν ή να τις απορρίψουν. Επιχειρηματολογούν για την πιθανότητα χιονόπτωσης σε περιοχές που επικρατούν συγκεκριμένες συνθήκες.

Διατυπώνουν προβλέψεις για τη θερμοκρασία βρασμού του νερού.

Σχεδιάζουν και εκτελούν πείραμα με την καθοδήγηση του δασκάλου, για να τις επικυρώσουν ή να τις απορρίψουν. Συμπεραίνουν ότι σε κανονικές συνθήκες το νερό βράζει περίπου στους εκατόν βαθμούς Κελσίου (100°C) και η τιμή αυτής της θερμοκρασίας δεν επηρεάζεται ούτε από τη διάρκεια της θέρμανσης ούτε από την ισχύ της θερμαντικής πηγής, ούτε από την ποσότητα του νερού.

---

[8] Το νέο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της Κύπρου κινείται στην ίδια κατεύθυνση με το Πρόγραμμα Σπουδών που προτείνουμε για την καλλιέργεια γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή.

Από παρατηρήσεις σχετικών φαινομένων τεκμηριώνουν την άποψη ότι, κατά τη διάρκεια της εξάτμισης του (ή της συμπύκνωσης) το νερό δεν εξαφανίζεται (ή δεν εμφανίζεται) ως δια μαγείας», αλλά βρίσκεται μέσα στον αέρα. Διατυπώνουν υποθέσεις για τους παράγοντες που συμβάλλουν στην ταχύτητα της εξάτμισης ενός υγρού, προτείνουν και οργανώνουν κατάλληλα πειράματα. Συνάγουν συμπεράσματα, τα οποία επιβεβαιώνουν ή ακυρώνουν τις υποθέσεις τους.

Ικανότητες - κλειδιά και οι επιμέρους συνιστώσες τους, που καλλιεργούνται

α. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

1. Ακούνε προσεκτικά τους άλλους και αποδέχονται τις απόψεις τους όταν είναι τεκμηριωμένες.

2. Ανακοινώνουν συμπεράσματα με τρόπο κατανοητό και σαφή για το δεδομένο ακροατήριο.

3. Παρακολουθούν και ελέγχουν την ανακοίνωση συμπερασμάτων.

β. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)

1. Αποφασίζουν ποιο είδος στοιχείων να συλλέξουν και τι εξοπλισμό και υλικά θα χρησιμοποιήσουν για να κάνουν, με ασφάλεια, συστηματικές παρατηρήσεις, μετρήσεις, συγκρίσεις.

2. Μετακινούνται, παρατηρούν, συλλέγουν και καταγράφουν πληροφορίες

3. Συλλέγουν αποδείξεις για την επίλυση του προβλήματος (δεδομένα από συστηματική παρατήρηση, από πείραμα)

4. Εξετάζουν τις πηγές πληροφοριών που χρησιμοποιούν (επάρκεια, αξιοπιστία, σχετικότητα)

5. Αναλύουν και ερμηνεύουν τα δεδομένα που έχουν συλλέξει για τη συναγωγή συμπερασμάτων: επεξεργασία, εύρεση κανονικοτήτων, συσχετισμός μεταξύ των μεταβλητών, ερμηνεία των σχέσεων που προκύπτουν, έλεγχος της σχέσης των δεδομένων με τις υποθέσεις/ προβλέψεις τους

6. Επανασχεδιάζουν ένα πείραμα με τροποποίηση ενός μόνο παράγοντα, κάθε φορά, σε σχέση με το αρχικό πείραμα

γ. ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΚΟΤΗΤΑ

1. Σχεδιάζουν ομαδικά (αλλά και ατομικά) απλές έρευνες ή πειράματα

2. Διαπραγματεύονται δημιουργικά τις διαφωνίες στη διαδικασία λήψης των συνεργατικών αποφάσεων

3. Κατανοούν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι άλλοι στη διατύπωση ερωτημάτων ή εξηγήσεων, στη συλλογή αποδείξεων και στη συναγωγή συμπερασμάτων, εκδηλώνουν προθυμία για συνεισφορά και αλληλοβοήθεια

δ. ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

1. Αναγνωρίζουν προβλήματα και ζητήματα που μπορεί (ή δεν μπορεί) να λύσει η επιστήμη

2. Αναγνωρίζουν τα δεδομένα που απαιτούνται για τη συναγωγή συμπερασμάτων και την πρόταση λύσεων σε ερωτήματα σχετιζόμενα με τις Φυσικές Επιστήμες

3. Συνάγουν συμπεράσματα από τα δεδομένα που συλλέγουν

4. Εξετάζουν τη συμβατότητα των συμπερασμάτων τους με τα στοιχεία και τα δεδομένα από τα οποία συνάγονται

ε. ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΚΑΙ ΑΝΑΣΤΟΧΑΣΜΟΣ

1. Θέτουν ακριβή και λογικά ερωτήματα σχετικά με μια παρατήρηση ή με μια εμπειρία, που να μπορούν να διερευνηθούν από τις Φυσικές Επιστήμες, διατυπώνουν τις αρχικές τους απόψεις

2. Αξιολογούν πληροφορίες και δεδομένα, κάνουν συγκρίσεις (αντικειμένων φαινομένων κ.τ.λ.) ταξινομούν, αντιστοιχούν

3. Κάνουν ανασκόπηση της εργασίας τους και καταγράφουν τη σημασία των περιορισμών ή των λαθών της προσπάθειάς τους

4. Συγκρίνουν τα συμπεράσματά τους με τις αρχικές τους απόψεις. Αιτιολογούν την αλλαγή της αρχικής τους άποψης

5. Ελέγχουν τις μεταβλητές που (υποθέτουν ότι) παίζουν ρόλο σε μια πειραματική διαδικασία

στ. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ

1. Ακολουθούν με συνέπεια τις οδηγίες που τους δίνονται για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας

2. Χρησιμοποιούν με ακρίβεια και ασφάλεια τα κατάλληλα εργαλεία και όργανα για παρατηρήσεις και μετρήσεις

π. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΙΔΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ

1. Καθορίζουν πτυχές καθημερινών ζητημάτων που έχουν σχέση με Φυσικές Επιστήμες

2. Διακρίνουν αν τα συμπεράσματα ή οι ισχυρισμοί ενός τρίτου στηρίζονται σε δεδομένα και προκύπτουν από σωστό χειρισμό μεταβλητών ή απλά αποτελούν προσωπική του άποψη

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε ένα σχέδιο διδασκαλίας από τις δειγματικές διδασκαλίες, που πραγματοποιήσαμε στο κεφάλαιο του "Βρασμού", με βάση το διερευνητικό μοντέλο που παρουσιάσαμε παραπάνω (βλ. σχήμα 1).

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Θέμα: "Βρασμός", Τάξη Ε', Διάρκεια: 2 διδακτικές ώρες

Διδακτικοί Στόχοι:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι συγκεκριμένη.

2. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι, όση ώρα διαρκεί ο βρασμός του νερού, η θερμοκρασία του νερού παραμένει σταθερή.

Έναρξη και σχεδιασμός της έρευνας

Ενέργειες	**Συνιστώσες των «ικανοτήτων – κλειδιών» που καλλιεργούνται.**
1. **Προσδιορισμός του ερευνητικού ερωτήματος στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής.** Συζητάμε με τα παιδιά για το πόσο τους αρέσουν τα μακαρόνια. Αναφέρουν εμπειρίες και ερωτήματα για τον τρόπο που τα μαγειρεύει η μητέρα τους. Καθορίζουν τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν και μπορούν να διερευνηθούν από τις Φ.Ε.:	δ1 Αναγνωρίζουν προβλήματα και ζητήματα που μπορεί (ή δεν μπορεί) να λύσει η επιστήμη π1 Καθορίζουν πτυχές καθημερινών ζητημάτων που έχουν σχέση με Φυσικές Επιστήμες. ε1. Θέτουν ακριβή και λογικά ερωτήματα σχετικά με μια παρατήρηση ή με μια εμπειρία, που να μπορούν να διερευνηθούν από τις Φυσικές Επιστήμες, διατυπώνουν τις αρχικές τους απόψεις

- Σε ποια θερμοκρασία βράζει το νερό για να ρίξουμε μέσα τα μακαρόνια; - Όση ώρα βράζει το νερό η θερμοκρασία αλλάζει; …… **2. Κάνουν υποθέσεις και προβλέψεις πάνω στα ερευνητικά ερωτήματα.** **Επιλέγουν όργανα και υλικά.** **Προγραμματίζουν τις ενέργειες** **που πρέπει να γίνουν για να** **συλλεγούν τα απαιτούμενα** **στοιχεία, με ασφάλεια για τον** **εαυτό τους και το περιβάλλον.** Τα παιδιά κάνουν υποθέσεις για τη θερμοκρασία βρασμού του νερού και για τη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο, όση ώρα διαρκεί ο βρασμός. Προτείνουν όργανα και υλικά (διάφανο πυρίμαχο σκεύος ή μπρίκι, θερμόμετρο βρασμού, γκαζάκι) που θα χρειαστούμε για πείραμα επίδειξης από τον δάσκαλο ή την δασκάλα. Συζητούν στις ομάδες τους τον τρόπο διεξαγωγής του πειράματος και τον ασφαλή τρόπο διαπίστωσης της θερμοκρασίας βρασμού (πλησιάζουν προσεκτικά το θερμόμετρο κατά ομάδες και καταγράφουν τη θερμοκρασία)	…….. γ1. Σχεδιάζουν ομαδικά (αλλά και ατομικά) απλές έρευνες ή πειράματα β1. Αποφασίζουν ποιο είδος στοιχείων να συλλέξουν και τι εξοπλισμό και υλικά θα χρησιμοποιήσουν για να κάνουν, με ασφάλεια, συστηματικές παρατηρήσεις, μετρήσεις, συγκρίσεις. δ2. Αναγνωρίζουν τα δεδομένα που απαιτούνται για τη συναγωγή συμπερασμάτων και την πρόταση λύσεων σε ερωτήματα σχετιζόμενα με τις Φυσικές Επιστήμες α1. Ακούνε προσεκτικά τους άλλους και αποδέχονται τις απόψεις τους όταν είναι τεκμηριωμένες. γ2. Διαπραγματεύονται δημιουργικά τις διαφωνίες στη διαδικασία λήψης των συνεργατικών αποφάσεων

Εκτέλεση της έρευνας και καταγραφή των αποτελεσμάτων

Ενέργειες	**Συνιστώσες των «ικανοτήτων – κλειδιών» που καλλιεργούνται.**
1. Εκτέλεση της έρευνας Δεδομένου ότι είναι εξαιρετικά επικίνδυνο να επιτρέψουμε στα ίδια τα παιδιά να βράσουν νερό, το πείραμα γίνεται ως πείραμα επίδειξης από τον ίδιο το δάσκαλο. ……	

2. Παρατήρηση - Καταγραφή Τα παιδιά πλησιάζουν με προσοχή το δοχείο με το θερμόμετρο (κατά ομάδες), παρατηρούν και καταγράφουν τη θερμοκρασία βρασμού του νερού. Επιπλέον παρατηρούν και καταγράφουν τη θερμοκρασία όση ώρα βράζει το νερό.	……. στ1. Ακολουθούν με συνέπεια τις οδηγίες που τους δίνονται για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας στ2. Χρησιμοποιούν με ακρίβεια και ασφάλεια τα κατάλληλα εργαλεία και όργανα για παρατηρήσεις και μετρήσεις β2. Μετακινούνται, παρατηρούν, συλλέγουν και καταγράφουν πληροφορίες β3. Συλλέγουν αποδείξεις για την επίλυση του προβλήματος (δεδομένα από συστηματική παρατήρηση, από πείραμα)

Ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων – Εξαγωγή και αξιολόγηση συμπερασμάτων

Ενέργειες	**Συνιστώσες των «ικανοτήτων – κλειδιών» που καλλιεργούνται.**
1. Ανάλυση των δεδομένων. Έλεγχος της επάρκειάς τους. Τα παιδιά συζητούν τις παρατηρήσεις στις ομάδες τους και ελέγχουν την επάρκεια των δεδομένων που συνέλλεξαν (Τι παρατηρήσαμε; Αρκούν τα δεδομένα που καταγράψαμε για να απαντήσουμε στην ερώτηση που διερευνούμε;) ……. **2. Εξαγωγή συμπερασμάτων** Τα παιδιά συζητούν στις ομάδες τους και συνάγουν συμπεράσματα για τη θερμοκρασία βρασμού του νερού (το νερό βράζει περίπου στους 100° C. Όση ώρα βράζει το νερό η θερμοκρασία παραμένει σταθερή) και τα καταγράφουν στο Φύλλο Εργασίας.	ε2. Αξιολογούν πληροφορίες και δεδομένα, κάνουν συγκρίσεις (αντικειμένων φαινομένων κ.τ.λ.) ταξινομούν, αντιστοιχούν β4 Εξετάζουν τις πηγές πληροφοριών που χρησιμοποιούν (επάρκεια, αξιοπιστία, σχετικότητα) β5. Αναλύουν και ερμηνεύουν τα δεδομένα που έχουν συλλέξει για τη συναγωγή συμπερασμάτων: επεξεργασία, εύρεση κανονικοτήτων, συσχετισμός μεταξύ των μεταβλητών, ερμηνεία των σχέσεων που προκύπτουν, έλεγχος της σχέσης των δεδομένων με τις υποθέσεις/ προβλέψεις τους. …… δ3. Συνάγουν συμπεράσματα από τα δεδομένα που συλλέγουν δ4. Εξετάζουν τη συμβατότητα των συμπερασμάτων τους με τα στοιχεία και τα δεδομένα από τα οποία συνάγονται γ3. Κατανοούν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι άλλοι στη διατύπωση ερωτημάτων ή εξηγήσεων, στη συλλογή αποδείξεων και στη συναγωγή συμπερασμάτων, εκδηλώνουν προθυμία για συνεισφορά και αλληλοβοήθεια

…… **3. Μεταγνωστικός έλεγχος** Συγκρίνουν τα συμπεράσματά τους με τις υποθέσεις τους. Αναστοχάζονται τις ενέργειες που έκαναν, προκειμένου να οδηγηθούν στην αποδοχή ή απόρριψη των υποθέσεών τους.	…….. ε3. Κάνουν ανασκόπηση της εργασίας τους και καταγράφουν τη σημασία των περιορισμών ή των λαθών της προσπάθειάς τους ε4. Συγκρίνουν τα συμπεράσματά τους με τις αρχικές τους απόψεις. Αιτιολογούν την αλλαγή της αρχικής τους άποψης

Επικοινωνία (ανακοίνωση των αποτελεσμάτων τους – παρακολούθηση της ανακοίνωσης αποτελεσμάτων των άλλων

Ενέργειες	**Συνιστώσες των «ικανοτήτων – κλειδιών» που καλλιεργούνται.**
1. Επικοινωνούν με σαφήνεια τα συμπεράσματά τους, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη ορολογία. **……** **2. Παρακολουθούν και κατανοούν την ανακοίνωση των άλλων. Τεκμηριώνουν αν συμφωνούν ή διαφωνούν.**	α2. Ανακοινώνουν συμπεράσματα με τρόπο κατανοητό και σαφή για το δεδομένο ακροατήριο. ……. α3. Παρακολουθούν και ελέγχουν την ανακοίνωση συμπερασμάτων. α1. Ακούνε προσεκτικά και αποδέχονται τις απόψεις των άλλων, όταν είναι τεκμηριωμένες. π2. Διακρίνουν αν τα συμπεράσματα ή οι ισχυρισμοί ενός τρίτου στηρίζονται σε δεδομένα και προκύπτουν από σωστό χειρισμό μεταβλητών ή απλά αποτελούν προσωπική του άποψη.

Επέκταση της διδασκαλίας[9]

Ενέργειες	**Συνιστώσες των «ικανοτήτων – κλειδιών» που καλλιεργούνται.**
1. Επεκτείνεται η διδασκαλία με τον εντοπισμό και την αλλαγή των	ε5. Ελέγχουν τις μεταβλητές που (υποθέτουν ότι)

[9] Το διδακτικό μας μοντέλο προτείνει ως τελευταία φάση της διδασκαλίας. την «εφαρμογή της νέας γνώσης σε οικείες ή μη οικείες καταστάσεις». Στην περίπτωση του «Βρασμού», θεωρούμε ότι η «επέκταση» της διδασκαλίας με τον έλεγχο των μεταβλητών του αρχικού πειράματος είναι προσφορότερη για την καλλιέργεια των ικανοτήτων – κλειδιών.

μεταβλητών του αρχικού πειράματος. Τα παιδιά απαντούν στο ερώτημα: «Τι μπορώ να αλλάξω στο πείραμα που παρακολούθησα, ώστε να αλλάξει και η θερμοκρασία βρασμού;» Υποθέσεις των παιδιών: «Να αλλάξω το είδος της θερμαντικής πηγής (το γκαζάκι να γίνει ηλεκτρικό μάτι) Να αλλάξω την ισχύ της θερμαντικής πηγής. Να αλλάξω την ποσότητα του νερού. Να αλλάξω το είδος του υγρού (λάδι, κρασί, οινόπνευμα κ.ά) Να προσθέσω στο νερό άλλη ουσία (ζάχαρη, αλάτι, λάδι κ.ά.). Τα παιδιά επανασχεδιάζουν το αρχικό πείραμα, αλλάζοντας κάθε φορά μία μεταβλητή του αρχικού πειράματος.	παίζουν ρόλο σε μια πειραματική διαδικασία β6. Επανασχεδιάζουν ένα πείραμα με τροποποίηση ενός μόνο παράγοντα, κάθε φορά, σε σχέση με το αρχικό πείραμα

Παρακάτω παραθέτουμε το αρχικό Φύλλο Εργασίας που δώσαμε στα παιδιά. Στο ίδιο πνεύμα διαμορφώσαμε και τα επόμενα ανάλογα με τις προτάσεις τους για την αλλαγή μεταβλητών του αρχικού πειράματος.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Οι ερωτήσεις που διερευνάμε

Σε ποια θερμοκρασία βράζει το νερό; Όση ώρα βράζει το νερό, αλλάζει η θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο;

Κάνω υποθέσεις

Πώς θα ελέγξω τις υποθέσεις μου; Τι θα χρειαστώ; Τι θα κάνω;

Παρατηρώ το Πείραμα

Συμπεραίνω

Ακούω τα Συμπεράσματα των άλλων. Συμφωνώ ή διαφωνώ; Γιατί;

Τι μπορώ να αλλάξω στο πείραμα που παρακολούθησα, ώστε να αλλάξει και η θερμοκρασία βρασμού;

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αποστολάκης, Ε. κ.ά. (2006). Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω. *Ε' τάξη. Τετράδιο Εργασιών*. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων. Αθήνα
2. Κουμαράς, Π., Πράμας, Χ. και Σταμπουλή, Μ. (2010). Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών στην κατεύθυνση Γνώσεις και Ικανότητες για τη Ζωή. *Τόμος Ι: Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*, εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη
3. Κουμαράς, Π., Πράμας, Χ. και Χαραλάμπους Μ. (2010). Μοντέλο Διδασκαλίας Φυσικών επιστημών, για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση, στην κατεύθυνση της ανάπτυξης Γνώσεων και Ικανοτήτων. *13ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, ΦΥΣΙΚΗ και ΑΝΘΡΩΠΟΣ "Ερευνητικά αποτελέσματα και τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής"*, 17-21 Μαρτίου, Πάτρα
4. Πράμας, Χ. και Κουμαράς, Π. (2008). Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών υποχρεωτικής εκπαίδευσης στην κατεύθυνση της ανάπτυξης «Γνώσεων και Ικανοτήτων για τη ζωή», *Πρακτικά 4ου συνεδρίου ΕΔΙΦΕ,* σελ. 58-64, εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη
5. Πράμας, Χ., Σταμπουλή, Μ. και Κουμαράς, Π. (2010). Πρόγραμμα Σπουδών στην κατεύθυνση του «Γραμματισμου στις Φυσικές Επιστήμες» για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση. *13ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, ΦΥΣΙΚΗ και ΑΝΘΡΩΠΟΣ "Ερευνητικά αποτελέσματα και τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής"*, 17-21 Μαρτίου, Πάτρα

Συνεδρία Δ2

Η σχολική Φυσική, τα μαθηματικά και ο υπέροχος φυσικός κόσμος «εκεί έξω»

Θεόδωρος Πιερράτος
Φυσικός (PhD, MSc), Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ευόσμου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διδασκαλία της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και κατ' επέκταση οι εκπαιδευτικοί που τη διδάσκουν, προσπαθεί, άλλες φορές συνειδητά και άλλες ασυνείδητα, να ισορροπήσει δυναμικά υπό τη δράση διάφορων ανταγωνιστικών «δράσεων», διάφορων ρητά διατυπωμένων ή άρρητων δίπολων: καθημερινή ζωή και ακαδημαϊκός κόσμος, μαθηματικοποιημένη και εννοιολογική φυσική, επίσημο και κρυφό αναλυτικό πρόγραμμα, διακριτά αντικείμενα (Φυσική, Χημεία, Βιολογία) και Φυσικές Επιστήμες, επιστήμη για όλους τους πολίτες και επιστήμη για μια ελίτ μαθητών, γνώσεις και μεθοδολογία, πειράματα με καθημερινά υλικά και επιστημονικά όργανα ακριβείας. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας επιχειρείται να παρουσιαστούν επιχείρηματα που υπερασπίζονται ή αντίκεινται στην εκτεταμένη χρήση των μαθηματικών κατά τη διδασκαλία της Φυσικής, με σκοπό την αναζήτηση της δυναμικής ισορροπίας που θα μπορούσε να οδηγήσει στην «επιτυχή» συνεύρεση Φυσικής, μαθητών, εκπαιδευτικών και κοινωνίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Διάφορες διεθνείς έρευνες καταγράφουν τα τελευταία χρόνια μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών και των σπουδαστών για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) και ειδικά για τη Φυσική (Fischer & Horstendahl, 1997), καθώς και ευρέως διαδεδομένες λανθασμένες αντιλήψεις για σημαντικά επιστημονικά θέματα (Hodge, 2006).

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα, το οποίο καταδεικνύει την αποτυχία της σχολικής Φυσικής να προσεγγίσει τους μαθητές και να τους πείσει για να την λειτουργική της αξία ως εργαλείου που περιγράφει και προβλέπει τη φυσική πραγματικότητα, είναι η αδυναμία πολλών μαθητών να αντιληφθούν τη συσχέτιση συμβόλων, νόμων και αρχών με τον κόσμο «εκεί έξω»: πολλοί μαθητές προσπαθώντας να ανακαλέσουν τον «τύπο» της περιόδου ταλάντωσης ενός σώματος μάζας m που είναι αναρτημένο σε ελατήριο σταθεράς k αναρωτιούνται αν ο λόγος που υπεισέρχεται είναι m/k ή k/m.

Στο ευρύτερο οικονομικό και κοινωνικό πλαίσιο που διαμορφώνεται, η διδασκαλία της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση επιχειρώντας να αποκαταστήσει τη χαμένη πρόσβασή της στους μαθητές, προσπαθεί, άλλες φορές συνειδητά και άλλες ασυνείδητα, να ισορροπήσει δυναμικά υπό τη δράση διάφορων ανταγωνιστικών «δράσεων», διάφορων ρητά διατυπωμένων ή άρρητων δίπολων: καθημερινή ζωή και ακαδημαϊκός κόσμος, μαθηματικοποιημένη και εννοιολογική φυσική, επίσημο και κρυφό αναλυτικό πρόγραμμα, επιστήμη για όλους τους πολίτες και επιστήμη για μια ελίτ μαθητών, γνώσεις και μεθοδολογία, πειράματα με καθημερινά υλικά και επιστημονικά όργανα ακριβείας. Και μάλιστα τα δίπολα αυτά δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους: μεγαλύτερη έμφαση στην καθημερινή ζωή θα μπορούσε να σημαίνει ταυτόχρονα περισσότερο εννοιολογική προσέγγιση των φαινομένων ή ίσως μία εκλαϊκευμένη εκδοχή της Φυσικής που να αφορά περισσότερους μαθητές. Από την άλλη, θα μπορούσε να σημαίνει διαχείριση καταστάσεων του πραγματικού κόσμου όπου ένα φύλλο χαρτί περιδινίζεται όταν πέφτει στον αέρα, τα πηνία ζεσταίνονται, οι ταλαντώσεις φθίνουν, αλλά τα μαθηματικά βαίνουν με αβάσταχτη, πολλές φορές, δυσκολία και το κοινό στο οποίο απευθύνονται μειώνεται δραματικά.

Στην εργασία αυτή, θα επιχειρηθεί η εστίαση στο δίπολο εννοιολογική ή μαθηματικοποιημένη φυσική, έχοντας ωστόσο υπόψη την αλληλεξάρτηση μεταξύ όλων των δίπολων που εμπλέκονται εν δυνάμει σε μία τέτοια διαπραγμάτευση, με σκοπό να παρουσιαστούν τα σημεία εκείνα που συνηγορούν υπέρ της μίας ή της άλλης τοποθέτησης και της επίτευξης κάποιας δυναμικής μορφής ισορροπίας, στο πλαίσιο ανάπτυξης κάποιων μελλοντικών προγραμμάτων σπουδών.

ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μαθηματικοποιημένης σχολικής Φυσικής θα μπορούσε να θεωρηθεί η εισαγωγή της έννοιας "ροπή αδράνειας" όπως δίνεται στο βιβλίο της Φυσικής Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης της Γ' Λυκείου (Ιωάννου κ.α., 2003, σ. 116-117). Η έννοια παρουσιάζεται αξιωματικά και με άμεση προσφυγή στη μαθηματική θεμελίωσή της. Η ίδια έννοια στο περίφημο βιβλίο του Hewitt «Οι έννοιες της Φυσικής» (Hewitt, 1997, σ. 115-118) δίνεται αποκλειστικά μέσα από παραδείγματα της καθημερινής ζωής. Η έννοια-μέγεθος "ροπή αδράνειας" συνδέεται με τη δυσκολία στην περιστροφή ενός στερεού σώματος χωρίς οποιαδήποτε αναφορά στη σχέση υπολογισμού του μεγέθους, ενώ δεν δίνεται ούτε μία μαθηματική σχέση.

Οι δύο αυτές διαφορετικές προσεγγίσεις συνιστούν ένα δίπολο και θέτουν διάφορους προβληματισμούς ως προς την διδακτική αποτελεσματικότητα και τη δυνατότητα εφαρμογής στην πράξη των προσεγγίσεων αυτών. Άραγε, η αποφυγή της μαθηματικής διαχείρισης των εννοιών διευκολύνει την αποτελεσματική διδασκαλία των εννοιών; Από την άλλη, η αξιωματική αυστηρά μαθηματική παρουσίασή τους εστιάζει επαρκώς στην επιστημολογική συνιστώσα της Φυσικής; Οι προβληματισμοί αυτοί, οι οποίοι ξεφεύγουν από τα στενά όρια της Ελλάδας, διατυπώνονται σε ένα πλαίσιο στο οποίο αποτελεί αναντίρητο δεδομένο ότι όλο και λιγότεροι μαθητές θεωρούν ελκυστικό το μάθημα της Φυσικής. Ο Sobel (2009) διαπιστώνοντας ότι όλο και λιγότεροι σπουδαστές επιλέγουν να παρακολουθήσουν μαθήματα κολεγιακής Φυσικής υιοθέτησε μία μάλλον ακραία θέση: πρότεινε το σχεδιασμό ενός μαθήματος Φυσικής στο οποίο οι μαθητές/σπουδαστές θα πρέπει να μαθαίνουν και να εξετάζονται μόνο σε όσα παρουσιάζει ο καθηγητής τους μέσα στην τάξη και σε όσα συγκεκριμένα θέματα τους ζητάει μέσα από το σχολικό εγχειρίδιο. Προβλήματα που περιγράφουν πραγματικές καταστάσεις και απαιτούν την ανάπτυξη πρωτότυπων προσεγγίσεων εκ μέρους των μαθητών θα πρέπει να αποφεύγονται κατηγορηματικά. Ουσιαστικά, ο Sobel πρότεινε μια εκδοχή εννοιολογικής, κατά τη γνώμη του, Φυσικής απογυμνωμένης από τα μαθηματικά καθώς αυτά φαίνεται να δυσκολεύουν τους μαθητές (Sobel, 2009).

Οι Lasry, Finkelstein & Mazur (2009) προσπάθησαν να επιχειρηματολογήσουν ενάντια στις απόψεις του Sobel προσπαθώντας να αναδείξουν το ρόλο της διδακτικής προσέγγισης στην αποτελεσματική διδασκαλία αλλά και να καταρρίψουν το μύθο ότι η εννοιολογική Φυσική είναι εύκολη και εύληπτη για τους μαθητές.

Με τον όρο αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής εννοείται, σε αυτή την εργασία, η διδασκαλία που μεταβάλλει τον τρόπο που οι μαθητές σκέφτονται για τη Φυσική και την επίλυση των προβλημάτων Φυσικής, ώστε να δρουν όσο το δυνατόν περισσότερο ως ειδικοί, ως εξασκημένοι φυσικοί: αντί, δηλαδή, να θεωρούν τη Φυσική ως τη συσσώρευση απομονωμένων κομματιών πληροφορίας αποκομμένων από τον πραγματικό κόσμο, να υιοθετήσουν, όπως οι ειδικοί, μια οπτική που βλέπει τη Φυσική ως μία συνεκτική δομή εννοιών οι οποίες θεμελιώνονται πειραματικά και περιγράφουν τη φύση (Wieman και Perkins, 2005).

Μέχρι και σήμερα, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών και πανεπιστημιακών δασκάλων στη μέση και ανώτατη εκπαίδευση σε όλον τον κόσμο ακολουθεί την παραδοσιακή διδασκαλία της Φυσικής. Αυτή συνίσταται κυρίως στην παρουσίαση της διδακτέας ύλης υπό μορφή διάλεξης και την επίλυση ασκήσεων που βρίσκονται στο τέλος των κεφαλαίων των διδακτικών εγχειριδίων. Έχουν γίνει πολλές έρευνες σε όλο τον κόσμο με σκοπό την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της παραδοσιακής διδασκαλίας (McDermott και Redish, 1999). Ενδεικτικά, οι Wieman και Perikins (2005) αναφέρουν ότι μόλις το 10% των φοιτητών τους μπόρεσαν να απαντήσουν σωστά σε μία ερώτηση ανάκλησης πληροφορίας η οποία δόθηκε ρητά κατά τη διάρκεια διάλεξης, δεκαπέντε λεπτά μετά την παρουσίαση της πληροφορίας. Σύμφωνα με τον Hake (1998), ανεξάρτητα από το διδάσκοντα, το μέγεθος της τάξης ή το εκπαιδευτικό ίδρυμα, οι φοιτητές κατακτούν λιγότερο από το 30% της νέας γνώσης που τους προσφέρεται μέσω της παραδοσιακής διδασκαλίας. Αντίστοιχα, σύμφωνα με την McDermott (1993) "διδάσκοντας με το να λέμε είναι ένας αναποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας για τους περισσότερους μαθητές… Οι μαθητές πρέπει να εμπλακούν ενεργά για να αναπτύξουν λειτουργική κατανόηση".

Κοινός τόπος των σχετικών ερευνών είναι ότι ένας τυπικός μαθητής που παρακολουθεί μια παραδοσιακή διδασκαλία Φυσικής απομνημονεύει τύπους και γεγονότα και μαθαίνει συνταγές επίλυσης ασκήσεων. Δεν κατανοεί πραγματικά τις έννοιες της Φυσικής και δεν μπορεί να τις εφαρμόσει για να περιγράψει φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Θεωρεί το μάθημα βαρετό και αδυνατεί να το συσχετίσει με την πραγματικότητα. Δεν προκύπτει άμεσα από τις έρευνες ότι η αποστροφή των μαθητών προς τη Φυσική οφείλεται στο περιεχόμενο του μαθήματος και στην μαθηματικοποιημένη παρουσίασή του. Η αποστροφή σχετίζεται με τον τρόπο παρουσίασής του.

Μάλιστα, υπάρχουν έρευνες που δείχνουν ότι οι σπουδαστές τα καταφέρνουν καλύτερα σε περίπλοκα προβλήματα Φυσικής που απαιτούν μαθηματική διαχείριση ενώ αποτυγχάνουν να προβλέψουν τη συμπεριφορά απλούστερων φυσικών διατάξεων επιστρατεύοντας μόνο έννοιες, αρχές και νόμους της Φυσικής (Mazur, 1997). Τέτοιες διαπιστώσεις θέτουν σε αμφισβήτηση την ίδια την έννοια της επιτυχούς διδασκαλίας. Τελικά, η μαθηματική διαχείριση προβλημάτων φυσικής εκ μέρους των μαθητών σημαίνει και κατανόηση της Φυσικής; Είναι άραγε ευκολότερη για τους μαθητές η προσφυγή στην εννοιολογική φυσική;

Η διεθνής έρευνα δείχνει ότι η απάντηση και στα δύο αυτά ερωτήματα είναι αρνητική. Θεωρείται μάλλον δεδομένο ότι η επίλυση μαθηματικοποιημένων προβλημάτων φυσικής, όπως αυτά που βρίσκονται στο τέλος των κεφαλαίων των περισσότερων διδακτικών εγχειριδίων, δεν εξασφαλίζει την κατανόηση των εννοιών της Φυσικής (Kim & Pak, 2002). Από την άλλη, η προσφυγή στην εννοιολογική Φυσική φαίνεται να δυσκολεύει τους μαθητές, αν και βοηθάει στην αποτελεσματικότερη θεμελίωση του μαθήματος (Πιερράτος, 2013; Wieman & Perikins, 2005; Mazur, 1997)

Φαίνεται, λοιπόν, ότι το να θεωρεί κανείς ότι τα μαθηματικά είναι αυτά που προκαλούν το πρόβλημα στην κατανόηση της Φυσικής, όπως ισχυρίζονται συχνά και οι μαθητές, θα μπορούσε μόνο μέχρι ενός σημείου να γίνει αποδεκτό. Κι αυτό κυρίως λόγω των ασυνεπειών και των γνωστών ασυνεχειών που καταγράφονται στο δικό μας τρέχον αναλυτικό πρόγραμμα: πρώτα οι μαθητές συναντούν τους λογαρίθμους και τα διανύσματα στη Φυσική και μετά στα μαθηματικά. Η αδυναμία ή η επιλογή να μην συνδέονται τα προγράμματα Φυσικής και Μαθηματικών υπάρχει μάλιστα ακόμα και σε διεθνές επίπεδο (Sobel, 2009).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δύσκολα μπορεί να παραβλέψει κανείς, ότι η Φυσική ενέχει, σε εννοιολογικό και σε επιστημολογικό επίπεδο, εγγενείς δυσκολίες οι οποίες οφείλονται στην ίδια τη φύση της επιστήμης αυτής. Το να νομίζουμε ότι εξοβελίζοντας τα μαθηματικά, η Φυσική θα γίνει πιο εύκολη και πιο ελκυστική για τους μαθητές, πέρα από το ότι δεν υποστηρίζεται από τα ερευνητικά δεδομένα, μάλλον "κρύβει το πρόβλημα κάτω από το χαλάκι". Μοιάζει περισσότερο πιθανό ότι η αποτυχία της Φυσικής και των φυσικών να προσεγγίσουν τους μαθητές σε όλον τον κόσμο, οφείλεται στο το ότι έχουμε ξεχάσει ότι η Φυσική δεν είναι μια άσκηση επί χάρτου: περιγράφει έναν θαυμάσιο κόσμο "εκεί έξω" που περιμένει να αποκαλυφθεί από εμάς και τους μαθητές μας.

Φαίνεται ότι διδακτικές τακτικές που ενδεχομένως να βοηθήσουν να εξομαλυνθούν οι σχέσεις της σχολικής Φυσικής με τους μαθητές και τον κοινωνικό τους περίγυρω θα μπορούσαν να είναι: η σύνδεση με την καθημερινή ζωή, απλά πειράματα με καθημερινά υλικά, διατύπωση ορισμών και εννοιών αφού διαπιστωθεί μέσω προβληματικών καταστάσεων η ανάγκη εισαγωγή τους, ποιοτικά προβλήματα που απαιτούν τη δημιουργικότητα των μαθητών και όχι τεχνητές και αδιάφορες ασκήσεις του τύπου αυτή είναι η μάζα, αυτή η δύναμη, βρες την επιτάχυνση.

Σε ό,τι αφορά τη σχέση Φυσικής και μαθηματικών είναι σημαντικό να ξεκαθαρίζεται κατά τη διδασκαλία μας ο διακριτός ρόλος των δύο επιστημών. Οι «τύποι» της Φυσικής δεν είναι εξισώσεις με την έννοια που τους αποδίδεται στα μαθηματικά. Είναι ορισμοί φυσικών μεγεθών, είναι φυσικοί νόμοι. Περιγράφουν μια πραγματικότητα ενός φυσικού κόσμου. Για παράδειγμα, η περίοδος ταλάντωσης ενός σώματος μάζας m που είναι αναρτημένο από ένα ελατήριο σταθεράς k, είναι ένας νόμος, μία κανονικότητα, δεν πρέπει να ζητάμε από το μαθητή, είτε ρητά είτε με τη στάση μας, να τον θυμάται. Θέλουμε, πρέπει, να στέκεται κριτικά απέναντί του. Αν νομίζω ότι η περίοδος είναι $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ σημαίνει ότι αν έχω ένα βαρύ αντικείμενο, π.χ. έναν ελέφαντα(!), κρεμασμένο από ένα πολύ μικρό ελατήριο, η περίοδος θα είναι πολύ μικρή: το πελώριο αντικείμενο θα πηγαινοέρχεται πολύ γρήγορα οδηγούμενο από ένα μικρό ελατήριο: αυτό δεν είναι ό,τι συμβαίνει εκεί έξω. Αν νομίζω ότι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ίση με R/V σημαίνει ότι με ελάχιστη τάση θα μπορούσα να έχω τεράστια ηλεκτρικά ρεύματα, δηλαδή δωρεάν ηλεκτρική ενέργεια: αυτό δεν είναι ό,τι συμβαίνει εκεί έξω.

Η ένταξη των μαθηματικών στη σχολική Φυσική, υπό αυτή την έννοια, θα πάψει ίσως να φοβίζει τους μαθητές, ενώ θα τους τροφοδοτήσει με ένα εκπληκτικό εργαλείο που θα τους επιτρέψει να καταλάβουν τον κόσμο εκεί έξω και να προβλέψουν τη συμπεριφορά του. Και αυτό, αν μη τι άλλο, είναι πραγματικά μαγικό!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Fischer, H. & Horstendahl, M. (1997). Motivation and Learning Physics. Research and Science Education, 27(3), 411-424.
2. Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics text data for introductory physics courses. Am. J. Phys., 66(1), 64–74.
3. Hewitt P. G. (1992). Οι Έννοιες της Φυσικής, Τόμος Ι. ΠΕΚ
4. Hodge R. (2006). What Europeans really think (and know) about science and technology. Science in school, issue 3, 71-77.
5. Kim, E. & Pak, S. (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems, Am. J. Phys. 70, 759–765.
6. Lasry, N., Finkelstein, N. & Mazur, E. (2009). Are most people too dump for Physics? Phys. Teach. 47, 417-422.
7. Mazur, E. (1997). Peer instruction A Users Manual Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
8. McDermott, L. & Redish, E. (1999). Resource Letter PER-1: Physics Education Research. Am. J. Phys., 67, 755-767.
9. McDermott, L. (1993). How we teach and how students learn-a mismatch?. Am. J. Phys. 61(4), 295-298.
10. Sobel, M. (2009). Physics for the non-scientist: A middle way, Phys. Teach. 47, 346-349
11. Wieman, C. E. & Perkins, K.K. (2005). Transforming Physics Education, Physics Today, November 2005.
12. Ιωάννου Α., Ντάνος Γ., Πήττας, Α., Ράπτης Σ. (2007). Φυσική Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης Γ' Τάξη Γενικού Λυκείου. ΟΕΔΒ, Αθήνα.
13. Πιερράτος, Θ. (2013). Διδακτορική Διατριβή Μελέτη διδακτικών δράσεων για τη διδακτική της Φυσικής μέσω καταγραφής και αποτίμησης, Τμ. Φυσικής, ΑΠΘ.

Συνεδρία Δ3

Πρόταση για τη διδασκαλία της Φυσικής στο Γυμνάσιο

Βαβάσης Γεράσιμος[1], Γκίκας Εμμανουήλ[1], Κοκκωνάκης Σωτήριος[1], Παυλικάκης Γεώργιος[1], Τσεφαλάς Κωνσταντίνος[1], Ψαλίδας Αργύρης[2]

[1]Επιτροπή Παιδείας Ένωσης Ελλήνων Φυσικών
[2]Κολλέγιο Αθηνών – Γενικό Λύκειο

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Επιτροπή Παιδείας της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, προκειμένου να συμβάλει στην αναβάθμιση της διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής στο Γυμνάσιο, εκπόνησε και προτείνει στην εκπαιδευτική κοινότητα ένα Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) για τη Φυσική του Γενικού Λυκείου, το οποίο εστιάζει στην επίτευξη εκπαιδευτικών και διδακτικών στόχων προσανατολισμένων τόσο στον γνωστικό τομέα, όσο και στην ανάπτυξη της συνεργασίας και επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών και δεξιοτήτων που συνδέουν την επιστήμη με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την καθημερινή ζωή. Το προτεινόμενο ΑΠΣ εισάγει τη διδασκαλία της Φυσικής και στην Α΄ τάξη του Γυμνασίου και συνδέεται άμεσα με το ΑΠΣ που έχει προταθεί για το Λύκειο.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγράμματος σπουδών, διδακτικοί στόχοι, επιστημονική μέθοδος, πειράματα*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Γυμνάσιο ως αυτόνομη βαθμίδα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης έχει ως σκοπό «την ολόπλευρη ανάπτυξη των μαθητών σε σχέση με τις δυνατότητες που έχουν στην ηλικία αυτή και τις αντίστοιχες απαιτήσεις της ζωής» (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 1985). Στο πλαίσιο αυτό η διδασκαλία της Φυσικής έχει έναν ιδιαίτερο ρόλο, καθώς μέσω της Φυσικής οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την επιστημονική μέθοδο και με τον τρόπο που αυτή εφαρμόζεται στην εξήγηση και επίλυση προβλημάτων του φυσικού κόσμου, καθώς και με σύγχρονες ιδέες και θέματα προσαρμοσμένα στο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης και τα ενδιαφέροντα των μαθητών της βαθμίδας αυτής, χωρίς αυτό να είναι σε βάρος της επιστημονικής εγκυρότητας (Ψηφιακό σχολείο, 2011).

Η διδασκαλία της φυσικής στο γυμνάσιο δεν πρέπει να αποβλέπει στη συσσώρευση μεγάλου όγκου φαινομένων και φυσικών νόμων με αποκλειστικό στόχο την απομνημόνευση τους. Η διδασκαλία της φυσικής στο Γυμνάσιο οφείλει να στοχεύει στη μεταφορά στους μαθητές αφ' ενός του δημιουργικού τρόπου με τον οποίο η επιστημονική σκέψη αντιμετωπίζει τα δύσκολα προβλήματα που σχετίζονται με την κατανόηση της δομής και λειτουργίας του φυσικού κόσμου και αφ' ετέρου την αντανάκλαση και εφαρμογή των φυσικών νόμων στην καθημερινή ζωή.

Ο εκπαιδευτικός, με χρήση κατάλληλων διδακτικών μεθόδων, εργαλείων και δραστηριοτήτων βοηθά τους μαθητές να διακρίνουν την ανεπάρκεια των απόψεών του για την ερμηνεία των φαινομένων και τους οδηγεί στην οικοδόμηση και χρήση επιστημονικών προτύπων-«μοντέλων» προκειμένου να περιγράψει, να ερμηνεύσει και να προβλέψει ορισμένα φυσικά φαινόμενα και διαδικασίες.

Η διδασκαλία της Φυσικής αναμφισβήτητα διευκολύνεται από τη χρήση στην εκπαίδευση των νέων τεχνολογιών. Τα νέα παιδαγωγικά εργαλεία (εκπαιδευτικό λογισμικό, Διαδίκτυο, συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης των μετρήσεων) πολλαπλασιάζουν τις δυνατότητες των μαθητών να συγκεντρώνουν, αναλύουν, οπτικοποιούν, μοντελοποιούν και κοινοποιούν δεδομένα ώστε οι μαθητές, με την ενεργό συμμετοχή τους, να κατανοούν βασικές αρχές και νόμους της Φυσικής.

Ο προσανατολισμός του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών (ΔΕΠΠΣ), το οποίο εφαρμόζεται στο Ελληνικό Γυμνάσιο από το 2006, η διδασκαλία της Φυσικής και των Φυσικών Επιστημών γενικότερα, είναι προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης δεξιοτήτων και τον επιστημονικό, γλωσσικό και μαθηματικό αλφαβητισμό. Από την άποψη αυτή οι στόχοι του ΑΠΣ, σύμφωνα με το τ. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (Μακρή-Μπότσαρη Ε., 2006), ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες: (1) Γνώση και μεθοδολογία, (2) Συνεργασία και επικοινωνία και (3) Δεξιότητες που συνδέουν την επιστήμη με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η δομή του ΔΕΠΠΣ στηρίζεται στην έννοια της διαθεματικότητας η οποία περιλαμβάνει συνδέσεις με άλλα γνωστικά αντικείμενα και οδηγεί στην ενοποίηση της γνώσης. Με τον τρόπο αυτό η γνώση αποκτά νόημα και αναδεικνύεται η αναλογία της σκέψης (Τρικαλίτη Α., 2006). Η φιλοσοφία αυτή αντανακλάται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) και στα βιβλία του Γυμνασίου. Στο πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών οι στόχοι εξειδικεύονται ως εξής (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2006):

Όσον αφορά στο γνωστικό τομέα και τη μεθοδολογία επιδιώκεται οι μαθητές να:

αποκτήσουν γνώσεις σχετικές με θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν τη Φυσική, ώστε να μπορούν να περιγράφουν και να ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα.

Ειδικότερα να χρησιμοποιούν απλούς ποσοτικούς ή ποιοτικούς συσχετισμούς μεταξύ φυσικών μεγεθών καθώς και απλά επιστημονικά πρότυπα για την περιγραφή και ερμηνεία φυσικών φαινομένων, καθώς επίσης να εξοικειωθούν με την επιστημονική ορολογία και μεθοδολογία.

Να κατανοήσουν και εφαρμόσουν την έννοια του συστήματος: Να αντιληφθούν την ανάλυση συγκεκριμένων συστημάτων σε υποσυστήματα, αντικείμενα ή δομικούς λίθους, που αλληλεπιδρούν.

Να εξοικειωθούν με την έννοια της κλίμακας δηλαδή: Εξοικείωση του μαθητή με το εύρος μεταβολής των φυσικών μεγεθών, την έννοια του μικρού και του μεγάλου καθώς και μια ποιοτική προσέγγιση της συγκρότησης της ύλης σε μικροσκοπικά και μακροσκοπικά συστήματα.

Σε σχέση με τη συνεργασία και επικοινωνία ο στόχος είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων συνεργασίας και ερευνητικού πνεύματος. Αυτό επιδιώκεται κυρίως με την πραγματοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων καθώς και την υλοποίηση των διαθεματικών σχεδίων εργασίας.

Η σύνδεση επιστήμης και καθημερινής ζωής αποτελεί έναν στόχο για την επίτευξη του οποίου επιχειρείται η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να κάνουν λειτουργική χρήση εννοιών και επιστημονικών προτύπων για την κατανόηση της καθημερινής εμπειρίας και του τεχνολογικού περιβάλλοντος.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την πρόταση της ένωσης ελλήνων Φυσικών για το ΑΠΣ της Φυσικής, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι του μαθήματος και να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που παρουσιάζονται στη διδασκαλία του μαθήματος.

Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΕΦ

Τα προβλήματα που σχετίζονται με τη διδασκαλία της φυσικής στο Γυμνάσιο, αφορούν:

- Το γεγονός ότι η φυσική δεν διδάσκεται στην Α Γυμνασίου, ενώ διδάσκεται στις τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου. Έτσι δημιουργείται μία ασυνέχεια στη μαθησιακή διαδικασία που αποσυντονίζει τους μαθητές.
- Η διδακτέα ύλη ποτέ δεν καλύπτεται από τους διδάσκοντες, καθώς σε δύο χρόνια (Β και Γ Γυμνασίου πρέπει να διδάξουν το σύνολο των ενοτήτων της Φυσικής.
- Στενά συνδεδεμένο με τα παραπάνω είναι και το γεγονός ότι πολλές φορές οι διδάσκοντες εμβαθύνουν στη διδασκαλία τους δίνοντας ένα «χαρακτήρα Λυκείου» στο μάθημά τους, ώστε να προετοιμάσουν τους μαθητές τους για το Λύκειο και να τους εφοδιάσουν με τις απαραίτητες γνώσεις για τις εξετάσεις. Αυτό όμως υπερβαίνει την ηλικία και την πνευματική ωρίμανση των μαθητών, με αποτέλεσμα να απογοητεύονται και να θεωρούν τη Φυσική ως ένα μάθημα απόμακρο, ξεκομμένο από την καθημερινότητα, ίδιο με τα μαθηματικά και που ενδιαφέρει μόνο όσους έχουν στόχο ειδικές σπουδές

Η πρόταση της ΕΕΦ συνοψίζεται στα εξής:

- Η φυσική πρέπει να διδάσκεται και στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου, ίσως στο πλαίσιο ενός 5ωρου μαθήματος επιστημών, αυτόνομα από χημεία βιολογία και γεωγραφία, αλλά με ανάδειξη της διεπιστημονικότητας και της συσχέτισης των επιστημών.
- Πρέπει ο μαθητής, μετά την Γ΄ τάξη Γυμνασίου να έχει μία ολοκληρωμένη εικόνα της φυσικής, αλλά να δίνεται η δυνατότητα να υπάρξει συνέχεια στο λύκειο με τις, όσον το δυνατό, λιγότερες επικαλύψεις.
- Το ΑΠΣ του Γυμνασίου συνδέεται άμεσα με το προτεινόμενο ΑΠΣ του Λυκείου (Βαβάσης κ.ά., 2008)
- Για τη φυσική διατηρείται το 2ωρο την εβδομάδα, αλλά από την Α΄ Γυμνασίου.
- Θεωρούμε 25 διδακτικές εβδομάδες.
- Το μάθημα γίνεται στο εργαστήριο με οπτικοακουστικό υλικό, πειράματα επίδειξης και πειράματα με συμμετοχή των μαθητών.

Η διδακτέα ύλη της Φυσικής που προτείνεται, παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

ΤΑΞΗ	**ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ**	**ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΩΡΕΣ**
	• *Γνωριμία με τη φυσική,* • *Μεγάλα επιτεύγματα και ανακαλύψεις,* • *Φυσικά φαινόμενα και πείραμα,* • *Μετρήσεις, φυσικά μεγέθη και μονάδες*	*10-12 ώρες*
	• *Μακρόκοσμος-μικρόκοσμος, Χώρος,*	*18-22 ώρες*

Α	*χρόνος,* • *Μάζα, πυκνότητα,* • *κίνηση,* • *Ενέργεια, μορφές ενέργειας, σύνδεση θετικών επιστημών*	
	• *Ήχος (παραγωγή, διάδοση, ανάκλαση, εφαρμογές)* • *Φως (μεταφέρει ενέργεια, συμπεριφορά ύλης, διάδοση, σκιά, έκλειψη, όραση, χρώματα, εφαρμογές),*	*18-20 ώρες*
Β	• *Κίνηση (ευθύγραμμη ομαλή και μεταβαλλόμενη κίνηση, ελεύθερη πτώση, περιοδικές κινήσεις)*	*14-16 ώρες*
	• *Δύναμη, σύνθεση δυνάμεων,* • *Βάρος, τριβή*	*8-10 ώρες*
	• *Πίεση (υδροστατική-ατμοσφαιρική, μετάδοση πίεσης στα υγρά),* • *Άνωση, πλεύση, αρχή του Αρχιμήδη*	*6 ώρες*
	• *Ενέργεια (μηχανική, μορφές και μετατροπές),* • *Έργο, ισχύς,* • *Θερμότητα (θερμοκρασία, κλίμακες, αλλαγή κατάστασης, διάδοση)*	*18-22 ώρες*
Γ	• *Ηλεκτρομαγνητισμός (ηλεκτρικό φορτίο, ηλέκτριση, ένταση ρεύματος, διαφορά δυναμικού, αποτελέσματα ρεύματος, νόμος του Ohm, απλές συνδέσεις αντιστατών, ηλεκτρικό κύκλωμα και εγκατάσταση σπιτιού, μαγνήτες, ηλεκτρομαγνήτες, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και εφαρμογές της)*	*32-36 ώρες*
	• *Ηλεκτρική ενέργεια (ενέργεια και ισχύς του ηλ. ρεύματος, φαινόμενο Joule, παραγωγή και κατανάλωση ηλ. ενέργειας, ηλ. ενέργεια και περιβάλλον)*	*8-10 ώρες*
	• *Πυρήνας και πυρηνικά φαινόμενα (πυρήνας, ραδιενέργεια, αντιδράσεις, πυρηνική ενέργεια, στοιχειώδη σωματίδια)*	*4-6 ώρες*

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Θα πρέπει το μάθημα της Φυσικής να διδάσκεται σε όλες τις τάξεις του γυμνασίου και να γίνει προσιτό, χρήσιμο αλλά και ενδιαφέρον στο μαθητή. Θα πρέπει να ενσωματώσουμε στην ύλη της Φυσικής του Γυμνασίου τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες που θα επιτρέψουν στους μαθητές να αποκτήσουν μία σφαιρική εικόνα όλων των τομέων της ?φυσικής και να αντιληφθούν την εφαρμογή της στην καθημερινή ζωή. Η εφαρμογή του επιστημονικού τρόπου σκέψης θα τους εφοδιάσει με δεξιότητες «κλειδιά» για τη μελλοντική ζωή τους. Κρίνεται απαραίτητη η εισαγωγή του μαθήματος της Φυσικής στην Α΄ τάξη του Γυμνασίου και η διδασκαλία στο εργαστήριο με οπτικοακουστικό υλικό, πειράματα επίδειξης και πειράματα με συμμετοχή των μαθητών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βαβάσης, Γ., Γκίκας, Ε., Καράβολας, Β., Κοκκωνάκης, Σ., Κουντούρης, Ε., Παυλικάκης, Γ., Τσεφαλάς Κ., Ψαλίδας, Α. (2008). *Πρόταση Αναλυτικού Προγράμματος Φυσικής Λυκείου*, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα, 105 σελ.
2. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 1985. Νόμος 1566, *Δομή και λειτουργία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και άλλες διατάξεις*. Τεύχος Α΄, ΦΕΚ 167.
3. Ψηφιακό Σχολείο 2011. Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών Φυσικής και Χημείας. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/document/file.php/DSGYM-

B200/%CE%94%CE%95%CE%A0%CE%A0%CE%A3%20-%20%CE%91%CE%A0%CE%A3/25deppsaps_FisikisXimias.pdf

4. Τρικαλίτη, Α., (2006). Επιμορφωτική ημερίδα που διοργανώθηκε από το 1ο ΠΕΚ Αθήνας στο πλαίσιο του επιμορφωτικού προγράμματος "Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο Δ.Ε.Π.Π.Σ. Τα Α.Π.Σ. και το νέο διδακτικό υλικό του Γυμνασίου". Αθήνα 15 Μαϊου.
5. Μακρή-Μπότσαρη, Ε., (2006). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών. *Τεύχος Επιμορφωτικού Υλικού*. Επιμόρφωση στελεχών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και Εκπαιδευτικών στο Δ.Ε.Π.Π.Σ., τα Α.Π.Σ. και το Νέο Διδακτικό Υλικό του Γυμνασίου ΥΠΕΠΘ – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Αθήνα, σελ. 7-10.

Φυσική και Τεχνολογικό Λύκειο

Βαβάσης Γεράσιμος[1], Γκίκας Εμμανουήλ[1], Κοκκωνάκης Σωτήριος[1], Παυλικάκης Γεώργιος[1], Τσεφαλάς Κωνσταντίνος[1], Ψαλίδας Αργύρης[2]

[1]Επιτροπή Παιδείας Ένωσης Ελλήνων Φυσικών
[2]Κολλέγιο Αθηνών – Γενικό Λύκειο

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Επιτροπή Παιδείας της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, προκειμένου να συμβάλει στην αναβάθμιση της διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής στο Επαγγελματικό Λύκειο, εκπόνησε και πρότεινε στην εκπαιδευτική κοινότητα και την πολιτική αρχή του υπουργείου Παιδείας ένα Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) για τη Φυσική τόσο του Γενικού Λυκείου, όσο και του Επαγγελματικού Λυκείου το οποίο εστιάζει στην επίτευξη εκπαιδευτικών και διδακτικών στόχων προσανατολισμένων στη διαμόρφωση και στην ανάπτυξη ιδιαίτερων ικανοτήτων από τους νέους, ώστε να μπορούν ανταποκριθούν στις ανάγκες του σύγχρονου σχολείου του 21^{ου} αιώνα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, διδακτικοί στόχοι, εργαστηριακό μάθημα, ιδιαίτερες ικανότητες*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παιδεία αποτελούσε και αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της κοινωνίας σε κάθε χώρα, αφού ουσιαστικός στόχος και σκοπός της είναι να εφοδιάζει με γνώσεις και αξίες τους νέους ανθρώπους, που αποτελούν τη βάση της κοινωνίας.

Η συνεισφορά του Λυκείου γενικά και της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης ειδικότερα, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την επίτευξη ή όχι των σκοπών αυτών.

Από το 1998 το κομμάτι αυτό της εκπαίδευσης εκφράζεται μέσα από τα Τεχνικά και τα Επαγγελματικά Λύκεια και έχει υποστεί πολλές αλλαγές, άλλες μικρότερες και άλλες μεγαλύτερες, χωρίς ωστόσο τα αποτελέσματα να δικαιώνουν αυτούς που αποφάσισαν τις αλλαγές αυτές. Οι λόγοι πολλοί, οι σημαντικότεροι όμως είναι ότι πάντα στη χώρα μας και στο χώρο της παιδείας λειτουργούμε χωρίς οργάνωση και προγραμματισμό.

Η πραγματικότητα σήμερα, δείχνει ότι τα σχολεία αυτά αποτελούν για τους περισσότερους μαθητές λύση ανάγκης, μία εύκολη επιλογή για να αποκτήσουν ένα απολυτήριο, θεωρώντάς τα «εύκολα» σχολεία και όχι συνειδητή επιλογή επαγγελματικής εκπαίδευσης με σκοπό την απόκτηση γνώσεων και ικανοτήτων που θα τους βοηθήσουν να βρουν επαγγελματική διέξοδο.

Το τελευταίο διάστημα έρχεται στο προσκήνιο μία ακόμη αλλαγή στην Επαγγελματική Εκπαίδευση με το Τεχνολογικό Λύκειο (ΥΠΔΒΜΘ, 2011) και όλοι ελπίζουμε ότι η αλλαγή αυτή δεν θα μείνει μόνο στον χαρακτηρισμό του σχολείου, αλλά θα δώσει στο πολύπαθο αυτό κομμάτι της εκπαίδευσης, την δυνατότητα να αποτελεί συνειδητή επιλογή από τους μαθητές, μέσα από τις κατάλληλες συνθήκες που θα δημιουργηθούν για να πετύχουν το σκοπό, όπως αυτός θα καθοριστεί και διαμορφωθεί από το ίδιο το Τεχνολογικό Λύκειο και τις απαιτήσεις της κοινωνίας.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Το πιο ενεργό στοιχείο της κοινωνίας μας, οι νέοι, πρέπει να στοχεύουν στην απόκτηση ικανοτήτων ώστε να αναλύουν δεδομένα και στοιχεία που τους δίνονται είτε άμεσα είτε έμμεσα και να καταλήγουν σε συμπεράσματα, να είναι σε θέση να δέχονται ή να απορρίπτουν υποθέσεις και ισχυρισμούς, καθώς και να διακρίνουν την ορθότητα μιας τοποθέτησης και να λαμβάνουν τις σωστές αποφάσεις.

Η επιστήμη γενικά και η επιστήμη της φυσικής ειδικότερα, διαδραματίζει έναν ιδιαίτερο ρόλο στη διαμόρφωση και στην ανάπτυξη τέτοιων ικανοτήτων από τους νέους (ΕΕΦ, ΕΕΧ, ΠΕΒ 2011).

Θα πρέπει λοιπόν στο νέο Τεχνολογικό Λύκειο να δημιουργηθούν τα κατάλληλα ερεθίσματα, ώστε ο μαθητής από μόνος του να βιώσει την σπουδαιότητα της επιστήμης της Φυσικής αλλά και την χρησιμότητα της, τόσο σαν γενική γνώση, όσο και σαν το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο για την εξειδικευμένη γνώση.

Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητο οι γνώσεις για έννοιες και νόμους της Φυσικής να παρέχονται από τους αντίστοιχους καθηγητές και να περνούν μέσα από τα βιβλία Φυσικής. Διδασκαλία εννοιών Φυσικής από καθηγητές ειδικοτήτων σημαίνει υποβάθμιση της Φυσικής και του ρόλου που πρέπει να έχει στο Τεχνολογικό

Λύκειο. Είναι δηλαδή, τουλάχιστον αστείο να ακούν οι μαθητές για την πίεση από οδοντίατρο, για τις ροπές δυνάμεων από τοπογράφο, για θερμοδυναμικούς νόμους από μηχανικό ή τεχνικό ψύξης, για κανόνες Kirchhoff και νόμο του Ohm από ηλεκτρολόγο. Είναι σίγουρο ότι με τον τρόπο αυτό προωθείται η μηχανιστική και πρακτική μέθοδος απόκτησης πληροφορίας και όχι πραγματικής γνώσης με στόχο την κριτική σκέψη.

Η ΥΛΗ – Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΕΦ

Η διδασκαλία της Φυσικής και στο Τεχνολογικό Λύκειο έχει σκοπό να καταστήσει τους μαθητές ικανούς να εκτιμούν το φυσικό κόσμο και να συμβάλλουν στη λήψη αποφάσεων σχετικών με τις μεταβολές, που η ανθρώπινη δραστηριότητα επιφέρει σε αυτόν, χρησιμοποιώντας την επιστημονική γνώση, αναγνωρίζοντας ερωτήματα και εξάγοντας συμπεράσματα, που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα και παράλληλα να τους βοηθήσει να κατανοήσουν καλύτερα την εξειδικευμένη γνώση, ανάλογα με την ειδικότητα που θα επιλέξουν (Βαβάσης κ.ά., 2008).

Για να επιτευχθούν όλα αυτά, θεωρούμε ότι στην Α' και Β' τάξη του Τεχνολογικού Λυκείου πρέπει να διδάσκεται η ύλη της Α' και Β' Γενικού Λυκείου. Για την Γ' τάξη προτείνεται η παρακάτω ύλη, πιστεύοντας ότι η Φυσική πρέπει να αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο σε οποιαδήποτε ειδικότητα του Τεχνολογικού Λυκείου και ότι οι μαθητές θα διαπιστώσουν ευχάριστα την επιστημονική εξήγηση σε πολλά από τα θέματα που διδάσκονται στα μαθήματα ειδικότητας (όπου είναι δυνατόν) και ταυτόχρονα θα αναγνωρίσουν αυτά σαν εφαρμογές της Φυσικής επιστήμης.

Αξίζει να τονισθεί ότι σοβαρή Φυσική δεν σημαίνει ακατανόητη Φυσική. Το αντικείμενο της είναι η μελέτη όλων των φαινομένων από τα απλά καθημερινά, όπως ο ρόλος της τριβής στο περπάτημα, μέχρι εξωτικά όπως η συμπεριφορά των μαύρων οπών. Υπάρχουν πολλοί τρόποι να προσεγγισθεί το μάθημα της Φυσικής. Ο πιο απλός, πιο εύκολος και πιο συνηθισμένος είναι να επικεντρωθούμε σε μια τυπολατρεία, σε μια άκρατη μαθηματικοποίηση πνίγοντας κυριολεκτικά την ομορφιά του μαθήματος αλλά και το ενδιαφέρον των μαθητών. Αυτή η αντιμετώπιση υποβαθμίζει τη Φυσική σε απλή εφαρμογή των μαθηματικών και πρακτικά εξαφανίζει τη δυνατότητα απόκτησης από τους μαθητές κριτικής σκέψης και ουσιαστικών γνώσεων.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω προτείνεται ώστε η διδακτέα ύλη να αντιστοιχεί στις ειδικότητες ως εξής:

Κατανομή ύλης Γ' ΕΠΑΛ	
Κεφάλαια	**Ειδικότητες**
Α, Β, Γ, Δ	Μηχανολογικών Εγκαταστάσεων και Κατασκευών, Ψυκτικών Εγκαταστάσεων και Κλιματισμού, Μηχανικών και Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου, Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων, Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων και Δικτύων, Ηλεκτρονικών Συστημάτων Επικοινωνιών, Σχεδιαστών Δομικών Έργων, Υποστήριξης Συστημάτων, Εφαρμογών και Δικτύων Η/Υ
Β, Γ, Δ, Ζ	Πλοιάρχων Εμπορικού Ναυτικού, Μηχανικών Εμπορικού Ναυτικού
Ε, Στ, Η, Ι	Γραφικών Τεχνών, Υπαλλήλων Διοίκησης και Οικονομικών Υπηρεσιών, Υπαλλήλων Τουριστικών Επιχειρήσεων, Βοηθών Βρεφονηπιοκόμων, Σύγχρονης Επιχειρηματικής Γεωργίας
Δ, Ε, Στ, Ζ, Η, Θ	Βοηθών Ιατρικών και Βιολογικών Εργαστηρίων, Βοηθών Νοσηλευτών, Τεχνολογίας και Ελέγχου Τροφίμων, Έργων Τοπίου και Περιβάλλοντος,

Κεφάλαια:

Α. Στατική

1. Έννοια της ισορροπίας
2. Κέντρο βάρους
3. Θεώρημα ροπών
4. Ισορροπία σώματος υπό την επίδραση τριών ομοεπίπεδων δυνάμεων
5. Τριβή – είδη τριβής
6. εφαρμογές

Β. Εναλλασσόμενα ρεύματα

1. Γενικά – ορισμοί
2. Παράσταση ημιτονοειδούς μεγέθους με περιστρεφόμενο διάνυσμα
3. Σύνθετη αντίσταση
4. Κύκλωμα R – L – C
5. Ισχύς εναλλασσόμενου ρεύματος
6. Μετασχηματιστής

7. τριφασικό ρεύμα
8. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
9. Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας
10. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
11. Εφαρμογές

Εργαστηριακές ασκήσεις: Μετασχηματιστές

Γ. Ημιαγωγοί

1. Αγωγιμότητα στερεών
2. Αυτοτελείς ημιαγωγοί
3. Ημιαγωγοί προσμίξεων
4. Κρυσταλλοδίοδος
5. Κρυσταλλοτρίοδος
6. Φωτοδίοδος
7. Φωτοστοιχείο
8. Εφαρμογές

Δ. Θερμοδυναμική

1. Εσωτερική ενέργεια
2. θερμοκρασία
3. θερμότητα
4. θερμόμετρα
5. θερμομετρικές κλίμακες
6. Ιδανικά αέρια
7. καταστατική εξίσωση
8. $1^{ος}$ θερμοδυναμικός νόμος
9. Νόμοι αερίων – μεταβολές
10. $2^{ος}$ θερμοδυναμικός νόμος
11. Θερμικές μηχανές – κύκλος Carnot
12. Εφαρμογές

Εργαστηριακές ασκήσεις: θερμόμετρα, θερμομετρικές κλίμακες

Ε. Υδροστατική

1. α Τι είναι τα ρευστά
   β. Ιδιότητες ρευστών
2. Πίεση
3. Υδροστατική πίεση
4. Θεμελιώδης νόμος της Υδροστατικής
5. Αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων
6. Αρχή του Pascal
7. Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη
8. Συνθήκες πλεύσης
9. Εφαρμογές

Εργαστηριακές ασκήσεις: Θεμελιώδης νόμος της Υδροστατικής, Αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων, Αρχή του Pascal, Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη, Συνθήκες πλεύσης

Στ. Αεροστατική

1. Γενικά χαρακτηριστικά αερίων
2. Πίεση αερίων
3. Ατμόσφαιρα – ατμοσφαιρική πίεση
4. Πείραμα Torricelli
5. Όργανα μέτρησης πίεσης
6. Εφαρμογές

Εργαστηριακές ασκήσεις: Πείραμα Torricelli, Όργανα μέτρησης πίεσης

Ζ. Υδροδυναμική – Αεροδυναμική

1. Ροή – πεδίο ροής
2. Ρευματικές γραμμές
3. Παροχή
4. Νόμος συνέχειας
5. Νόμος Bernoulli

6. Εφαρμογές

Εργαστηριακές ασκήσεις: Παροχή, Νόμος συνέχειας, Νόμος Bernoulli

Η. Οπτική

1. Φύση του φωτός – θεωρία των Κβαντα
2. ταχύτητα διάδοσης του φωτός
3. Ιδιότητες διάδοσης φωτός
4. Φακοί – Είδη φακών
5. Μεγέθυνση και ισχύς φακού
6. Σφάλματα φακών
7. Όραση
8. Ανωμαλίες όρασης
9. Διασκεδασμός – ανάλυση – Πόλωση φωτός
10. Ουράνιο τόξο
11. φάσματα
12. Φωτογραφική μηχανή
13. Laser
14. Εφαρμογές

Εργαστηριακές ασκήσεις: Ιδιότητες διάδοσης φωτός, Φακοί – Είδη φακών, Μεγέθυνση και ισχύς φακού, Όραση, Ανωμαλίες όρασης

Θ. Στοιχεία Πυρηνικής Φυσικής

1. Ιδιότητες πυρήνων
2. Τα στοιχειώδη σωματίδια
3. Ραδιενέργεια
4. Πυρηνικές αντιδράσεις
5. Εφαρμογές

Ι. Κοσμολογία

1. γενικά – εισαγωγή
2. Αρχαία Κοσμολογική Μυθολογία
3. Βαβυλωνιακή, Αιγυπτιακή, Σκανδιναβική, Ινδουιστική, Κινέζικη
4. Ελληνική Κοσμολογία
5. Θεογονία του Ησίοδου
6. Αρχαίοι Έλληνες και Φυσικές Επιστήμες
7. Αλκμάνιο κοσμογονικό μοντέλο
8. Φιλοσοφική και Πρώιμη Επιστημονική Κοσμολογία
9. Σύγχρονη Επιστημονική Κοσμολογία

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανεξάρτητα από το όνομα και τον χαρακτηρισμό του σχολείου σαν Επαγγελματικό ή Τεχνολογικό, η διδασκαλία της Φυσικής αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την ορθολογική λειτουργία και εξέλιξη της Λυκειακής Εκπαίδευσης και ενεργό στοιχείο για την παροχή γνώσεων και ικανοτήτων στους μαθητές.

Η ίδια επιστήμη της Φυσικής και η διδασκαλία της μέσα σε κατάλληλες συνθήκες και πλαίσια αναβαθμίζουν ολόκληρο το θεσμό του Νέου Τεχνολογικού Λυκείου και παρέχει στους μαθητές τα απαραίτητα εφόδια να γίνουν ενεργοί πολίτες και επαγγελματίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βαβάσης, Γ., Γκίκας, Ε., Καράβολας, Β., Κοκκωνάκης, Σ., Κουντούρης, Ε., Παυλικάκης, Γ., Τσεφαλάς Κ., Ψαλίδας, Α. (2008). *Πρόταση Αναλυτικού Προγράμματος Φυσικής Λυκείου*, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα, 105 σελ.
2. ΕΕΦ, ΕΕΧ, ΠΕΒ (2011). *Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νέο Σχολείο*, Επιστολή προς Υπουργό ΠΔΒΜΘ.
3. ΥΠΔΒΜΘ (Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων) (2011). Πρόταση για το Νέο Τεχνολογικό Λύκειο. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://www.minedu.gov.gr/publications/docs2011/texnologiko_lykeio_110826.pdf

Η Διδασκαλία και το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της Φυσικής στο Γενικό Λύκειο

Βαβάσης Γεράσιμος[1], Γκίκας Εμμανουήλ[1], Κοκκωνάκης Σωτήριος[1], Παυλικάκης Γεώργιος[1], Τσεφαλάς Κωνσταντίνος[1], Ψαλίδας Αργύρης[2]

[1]Επιτροπή Παιδείας Ένωσης Ελλήνων Φυσικών
[2]Κολλέγιο Αθηνών – Γενικό Λύκειο

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Επιτροπή Παιδείας της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, προκειμένου να συμβάλει στην αναβάθμιση της διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής στο Λύκειο, εκπόνησε και πρότεινε στην εκπαιδευτική κοινότητα και την πολιτική αρχή του υπουργείου Παιδείας ένα Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) για τη Φυσική του Γενικού Λυκείου, το οποίο εστιάζει στην επίτευξη εκπαιδευτικών και διδακτικών στόχων προσανατολισμένων στη διαμόρφωση και στην ανάπτυξη ικανοτήτων «κλειδιών» από τους νέους, ώστε να μπορούν ανταποκριθούν στις ανάγκες του σύγχρονου σχολείου του 21ου αιώνα. Το προτεινόμενο ΑΠΣ εισάγει καινοτομίες, όπως το ξεχωριστό εργαστηριακό μάθημα, η κάλυψη όλων των θεματικών ενοτήτων της φυσικής με παράλληλη μείωση του βάθους διδασκαλίας και η παροχή γνώσεων Γενικής Παιδείας, όσον αφορά στη φυσική σε όλους τους μαθητές μέχρι και τη Β΄ τάξη του Λυκείου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, διδακτικοί στόχοι, εργαστηριακό μάθημα, ικανότητες «κλειδιά»*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιστήμη γενικά και η επιστήμη της φυσικής ειδικότερα, διαδραματίζει έναν ιδιαίτερο ρόλο στη διαμόρφωση και στην ανάπτυξη ικανοτήτων «κλειδιών» από τους νέους, ώστε να μπορούν ανταποκριθούν στις ανάγκες της εποχής μας. Το σχολείο του 21ου αιώνα είναι προσανατολισμένο να εμπλέκει τους μαθητές στην ενασχόληση με πραγματικά προβλήματα της κοινότητας, ζητήματα που απασχολούν την ανθρωπότητα και ερωτήματα που έχουν νόημα για τη ζωή τους. Το προφανές ζήτημα που τίθεται είναι με ποιο τρόπο η εκπαίδευση στη φυσική επιστήμη θα μπορέσει να ανταποκριθεί στις ανάγκες των μαθητών και μελλοντικών πολιτών του 21ου αιώνα.

Στην προσπάθεια επίτευξης του σκοπού αυτού κυρίαρχος είναι ο ρόλος του μαθήματος της Φυσικής.Στην Ευρώπη, αλλά και εκτός αυτής, έχοντας επίγνωση όλων αυτών, επιχείρησαν σημαντικές αλλαγές των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών (ΑΠΣ) σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Προκειμένου να καλυφθεί αυτή η διαφορά, τα τελευταία χρόνια, στη χώρα μας επιχειρείται αλλαγή των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών (ΑΠΣ) σε Γυμνάσιο και Λύκειο με τα ΔΕΠΠΣ –ΑΠΣ του Γυμνασίου (Μακρή-Μπότσαρη, 2006), τα ΑΠΣ του Νέου Σχολείου (ΥΠΔΒΜΘ, 2011), και εισαγωγή διδακτικών καινοτομιών στο Λύκειο που εμπλέκουν τους μαθητές με ενεργητικό τρόπο στην οικοδόμηση της γνώσης (διεξαγωγή ερευνητικών και συνθετικών εργασιών, πειραματική εργασία, βιωματική μάθηση).

Παρ' όλα αυτά, στην Ελλάδα, παρά τις κατά καιρούς προσπάθειες και εξαγγελίες το Λύκειο, όπως λειτουργεί σήμερα, εξακολουθεί να αποτελεί μια βαθμίδα εκπαίδευσης που προσφέρει γενικές και αποσπασματικού χαρακτήρα γνώσεις. Πέρα από τη δομή των προγραμμάτων σπουδών, η πλέον χαρακτηριστική διαφορά του με τα Λύκεια των άλλων χωρών, έγκειται στη διδακτική μεθοδολογία που ακολουθείται. Επανειλημμένα έχει αποτυπωθεί σε πολλές έρευνες ότι το πρόγραμμα σπουδών του σημερινού Λυκείου στην Ελλάδα (ΥΠΔΒΜΘ, 2011):

- Εστιάζει στη στείρα απομνημόνευση της ύλης και αποθαρρύνει τη δημιουργικότητα και την πρωτοτυπία.
- Δεν λαμβάνει υπόψη του τις κλίσεις και τα ενδιαφέροντα των μαθητών.
- Φορτώνει με άγχος και πίεση τους μαθητές που έχουν επιπτώσεις στην προσωπική και τη σχολική ζωή των εφήβων και οδηγούν σε απαξίωση του σχολείου.
- Οδηγεί σε αδυναμία εμπέδωσης της ύλης λόγω του κατακερματισμού του σχολικού χρόνου σε πολλά γνωστικά αντικείμενα
- Παράλληλα, ακυρώνεται ο παιδαγωγικός ρόλος των εκπαιδευτικών, πολλοί από τους οποίους προσπαθούν με το λιγοστό διδακτικό χρόνο που διαθέτουν να καλύψουν ασθμαίνοντας μια υπερφορτωμένη και εγκυκλοπαιδικού τύπου ύλη.

Ειδικότερα, όσον αφορά στις Φ.Ε, οι μαθητές δεν έρχονται σε επαφή με τη μεθοδολογία διερεύνησης των φαινομένων της φύσης και της ζωής που αυτές θεραπεύουν. Η μεθοδολογία αυτή αποτελεί θεμελιώδη πυλώνα σκέψης και δράσης, ο οποίος υποστηρίζει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων τόσο από τους πολίτες όσο και τα θεσμοθετημένα όργανα.

Οι επιστημονικές ενώσεις (ΕΕΦ, ΕΕΧ, ΠΕΒ) (2011) έχουν επισημάνει το πρόβλημα έλλειψης επιστημονικού εγγραμματισμού και ειδικότερα του εγγραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες, ως αποτέλεσμα των ΑΠΣ και κυρίως του τρόπου διδασκαλίας των ΦΕ και έχουν καταθέσει έγκαιρα τις προτάσεις τους (Βαβάσης, κ.ά, 2008).

ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ: ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Το μάθημα της φυσικής στο Γενικό Λύκειο πρέπει (Βαβάσης κ.ά, 2008):

- να αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα μελέτης των φυσικών φαινομένων, των φυσικών νόμων και των εφαρμογών τους που θα αφορά στο σύνολο των μαθητών
- να αναπτύσσει και να επεκτείνει – ειδικά στην Α΄ Λυκείου - θεματικές ενότητες που διδάχτηκαν στο γυμνάσιο
- να δίνει πιο εξειδικευμένη γνώση στους μαθητές που επιθυμούν να συνεχίσουν τις σπουδές τους σε θετικές-τεχνολογικές επιστήμες ή /και σε εκείνους που έχουν ιδιαίτερη κλίση και ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες.

Οι διδακτικοί στόχοι του μαθήματος της Φυσικήςστο σύγχρονο σχολείο μπορούν να διακριθούν σε Γενικούς και Ειδικού οι οποίο κατατάσσονται σε μεθοδολογικούς, τεχνικούς και γνωστικούς. Συγκεκριμένα:

Γενικοί στόχοι

- Να καλλιεργηθεί η περιέργεια για τα φυσικά φαινόμενα και η εμπιστοσύνη στις πειραματικές μεθόδους που τα εξερευνούν.
- Να αναπτυχθεί η ικανότητα, αλλά και η συνήθεια, να διατυπώνονται ουσιαστικές ερωτήσεις, οι οποίες θα διαχωρίζουν το κεντρικό από το τετριμμένο και ανούσιο, κατά την παρατήρηση ή μελέτη διαδικασιών και φαινομένων.
- Να προετοιμαστεί η περαιτέρω μελέτη σε βάθος στην επιστήμη γενικότερα και στη φυσική ειδικότερα.
- Να γίνουν ευδιάκριτα και να είναι ενήμεροι οι μαθητές για τα κοινά σημεία όλων των επιστημών ως προς τη μεθοδολογία και τα αντικείμενα (π.χ. ενέργεια).
- Να προωθηθεί η ιδέα στους μαθητές και αυριανούς πολίτες ότι για πολλά οικονομικά φαινόμενα της ζωής μας μπορεί η φυσική αιτιολόγηση να αποτελεί μία σημαντική και αντικειμενική αξιολόγησή τους (π.χ. αξιολόγηση των «επιστημονικών δεδομένων» που παρουσιάζονται στη διαφήμιση).
- Να δίνεται, όπου ο χρόνος επιτρέπει, προσοχή στην ιστορική εξέλιξη της φυσικής.
- Να αναπτυχθεί η γλωσσική ικανότητα έκφρασης των μαθητών.
- Να δοθεί στους μαθητές η ευκαιρία να γευτούν την πνευματική ικανοποίηση που μπορεί να προέλθει από την προσέγγιση της λεπτότητας, της δύναμης και της ομορφιάς της επιστημονικής σύλληψης του σύμπαντος.

Ειδικοί

Μεθοδολογικοί

- Να αναπτυχθεί η ικανότητα περιγραφής, εξήγησης και πρόβλεψης των φυσικών φαινομένων.
- Να αναπτυχθεί η ικανότητα παρατήρησης σε δομημένες καταστάσεις (πειράματα) αλλά και σε ασυνήθιστες περιπτώσεις. Η κινητοποίηση για σχεδιασμό πειραμάτων είναι συχνά αποτέλεσμα παρατηρήσεων έξω από το εργαστήριο.
- Να αναπτυχθεί η ικανότητα σχεδιασμού πειραμάτων, τόσο γενικά (τι διατάξεις και συσκευές διατίθενται και τι κάνει η κάθε μία) όσο και ως προς την αρχή (μεταβλητές, αρίθμηση και σχέση μεταξύ των μεταβλητών, κλπ.)
- Να αναπτυχθεί η ικανότητα καταγραφής των πειραματικών αποτελεσμάτων και να συνδυάζονται αυτά με τις παρατηρήσεις με ακρίβεια και οικονομία.
- Να μπορούν οι μαθητές να επεξεργάζονται τα πειραματικά αποτελέσματα και να εφαρμόζουν μαθηματικές τεχνικές. Ιδιαίτερη προσοχή να δίνεται στην χρήση πινάκων και διαγραμμάτων.
- Να αναπτύξουν η μαθητές την ικανότητα να διερευνούν όλες τις πιθανές σχέσεις που εμφανίζονται πίσω από τα παρατηρούμενα φαινόμενα και να δίνουν επαρκείς εξηγήσεις για το τι παρατηρούν. Να εξασκηθούν στη διατύπωση και τον έλεγχο των υποθέσεων.
- Να αναπτυχθεί η επιμονή και η αυτοσυγκέντρωση μαζί με την επίγνωση ότι η περισσότερη γνώση αποκτάται από τις «ανωμαλίες» που εμφανίζονται σε ένα γενικό πλαίσιο ή σχέδιο.

Τεχνικοί

- Να μπορούν να εφαρμόζουν καλά οργανωμένες και ασφαλείς μεθόδους στο εργαστήριο.

- Να κατανοήσουν τη λειτουργία και χρήση συσκευών και εξοπλισμού.
- Να μπορούν να κατανοούν και φτιάχνουν μία διάταξη που θα τους περιγράψουν ή θα δουν σε φωτογραφία.
- Να είναι ικανοί να εφαρμόζουν τις αρχές της φυσικής ώστε να αναλύουν και να λύνουν θεωρητικά και πρακτικά προβλήματα, ή να κατανοούν τη συμπεριφορά πραγμάτων και καταστάσεων που δεν αποτελούν αντικείμενο πειραματικής μελέτης.
- Να γίνει κατανοητή η έννοια του φυσικού μοντέλου, τα πλεονεκτήματά του και οι περιορισμοί του.

Γνώση και κατανόηση

- Οι μαθητές θα πρέπει να αποκτήσουν γνώση και να κατανοήσουν φυσικές ποσότητες και τις σχέσεις τους στις παρακάτω θεματικές ενότητες (πεδία):
  - Δύναμη, πίεση, ορμή έργο, ενέργεια, ισχύς (και υδροστατική;)
  - Χρόνος, διάστημα, μετατόπιση, ταχύτητα, επιτάχυνση
  - Ηλεκτρικό φορτίο, ρεύμα, διαφορά δυναμικού, αντίσταση
  - Ηλεκτρικές, μαγνητικές και βαρυτικές δυνάμεις
  - Θερμότητα, θερμοκρασία και ιδιότητες της ύλης που σχετίζονται με αυτές
  - Περιοδικά φαινόμενα και έννοια του κύματος
  - Ατομική , πυρηνική φυσική και ακτινοβολία
- Να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και εμβάθυνση στη σπουδαιότητα των διατηρούμενων ποσοτήτων (ενέργεια, φορτίο) μελετώντας αυτά τα φαινόμενα, φαινομενικά ανεξάρτητα, μαζί.
- Να γίνουν κατανοητές οι μονάδες μέτρησης, η σχέση τους και οι μετατροπές από τη μία στην άλλη, με ιδιαίτερη έμφαση στο SI.
- Να έχουν ιδέα της τάξης μεγέθους των πραγματικών καταστάσεων.

ΤΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Ζούμε σε μια εποχή ραγδαίων επιστημονικών ανακαλύψεων που καθορίζουν όλο και περισσότερο την καθημερινότητα, στο πλαίσιο αυτό κάθε πολίτης καλείται να πάρει θέση για ζητήματα όπως:

- Ρύπανση του περιβάλλοντος και συνέπειές της (ακτινοβολίες, υπερθέρμανση του πλανήτη, τρύπα του όζοντος, ευτροφισμός, όξινη βροχή κ.ά.),
- Ανάγκη για ήπιες και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας,
- Χρήση πυρηνικής ενέργειας,
- Ανάγκη για αειφορία και βιώσιμη ανάπτυξη,
- Νέες ιατρικές προσεγγίσεις και νέα φάρμακα,
- Γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα,
- Κλωνοποίηση,
- Διατροφικές κρίσεις,
- Διαχείριση φυσικών πόρων,
- Διαχείριση απορριμμάτων.

Μια χώρα με πολίτες επιστημονικά αναλφάβητους δεν μπορεί να:

- επενδύει κοινωνικά στη βασική επιστημονική έρευνα,
- διαχειρίζεται σωστά τους φυσικούς πόρους της,
- προστατεύει το περιβάλλον,
- έχει πολίτες που συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων,
- έχει επιστημονικά ενημερωμένη νομοθεσία.

Δυστυχώς τα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ επικεντρώνονται, κυρίως, στην ανάπτυξη γνωστικών κυρίως δεξιοτήτων, ενώ νύξεις γίνονται για την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, ικανοτήτων επικοινωνίας κλπ. Οι στόχοι τους κυριαρχούνται από ρήματα του τύπου «να διατυπώνει», «να υπολογίζει», «να περιγράφει», «να εφαρμόζει», «να αναπαριστά» κλπ (Ψηφιακό σχολείο, 2012).

Στα νέα ΑΠΣ της Φυσικής Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας και της Βιολογίας Α΄ Λυκείου Ψηφιακό σχολείο, 2012, έχει γίνει προσπάθεια να ξεφύγουμε από τα παραπάνω (Πίνακας 1).

Παρ' όλα αυτά η διδασκαλία των ΦΕ επικεντρώνεται στο γνωστικό τομέα παραμελώντας το συναισθηματικό και τον ψυχοκινητικό.

- Να προσεγγίσουν ποιοτικά, ποσοτικά και πειραματικά βασικές έννοιες και νόμους της Φυσικής, οι οποίοι θα τους επιτρέψουν να κατανοήσουν πώς λειτουργούν πολλές συσκευές και μηχανές από την καθημερινή ζωή, καθώς επίσης και μερικά τυπικά φυσικά φαινόμενα που θα συναντήσουν στη ζωή τους.
- Να ασκηθούν στην παρατήρηση, περιγραφή/ερμηνεία και πρόβλεψη των φυσικών φαινομένων.
- Να καλλιεργήσουν νοητικές δεξιότητες για την αντιμετώπιση προβλημάτων, αναπτύσσοντας κριτική σκέψη, δημιουργική φαντασία και ικανότητα επικοινωνίας.
- Να αναπτύξουν πρακτικές δεξιότητες με το χειρισμό οργάνων, διατάξεων και συσκευών.
- Να κατανοήσουν το νόημα του καταμερισμού του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού.
- Να κατανοήσουν τον κεντρικό ρόλο της Φυσικής Επιστήμης στην ανάπτυξη της τεχνολογίας, η οποία με παράλληλο σεβασμό στο περιβάλλον, έχει ως συνέπεια τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ανθρώπων.
- Να εκτιμήσουν τη συμβολή των μεγάλων επιστημόνων και εφευρετών στην πρόοδο της Φυσικής και στην ανάπτυξη της αντίστοιχης τεχνολογίας που αυτή συνεπάγεται.
- Να αντιληφθούν την αλληλεπίδραση μεταξύ της εξέλιξης της Φυσικής και των αντίστοιχων κοινωνικο-οικονομικών αλλαγών.
- Να προσεγγίσουν ποιοτικά, ποσοτικά και πειραματικά βασικές έννοιες και νόμους της Φυσικής

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΕΦ

Η επιτροπή Παιδείας της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, προκειμένου να συμβάλει στην αναβάθμιση της διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής στο Λύκειο, εκπόνησε και πρότεινε στην εκπαιδευτική κοινότητα και την πολιτική αρχή του υπουργείου Παιδείας ένα ΑΠΣ, το οποίο εστιάζει στην επίτευξη των παραπάνω στόχων. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει την πρόταση της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών για τη διδακτέα ύλη της Φυσικής στο Γενικό Λύκειο (Βαβάσης κ.ά, 2008)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ

ΤΑΞΗ	**ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ**	**ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΩΡΕΣ**
Α	ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΠΩΣ ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ ΚΙΝΟΥΝΤΑΙ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΣΩΜΑΤΑ • Η έννοια του Στερεού Σώματος • Η έννοια του Κέντρου Μάζας	2
	ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ • Κινηματική • Μεταβαλλόμενη κίνηση • Ομαλή κυκλική κίνηση • Μηχανικές Ταλαντώσεις • Δύναμη • Νόμοι Δυναμικής	22 + 8 ώρες πείραμα
	ΣΤΑΘΕΡΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ Διατήρηση της Ενέργειας Ενέργεια Έργο Ορμή – Κρούσεις Ορμή Κρούσεις	16 + 3 ώρες πείραμα

	ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ • Μηχανική του στερεού σώματος • Κινηματική Στερεού Σώματος • Δυναμική Στερεού Σώματος • Σταθερές Κίνησης του Στερεού Σώματος • Ροπή αδράνειας - Ενέργεια στην Περιστροφή • Στροφορμή	20 ώρες + 1 ώρα πείραμα
Β	ΜΕΡΟΣ Α: ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΔΙΩΝ ΠΕΔΙΑ • Βαρυτικό πεδίο • Ηλεκτροστατικό πεδίο • Δυναμική Ενέργεια – Δυναμικό • Εφαρμογές • Δορυφόροι • Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο – πυκνωτές	24 ώρες + 3 – 4 ώρες πείραμα
	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ • Ηλεκτρικό ρεύμα (συνεχές – εναλλασσόμενο) • Ηλεκτρικές πηγές - Ηλεκτρική ενέργεια • Μαγνητισμός • Ηλεκτρομαγνητισμός	41 ώρες + 9 – 7 ώρες πείραμα
	ΜΕΡΟΣ Β: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ • Περιγραφή κυκλώματος Thomson • Λυχνίες –Ημιαγωγοί-Τρανσίστορ	2 ώρες
	ΑΤΟΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ • Thomson, Rutherford, Bohr, • Ενεργειακές στάθμες + απλοί υπολογισμοί • Φάσματα • Φωτόνια - E = hf	9 ώρες
	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑ • Αξιώματα της Ειδικής Σχετικότητας • Συστολή μήκους, Διαστολή Χρόνου • Ισοδυναμία Μάζας Ενέργειας • Μεταβολή μάζας με ταχύτητα • Εισαγωγή στη Γενική Σχετικότητα-Αρχή της Ισοδυναμίας- Η ανώτατη ταχύτητα είναι τοπικό όριο • Κοσμολογία (Αναφορά στην εξέλιξη του σύμπαντος με τη χρήση οπτικοακουστικών μέσων)	8 ώρες
	ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ • Πυρήνας και νουκλεόνια • Πυρηνικές Δυνάμεις • Σωματίδια και σωμάτια - Quarks και λεπτόνια Έλλειμμα μάζας και ενέργεια σύνδεσης (χωρίς μαθηματικό τύπο) • Ραδιενέργεια • Πυρηνικές Αντιδράσεις (χωρίς μαθηματικό τύπο για τη θερμότητα αντίδρασης) • Σχάση • Σύντηξη (Σχάση και σύντηξη με τη βοήθεια και οπτικοακουστικού υλικού) • Βιολογικά Αποτελέσματα της Ακτινοβολίας	12 ώρες

Γ	ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ • Απλές συναρτήσεις: γραμμική, $αχ^2$, α/χ, γραφικές παραστάσεις τους – κλίση καμπύλης-παράγωγος, • Απλή στερεομετρία • Πρόσημο τριωνύμου • Διανυσματικός λογισμός	5 ώρες
	ΣΥΝΘΕΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Σύνθετα προβλήματα κινητικής Κύλιση Στερεού Σώματος Ώθηση – Κρούσεις (Με διατήρηση ορμής και στροφορμής) Σύνθετα θέματα Ταλαντώσεων (ταλαντώσεις με κρούση, Ταλαντώσεις με απόσβεση) Μηχανική ρευστών – Πεδίο Ροής ταχυτήτων –Εξίσωση Συνέχειας	25 ώρες + 3 ώρες πείραμα
	ΣΥΝΘΕΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ • Κινήσεις φορτίων σε Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία • Θεμελιώδεις Νόμοι Ηλεκτρομαγνητισμού • Ηλεκτρικά κυκλώματα	26 ώρες + 4 ώρες πείραμα
	ΚΥΜΑΤΑ • Συμβολή • Περίθλαση • Πόλωση • Στάσιμα Κύματα • Παραγωγή ΗΜ κυμάτων • Doppler – μηχανικά – ηλεκτρομαγνητικά –σεισμικά κύματα	14 ώρες + 3 ώρες πείραμα
	ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ • Κυματική και σωματιδιακή φύση του φωτός Κύματα De Broglie • Αρχή Απροσδιοριστίας • Άτομο Η - Τροχιακά	10 ώρες + 2 ώρες πείραμα
	ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ • Ιδανικά αέρια – μεταβολές • Κατανομή Maxwell • Κατανομή Boltzman - Βαρομετρικός τύπος • Πρώτος Θερμοδυναμικός Νόμος + εφαρμογές • Δεύτερος Θερμοδυναμικός Νόμος + εφαρμογές • Εντροπία • Κύκλος Carnot • Πραγματικά αέρια (van der Waals) – όριο τα ιδανικά	16 ώρες

Χαρακτηριστικά και καινοτομίες που εισάγει

Το ΑΠΣ στηρίζεται στις αρχές του εποικοδομητισμού και της κατευθυνόμενης ανακάλυψης και έχει στόχους σαφείς και μετρήσιμους.

Οι διαφορές του με τα μέχρι τώρα ισχύοντα ΑΠΣ συνοψίζονται στα εξής:

1. Καθιέρωση ξεχωριστού εργαστηριακού μαθήματος πειραματικής φυσικής – 12 δίωρα πειράματα το χρόνο (Πίνακας 3).

Τα οφέλη για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς είναι προφανή, καθώς:

Μπορούν να επιτευχθούν οι στόχοι που προαναφέρθηκαν.

- Καλύπτεται μέρος της ύλης και γίνονται οι αναγκαίες επαναλήψεις της ύλης του γυμνασίου π.χ.

σύνδεση αντιστατών.
- Αυξάνονται οι ώρες διδασκαλίας για τους συναδέλφους φυσικούς.

2. Καταργούνται οι κατευθύνσεις στη Β΄ Λυκείου και στη Γ΄ Λυκείου διδάσκεται η φυσική μόνο στις κατευθύνσεις. Ένας μαθητής τελειώνοντας τη Β΄ τάξη έχει πάρει τις απαραίτητες γνώσεις φυσικής

3. Το ΑΠ. θεωρείται ως συνέχεια αυτού του Γυμνασίου (ισχυροποίηση Γυμνασίου),. Οι γνώσεις που αποκτήθηκαν στο γυμνάσιο δεν καταργούνται, δεν γίνεται επικάλυψη ύλης, οικοδομείται η γνώση και δίνεται η ευκαιρία για διδασκαλία περισσοτέρων θεμάτων της φυσικής.

4. Περισσότερο πλάτος – λιγότερο βάθος (ειδικά σε Α΄ και Β΄ Λυκείου). Είναι προτιμότερη η γνωριμία των μαθητών με ένα ευρύτερο σύνολο περιοχών της φυσικής, εις βάρος ειδικευμένων γνώσεων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τα κύματα τα οποία διδάσκονται αναλυτικά στη Γ Γυμνασίου και στην πρόταση μας διδάσκονται πλέον στη Γ Λυκείου, καθώς και η Θερμότητα η οποία διδάσκεται αναλυτικά στην Β Γυμνασίου και στην πρόταση μας εμφανίζεται η θερμοδυναμική στην Γ Λυκείου.

5. Προτείνεται η χρήση οπτικοακουστικού υλικού και προγραμμάτων προσομοίωσης.
Τα οφέλη και σε αυτήν την περίπτωση, για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, είναι πολλαπλά καθώς:
Μπορούν να επιτευχθούν οι στόχοι που προαναφέρθηκαν.
- Γίνεται το μάθημα πιο ευχάριστο και πιο ενδιαφέρον καθώς μιλάει τη σύγχρονη γλώσσα των μαθητών.
- Βελτιώνεται η ικανότητα κατανόησης των φυσικών εννοιών ακόμα και σε δύσκολα σημεία τα οποία δεν μπορούν να αναπαρασταθούν εύκολα πειραματικά καθώς οπτικοποιείται η φυσική γνώση με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων (π.χ. Java applets) και χρήση διδακτικών DVD.

6. Προτείνεται ειδικό πρόγραμμα για τα ΕΠΑΛ, προσαρμοσμένο στις ιδιαίτερες ανάγκες τους.

7. Κάποιες σημειώσεις για την ύλη:
- κατά τη διάρκεια της Α΄ Λυκείου, οι μαθητές θα γνωρίσουν τις κινήσεις ενός μηχανικού στερεού (μεταφορική και στροφική) σε επίπεδο περιγραφής (κινηματική) και ερμηνείας (δυναμική), ενώ θα τις προσεγγίσουν και ενεργειακά.
  - μια σημαντική διαφοροποίηση που προτείνεται είναι η κατάργηση της έννοιας του «*υλικού σημείου*» και η εισαγωγή, αντ' αυτής, της έννοιας «*κέντρο μάζας μηχανικού στερεού*». Έτσι, αντί για την μελέτη των κινήσεων ενός «*υλικού σημείου*», προτείνεται η μελέτη των μεταφορικών κινήσεων ενός μηχανικού στερεού. Μέχρι σήμερα, στην Α΄ Λυκείου, αναφερόμαστε σε «*υλικά σημεία*». Βέβαια, στις ασκήσεις, επειδή συνειδητοποιούσαμε τη χρησιμότητα σεναρίων δανεισμένων από την καθημερινή ζωή των μαθητών, αναφερόμασταν σε αυτοκίνητα και άλλα σώματα ….
  - η μελέτη της στροφικής κίνηση ενός μηχανικού στερεού μεταφέρεται στην ύλη της Α΄ Λυκείου, από εκείνη της Γ΄ Λυκείου (Θετική και Τεχνολογική Κατεύθυνση) που είναι σήμερα, με τις ανάλογες φυσικά «εκπτώσεις» τόσο στο περιεχόμενο (δεν προσεγγίζονται σύνθετες κινήσεις), όσο και στο πλήθος των γνώσεων που επιδιώκεται να κατακτηθούν. Η διδακτική της προσέγγιση έχει κεντρικό άξονα την αντιστοίχησή της με την μεταφορική κίνηση.
  - καθοδηγούνται οι μαθητές σε μια πιο σύγχρονη γνώση καθώς παρουσιάζονται τα φυσικά μεγέθη μέσα από μια πιο σύγχρονη ματιά. Παράδειγμα στην Α Λυκείου όπου οι έννοιες της ενέργειες και της ορμής που από το 1905 είναι επιστημονικά ενοποιημένες σαν συνιστώσες του ίδιου διανύσματος παρουσιάζονται στο ίδιο κεφάλαιο με τίτλο: "Σταθερά Μεγέθη στην Κίνηση".
  - η αρμονική ταλάντωση, ως μεταφορική κίνηση ενός μηχανικού στερεού, μεταφέρεται στην ύλη της Α΄ Λυκείου, από εκείνη της Β' Λυκείου (Γενική Παιδεία) που είναι σήμερα.
  - στη Β΄ Λυκείου οι μαθητές πρέπει να έλθουν σε επαφή με θέματα της σύγχρονης φυσικής και τεχνολογίας, τα οποία συναντούν στην καθημερινή τους ζωή. Θέματα όπως ηλεκτρονική, ατομική και πυρηνική φυσική , η Θεωρία της Σχετικότητας μεταφέρονται στην Β΄ Λυκείου από τη Γ΄ που μέχρι τώρα υπήρχαν (όλοι γνωρίζουμε τα προβλήματα με τη φυσική γενικής παιδείας στη Γ΄ τάξη)..
  - η Φυσική απαντά σε ερωτήματα των μαθητών τα οποία γεννιώνται στην καθημερινή ζωή, και τους δίνει τα απαραίτητα εφόδια για να καταλάβουν τον κόσμο του 21ου αιώνα.
  - στη Γ΄ Λυκείου το μάθημα γίνεται 4ωρο και εμβαθύνει σε ειδικότερα θέματα.

ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΉΣ ΦΥΣΙΚΗΣ
Α΄ΛΥΚΕΙΟΥ • Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση • Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση

- Φαινομενικό βάρος σώματος με κατακόρυφη επιτάχυνση
- Κυκλική κίνηση (εικονικό εργαστήριο για το κωνικό εκκρεμές)
- Σύνθεση δυνάμεων
- Νόμοι τριβής
- Απλό εκκρεμές
- Κεκλιμένο επίπεδο
- Μοχλός
- Τροχαλία
- Μετατροπή δυναμικής ενέργειας σε κινητική και αντίστροφα
- Ροπή αδράνειας (ποιο σώμα θα φθάσει πρώτο στη βάση κεκλιμένου επιπέδου)

Β ΛΥΚΕΙΟΥ

- Ηλέκτριση σώματος με την επίδραση άλλου ηλεκτρισμένου σώματος
- Ηλεκτρικό πεδίο - Δυναμικές γραμμές
- Ισορροπία σταγόνας σε ηλεκτρικό πεδίο
- Πραγματοποίηση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου
- Σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά
- Σύνδεση Αντιστάσεων σε παραλληλία
- Συνδεσμολογία και λογική Αμπερομέτρου – Βολτομέτρου
- Εξάρτηση της αντίστασης από τη θερμοκρασία
- Μετασχηματιστές
- Εύρεση εσωτερικής αντίστασης κινητήρα
- Αυτεπαγωγή – φορά του ρεύματος από αυτεπαγωγή
- Αλληλεπίδραση παράλληλων ρευμάτων

Γ΄ΛΥΚΕΙΟΥ

- Συντονισμός
- Αρχή Αρχιμήδη
- Εξίσωση Bernoulli
- Φασματογράφος μάζας-εφαρμογές.
- Χρονοκυκλώματα RC, RL ρυθμιστικές διατάξεις
- Παραγωγή μαγνητικού πεδίου από ηλεκτρικό ρεύμα
- Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
- Επίδειξη ελεύθερης και εξαναγκασμένης ταλάντωσης, συντονισμός
- Κύμα σε ηχητικό σωλήνα
- Σχισμές Young
- Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο, Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο
- Μέλαν Σώμα – Νόμος Wien (ηλεκτρικός λαμπτήρας)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Θα πρέπει λοιπόν και μέσα από το μάθημα της Φυσικής να φροντίσουμε να αλλάξουμε την εικόνα του Λυκείου κάνοντας το προσιτό, χρήσιμο αλλά και ενδιαφέρον στο μαθητή. Θα πρέπει να ενσωματώσουμε στην ύλη της Φυσικής του Λυκείου τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες που θα πρέπει να έχει ο πολίτης του 21ου αιώνα. Ταυτόχρονα θα πρέπει να "σπάσουμε" όσο μπορούμε τη σύνδεση Α και Β Λυκείου με τις εισαγωγικές εξετάσεις στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Θα πρέπει λοιπόν να δώσουμε τα κατάλληλα ερεθίσματα ώστε ο μαθητής από μόνος του να « βιώσει » την σπουδαιότητα της επιστήμης της Φυσικής αλλά και την χρησιμότητα της.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

4. Βαβάσης, Γ., Γκίκας, Ε., Καράβολας, Β., Κοκκωνάκης, Σ., Κουντούρης, Ε., Παυλικάκης, Γ., Τσεφαλάς Κ., Ψαλίδας, Α. (2008). *Πρόταση Αναλυτικού Προγράμματος Φυσικής Λυκείου*, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα, 105 σελ.
5. ΕΕΦ, ΕΕΧ, ΠΕΒ (2011). *Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νέο Σχολείο*, Επιστολή προς Υπουργό ΠΔΒΜΘ.
6. Μακρή-Μπότσαρη, Ε. (2006). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών, *Τεύχος Επιμορφωτικού Υλικού*, Επιμόρφωση στελεχών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και Εκπαιδευτικών στο Δ.Ε.Π.Π.Σ., τα Α.Π.Σ. και το Νέο Διδακτικό Υλικό του Γυμνασίου ΥΠΕΠΘ – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα, σελ. 7-10.
7. ΥΠΔΜΘ (Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων) (2011). Πρόταση για το Νέο Λύκειο. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://paspif.gr/wpcontent/uploads/2011/07/neo_lykeio.pdf

Συνεδρία Π2

Αντιλήψεις και στάσεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής. Μελέτη περίπτωσης

Παρασκευάς Παρασκευάς

Σχολικός Σύμβουλος Δημοτικής Εκπαίδευσης Σερρών
pparaskeya@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έρευνας που αφορούσε την καταγραφή και διερεύνηση των αντιλήψεων, στάσεων και απόψεων εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της φυσικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 166 εκπαιδευτικοί δημόσιων δημοτικών σχολείων που υπηρετούσαν τη σχολική χρονιά 2010-2011 στους νομούς Ροδόπης και Έβρου. Για τη συλλογή του εμπειρικού υλικού της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με 18 κλειστές ερωτήσεις, άλλες με θετική και άλλες με αρνητική διατύπωση, με πιθανές απαντήσεις σύμφωνα με την πεντάβαθμη κλίμακα Likert και κατανεμημένες σε τυχαία σειρά. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν θετική στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής, κάτι το οποίο αποτελεί ιδιαίτερα αισιόδοξο στοιχείο για την ανάπτυξη και εφαρμογή της επιστήμης στη σχολική πραγματικότητα, καθώς αποτελεί βασική επιδίωξη της εκπαίδευσης για τις φυσικές επιστήμες στο σχολείο σήμερα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *αντιλήψεις, στάσεις, απόψεις εκπαιδευτικών, διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα αποτελεί ερευνητικό αντικείμενο κατά τα τελευταία χρόνια η καταγραφή και διερεύνηση των αντιλήψεων και στάσεων των εκπαιδευτικών για μια σειρά ζητημάτων που αφορούν το γνωστικό και παιδαγωγικό περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών, με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της διδασκαλίας τους γενικότερα και ειδικότερα στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Η σημαντικότητά τους οφείλεται στο γεγονός ότι αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή τους στο σχολικό πλαίσιο, προσδιορίζοντας έτσι την επιτυχία της εφαρμογής των αντίστοιχων προγραμμάτων σπουδών των Φυσικών Επιστημών (Δημητρίου 2010). Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η δημοσίευση σχετικών ερευνών σε συνέδρια και περιοδικά σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αλλά και η αλλαγή των Αναλυτικών Προγραμμάτων και των εγχειριδίων Φυσικής Δημοτικού.

Διάφοροι ερευνητές έχουν διαπιστώσει (Κοτσίνας & Κώτσης, 2011) ότι οι εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης έχουν αρνητική στάση απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες και εξαιτίας της αρνητικής στάσης δεν διδάσκουν καθόλου τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, είτε τα διδάσκουν πρόχειρα και βαρετά, ώστε το όφελος για τους μαθητές τους να είναι ελάχιστο. Επιπρόσθετα, η συμπεριφορά και η στάση του εκπαιδευτικού ως προς το μάθημα των Φυσικών επιστημών επηρεάζει ειδικότερα το μάθημα της Φυσικής.

ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΟΣΑΦΗΝΙΣΕΙΣ

Οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν περίπλοκα σύνολα αντιλήψεων (clusters of beliefs) και διαμορφώνουν στάσεις (attitudes) γύρω από κάθε διδακτικό ζήτημα ή κατάσταση.

Με τον όρο «στάσεις» εννοούμε «τις τάσεις, την προδιάθεση των υποκειμένων να ανταποκρίνονται με κάποιο ομοιόμορφο τρόπο, ευμενώς ή δυσμενώς, έναντι συγκεκριμένων γεγονότων, ατόμων ή φορέων, αντικειμένων ή μαθημάτων», περιέχουν το στοιχείο της υποκειμενικής αντίληψης και αξιολόγησης βασικών παραμέτρων της κατάστασης που εξετάζεται, προέρχονται από προηγούμενες εμπειρίες, θετικές ή αρνητικές του ατόμου, επηρεάζοντας τα συναισθήματα και τη συμπεριφορά του (Φιλίππου & Χρίστου 2001).

Ως «αντιλήψεις» ενός ατόμου μπορούν να θεωρηθούν οι πεποιθήσεις οι σχετικές με ένα αντικείμενο ή μια κατάσταση, οι οποίες όμως έχουν έντονο το στοιχείο της υποκειμενικότητας. Κάθε άτομο, ανάλογα με τις εμπειρίες που κουβαλάει από το παρελθόν, έχει τις δικές του αντιλήψεις. Οι αντιλήψεις προκύπτουν από προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες, δημιουργούνται σταδιακά και είναι σχετικά μόνιμες, ενώ οι στάσεις προέρχονται από την αλληλεπίδραση γνώσεων και συναισθημάτων και είναι ευμετάβλητες (Φιλίππου & Χρίστου 2001).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Είναι κοινή διαπίστωση ότι οι αντιλήψεις επηρεάζουν τις στάσεις και ότι οι στάσεις διαμορφώνουν τις πρακτικές των ατόμων. Έτσι, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η διερεύνηση των γνώσεων και η μελέτη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής, καθώς από τις γνώσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η αποτελεσματικότητα της προσέγγισής τους (Τζαμπερής & Παπαβασιλείου, 2011).

Ειδικότερα οι στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών απέναντι στη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής είναι πολύ σημαντικές, καθώς αποτελούν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει τόσο τη διδασκαλία όσο και την ίδια τη μάθηση. Στη διεθνή βιβλιογραφία οι συχνότερα αναφερόμενοι παράγοντες που διαμορφώνουν τις στάσεις των εκπαιδευτικών έχουν να κάνουν με τα προσωπικά χαρακτηριστικά, το βαθμό εμπειρίας και ικανότητας, τα τεχνικά προβλήματα, την αντίσταση στην αλλαγή σε συνδυασμό με το άγχος που αυτές οι αλλαγές επιφέρουν (Γκούφας, 20l1).

Οι στάσεις αυτές διαμορφώνουν σχέδια δράσης, τα οποία καθορίζουν το καθημερινό πλαίσιο των εκπαιδευτικών ενεργειών, αποφάσεων και συμπεριφορών στην τάξη. Κατά συνέπεια, οι παιδαγωγικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αποτελούν ισχυρές ενδείξεις των παιδαγωγικών σχεδιασμών, των διδακτικών επιλογών και των πρακτικών τους στην τάξη (Pajares 1992, όπως αναφέρεται στο Τζιμογιάννης & Σιόρεντα, 2007).

Οι στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών απέναντι στη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό (Χαλκιά, 1999, Δημητρίου, 20l0):

- Το «πώς» και «πόσο» διδάσκεται το μάθημα της Φυσικής στη σχολική αίθουσα.
- Τη στάση που οι μαθητές αναπτύσσουν ως προς το μάθημα της Φυσικής.
- Τη στάση που οι μαθητές αναπτύσσουν ως προς την επιστημονική μεθοδολογία.
- Την επιτυχία πολλών εκπαιδευτικών καινοτομιών που αποτολμούνται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.
- Τη συμπεριφορά των ίδιων των εκπαιδευτικών μέσα στη σχολική αίθουσα κατά τη διδασκαλία της Φυσικής.
- Την προσωπική ικανοποίηση ή δυσαρέσκεια που οι εκπαιδευτικοί αποκομίζουν από το επάγγελμά τους.

Το φύλο των εκπαιδευτικών παίζει καθοριστικό ρόλο τόσο στη διαμόρφωση της στάσης τους όσο και στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες προσλαμβάνουν το μάθημα, ενώ τα χρόνια υπηρεσίας δεν φαίνεται να παίζουν ουσιαστικό ρόλο στη διαμόρφωση στάσης ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής (Χαλκιά, 1999).

Το μάθημα της Φυσικής κρίνεται καθοριστικό στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση για τον καθορισμό της εικόνας του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών, καθώς επίσης και για τη δημιουργία στάσης των μαθητών και εκπαιδευτικών ως προς αυτό. Η Φυσική κυριαρχεί έναντι των άλλων μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών όσον αφορά την ποσότητα του περιεχομένου που επεξεργάζεται, καθώς επίσης και από άποψη διδακτικών ωρών. Ως εκ τούτου, το μάθημα της Φυσικής διαμορφώνει κατά ένα μεγάλο μέρος την εικόνα που έχουν οι μαθητές/τριες για όλες τις Φυσικές Επιστήμες.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΕΙΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Πρόκειται για εκπαιδευτική περιγραφική έρευνα με εφαρμογή της μεθόδου της επισκόπησης, καθώς επιδιώκει την αποτύπωση των συνεπών στάσεων και αντιλήψεων των εκπαιδευτικών κάποια δεδομένη στιγμή (Bird et all,1999).

ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει τη σχέση των εκπαιδευτικών του δείγματος με τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής στη σχολική τάξη. Ειδικότεροι στόχοι της έρευνας είναι να ανιχνεύσει τις αντιλήψεις και τις στάσεις τους ως προς τη διδασκαλία των θεματικών ενοτήτων της Φυσικής, που διδάσκονται στα πλαίσια του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών στην Ε' και Στ' Δημοτικού. Τα νέα δεδομένα που υπάρχουν σε σχέση με προηγούμενη αντίστοιχη έρευνα (Χαλκιά, 1999), όπως Δ.Ε.Π.Π.Σ., νέα Α.Π.Σ. Φυσικών Επιστημών, νέα σχολικά εγχειρίδια, καθώς και το ενδιαφέρον των ερευνητών για την καταγραφή της ειδικότερης εικόνας της συγκεκριμένης περιοχής, αποτελούν τους λόγους για την αναγκαιότητα διεξαγωγής της συγκεκριμένης έρευνας.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Ερευνητικά ερωτήματα αποτέλεσαν ο βαθμός συμφωνίας, διαφωνίας και αναποφασιστικότητας των εκπαιδευτικών με διατυπώσεις (θετικές ή αρνητικές) που σχετίζονται με τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής και εκφράζουν τη στάση τους απέναντι:

- στην επαρκή γνώση του περιεχομένου της Φυσικής (ερ. 1,3,8,10,17),
- σ' αυτό καθαυτό το μάθημα της Φυσικής (ερ. 5,7,13),
- στη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη και την καθημερινή ζωή των παιδιών (ερ. 4,12,18),
- στην ανάπτυξη ικανοτήτων και δεξιοτήτων των μαθητών (ερ. 2,15),

- στην επάρκεια χρόνου για προετοιμασία της διδασκαλίας και της επικοινωνίας με τους μαθητές τους (ερ. 14,16),
- στη διάθεση ελεύθερου χρόνου για εμπλουτισμό των γνώσεων και πρακτικών τους και την κάλυψη αδυναμιών τους (ερ. 6,9),
- στη συμβολή του μαθήματος της Φυσικής στον εμπλουτισμό των γνώσεων και των εμπειριών των ίδιων των εκπαιδευτικών (ερ. 11).

και σε σχέση: α) με το φύλο των εκπαιδευτικών και β) με τα χρόνια υπηρεσίας τους στην εκπαίδευση.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑ

Ο πληθυσμός στον οποίο απευθύνθηκε η έρευνα είναι οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν σε δημόσια Δημοτικά Σχολεία των νομών Ροδόπης και Έβρου κατά τη σχολική χρονιά 20l0-2011.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 166 εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο στο Π.Ε.Κ. Αλεξανδρούπολης κατά τη διάρκεια επιμόρφωσής τους. Να σημειωθεί ότι η επιμόρφωση δεν αφορούσε ειδικά το μάθημα της Φυσικής και δεν δίδασκαν όλοι/όλες εκείνη τη χρονιά στην Ε΄ ή στην Στ΄ τάξη. Η επιλογή αυτή έγινε διότι η συγκεκριμένη επισκόπηση είναι μικρής κλίμακας και βρίσκεται πολύ κοντά στον χώρο εργασίας του ερευνητή. Το δείγμα είναι επομένως τυχαίο αλλά όχι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού, είναι όμως λιγότερο περίπλοκο στη συγκρότησή του, πολύ λιγότερο δαπανηρό και απολύτως επαρκές για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Είναι ένα είδος δειγματοληψίας που χαρακτηρίζεται ως «βολική» δειγματοληψία (Cohen & Manion, 1994).

Από το σύνολο του δείγματος οι 55 (33%) ήταν άντρες και οι 111 (67%) γυναίκες. Αναφορικά με τα χρόνια υπηρεσίας οι 125 εκπαιδευτικοί (75%) είχαν έως l0 έτη υπηρεσίας, οι 20 (12%) από 11 έως 20, οι 21 (13%) πάνω από 21 έτη υπηρεσίας.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο, το οποίο περιελάμβανε: α) 18 «κλειστές» ερωτήσεις, από τις οποίες οι 15 πρώτες ερωτήσεις (7 θετικές και 8 αρνητικές κατανεμημένες σε τυχαία σειρά) μετρούν τη στάση των εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής, ενώ οι 3 ερωτήσεις (16,17,18) εκφράζουν ευρύτερες απόψεις και στάσεις των εκπαιδευτικών ως προς ορισμένες παραμέτρους που έχουν σχέση με τη διδασκαλία της Φυσικής, με πιθανές απαντήσεις σύμφωνα με την πεντάβαθμη κλίμακα Likert (*συμφωνώ πολύ, συμφωνώ λίγο, είμαι αναποφάσιστος ή δε με αφορά, διαφωνώ λίγο, διαφωνώ πολύ,* ποσοτικοποιημένες για στατιστική επεξεργασία). β) 2 ερωτήσεις που αφορούσαν το φύλο και τα έτη υπηρεσίας των εκπαιδευτικών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε από την Κρυσταλλία Χαλκιά (Χαλκιά, 1999) και χρησιμοποιήθηκε σε δική της έρευνα ειδικά για να ανιχνεύσει τις στάσεις των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής το 1994 (βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ).

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS v.17 των Windows.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για την ποσοτική μέτρηση του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε η πεντάβαθμη κλίμακα Likert με διαβαθμίσεις «συμφωνώ πολύ», «συμφωνώ λίγο», «είμαι αναποφάσιστος» ή «δε με αφορά», «διαφωνώ λίγο», «διαφωνώ πολύ», και με βαθμολογία από 1 έως 5.

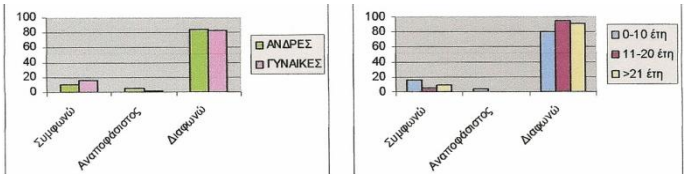
Η στατιστική ανάλυση των απαντήσεων των υποκειμένων στις 18 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου κατέδειξε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Ερωτήσεις	**Συμφωνώ πολύ**	**Συμφωνώ λίγο**	**Είμαι αναποφάσιστος - Δεν με αφορά**	**Διαφωνώ λίγο**	**Διαφωνώ πολύ**
1	9 (5,5%)	14 (8,4%)	5 (3,0%)	38 (22,9%)	100 (60,2%)
2	72 (43,4%)	69 (41,6%)	4 (2,4%)	13 (7,8%)	8 (4,8%)
3	14 (8,5%)	44 (26,5%)	4 (2,4%)	51 (30,7%)	53 (31,9%)
4	120 (72,3%)	35 (21,1%)	2 (1,2%)	6 (3,6%)	3 (1,8%)
5	6 (3,6%)	13 (7,8%)	5 (3,0%)	35 (21,1%)	107 (64,5%)
6	46 (27,7%)	64 (38,6%)	10 (6,0%)	32 (19,3%)	14 (8,4%)
7	10 (6,0%)	13 (7,8%)	3 (1,8%)	39 (23,5%)	101 (60,9%)
8	18 (10,8%)	58 (34,9%)	2 (1,2%)	43 (25,9%)	45 (27,2%)
9	88 (53,0%)	50 (30,1%)	3 (1,9%)	18 (10,8%)	7 (4,2%)
10	11 (6,6%)	28 (16,9%)	3 (1,8%)	56 (33,7%)	68 (41,0%)
11	117 (70,5%)	41 (24,7%)	4 (2,4%)	3 (1,8%)	1 (0,6%)
12	18 (10,8%)	16 (9,6%)	2 (1,2%)	38 (22,9%)	92 (55,5%)
13	20 (12,0%)	68 (41,0%)	20 (12,0%)	40 (24,1%)	18 (10,9%)
14	22 (13,3%)	58 (34,9%)	7 (4,2%)	52 (31,3%)	27 (16,3%)
15	54 (32,5%)	78 (47,0%)	8 (4,8%)	22 (13,3%)	4 (2,4%)
16	18 (10,8%)	40 (24,1%)	9 (5,5%)	50 (30,1 %)	49 (29,5%)
17	3 (1,8%)	21 (12,7%)	4 (2,4%)	49 (29,5%)	89 (53,6%)
18	5 (3,0%)	16 (9,6%)	3 (1,9%)	46 (27,7%)	96 (57,8%)

Πίνακας 1: Κατανομή συχνότητας των τιμών των μεταβλητών (ερωτήσεων)

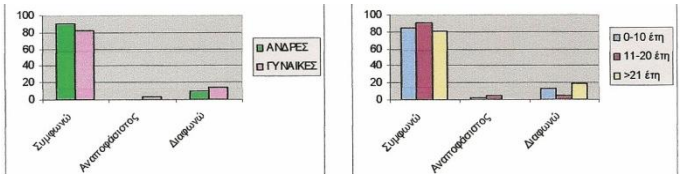
Από τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι από τους εκπαιδευτικούς του δείγματος:

Το 83,1% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι προτιμούν να μη διδάξουν Φυσική, γιατί είναι μια επιστήμη που καλύπτει ένα τεράστιο εύρος θεμάτων και δεν μπορούν να έχουν τον έλεγχο της γνώσης όλων αυτών των θεμάτων (σχήμα 1).



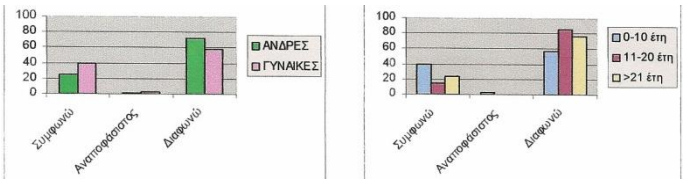
Σχήμα 1: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 1)

Το 85% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι όταν διδάσκουν Φυσική αισθάνονται ότι με το μάθημα αυτό συμβάλλουν άμεσα στη διαμόρφωση κοινωνικά ενεργών πολιτών (σχήμα 2).



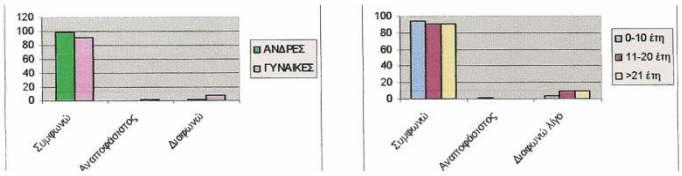
Σχήμα 2: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 2)

Το 62,6% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι όταν διδάσκουν Φυσική αισθάνονται ανασφαλείς, γιατί υπάρχουν αρκετές έννοιες της Φυσικής που είτε δεν έχουν κατανοήσει είτε αγνοούν. Το 34,9% συμφωνεί με την παραπάνω πρόταση (σχήμα 3).



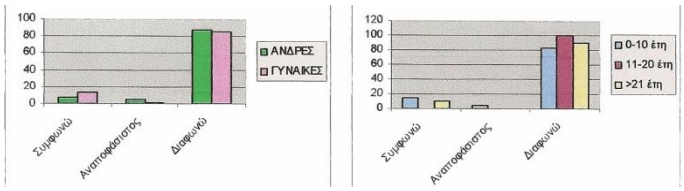
Σχήμα 3: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 3)

Το 93,4% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι τους αρέσει να διδάσκουν Φυσική, γιατί με το μάθημα αυτό μπορούν να συνδέουν τα φυσικά φαινόμενα και τις σχετικές έννοιες που διδάσκουν με την καθημερινή ζωή των μαθητών τους (σχήμα 4).



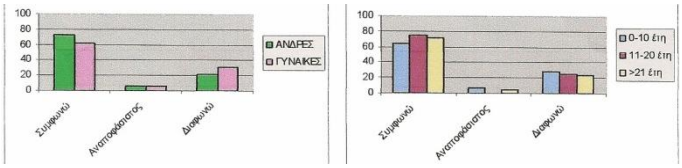
Σχήμα 4: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 4)

Το 85,6% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι από τα διάφορα μαθήματα που έχουν να τη δυνατότητα να διδάξουν, περισσότερο βαριούνται τη Φυσική (σχήμα 5).



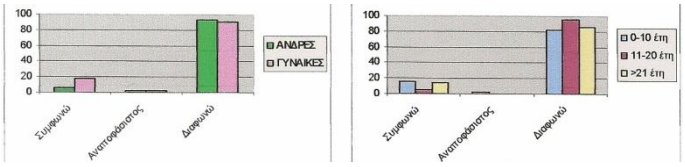
Σχήμα 5: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 5)

Το 66,3% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι προκειμένου να εφαρμοστούν νέες μέθοδοι διδασκαλίας της Φυσικής, ευχαρίστως θα διέθεταν 3-5 ώρες εβδομαδιαίως από τον ελεύθερο χρόνο τους για να προετοιμαστούν. Το 27,7% διαφωνεί, ενώ αναποφάσιστο δηλώνει το 6% (σχήμα 6).



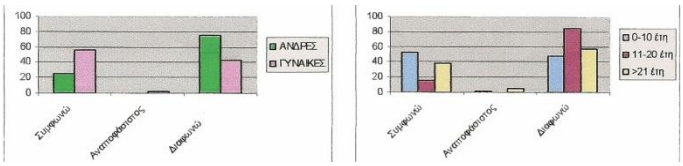
Σχήμα 6: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 6)

Το 84,3% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι δεν τους αρέσει το μάθημα της Φυσικής και γι' αυτό δυσκολεύονται να το διδάξουν σωστά, ενώ το 13,8% συμφωνεί (σχήμα 7).



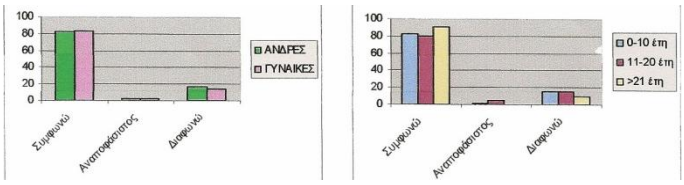
Σχήμα 7: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 7)

Το 53% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι εκείνο που τους φοβίζει στη διδασκαλία της Φυσικής είναι ότι, ειδικά στο μάθημα αυτό, οι ερωτήσεις των παιδιών μπορεί να είναι απρόβλεπτες και συχνά δεν μπορούν να τις απαντήσουν. Το 45,7% συμφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 8).



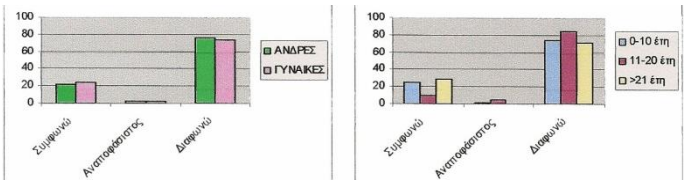
Σχήμα 8: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 8)

Το 83,1% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι δεν υπάρχουν θέματα Φυσικής που να μην μπορούν να κατανοήσουν και όταν αισθανθούν ότι έχουν κενά θα αναζητήσουν πρόσθετη βοήθεια ώστε τελικά να καλύψουν τις αδυναμίες τους. Το 15% διαφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 9).



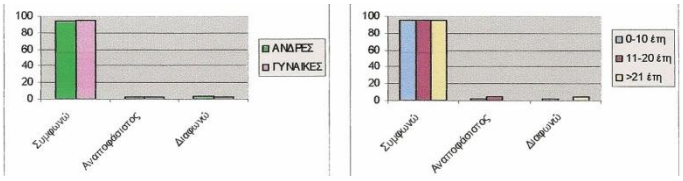
Σχήμα 9: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 9)

Το 74,7% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι δεν έχουν κατανοήσει τη Φυσική σε τέτοιο βαθμό, ώστε πραγματικά να διδάσκουν τους μαθητές τους με απλό τρόπο τις διάφορες έννοιες και φαινόμενα που μελετά η Φυσική. Το 23,5% συμφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 10).



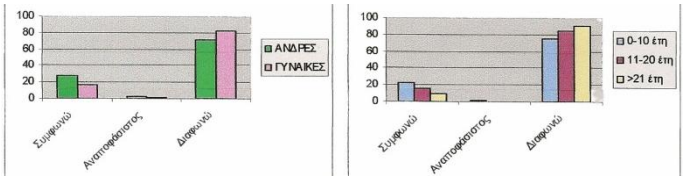
Σχήμα 10: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 10)

Το 95,2% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η διερεύνηση φυσικών φαινομένων μαζί με τους μαθητές τους στο μάθημα της Φυσικής τους ευχαριστεί γιατί συχνά τους πλουτίζουν με πρόσθετες γνώσεις και εμπειρίες (σχήμα 11).



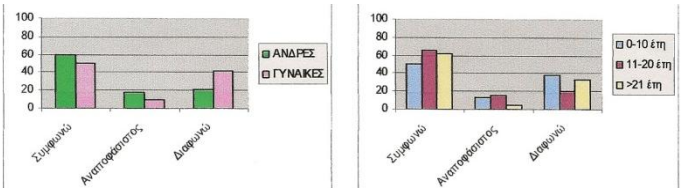
Σχήμα 11: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 11)

Το 78,3% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι έχουν την αίσθηση ότι αυτά που διδάσκουν στο μάθημα τη Φυσικής, αφορούν πολύ λίγο τη ζωή των μαθητών τους και τον κόσμο τους. Το 20,4% συμφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 12).



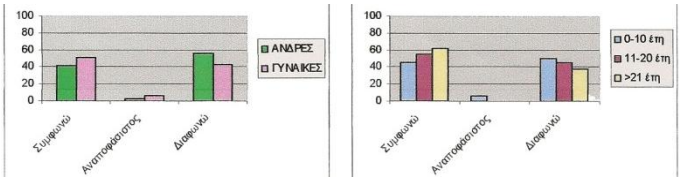
Σχήμα 12: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 12)

Το 53% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι από όλα τα μαθήματα που μπορούν να διδάξουν η Φυσική είναι το μάθημα που τους αρέσει περισσότερο. Το 34,8% διαφωνεί με τη θέση αυτή, ενώ αναποφάσιστο δηλώνει το 12% (σχήμα 13).



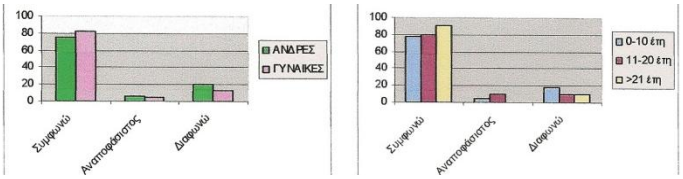
Σχήμα 13: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 13)

Το 48,2% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι οι περιορισμένες ώρες του μαθήματος της Φυσικής κάθε εβδομάδα και κυρίως ο αυστηρός χαρακτήρας του περιεχομένου της Φυσικής, δεν τους αφήνουν περιθώρια να αγγίξουν με αυτά που λένε τον ψυχικό κόσμο των μαθητών τους. Το 47,6% διαφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 14).



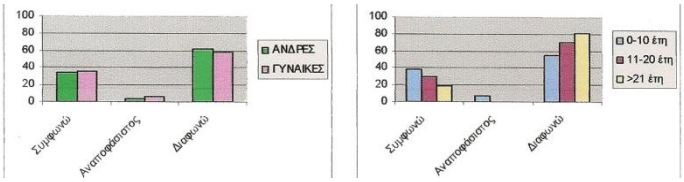
Σχήμα 14: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 14)

Το 79,5% συμφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι τους αρέσει να διδάσκουν το μάθημα της Φυσικής, διότι με το μάθημα αυτό, ίσως περισσότερο από κάθε άλλο μάθημα, καλλιεργείται η κριτική ικανότητα των μαθητών τους. Το 15,7% διαφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 15).



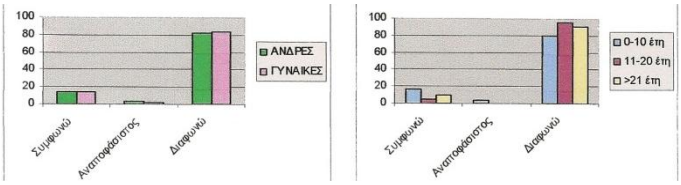
Σχήμα 15: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 15)

Το 59,6% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, στο ότι η έλλειψη χρόνου για την κατάλληλη προετοιμασία τους στο μάθημα της Φυσικής, έχει σαν αποτέλεσμα να μη διδάσκουν «σωστά» το μάθημα αυτό. Το 34,9% συμφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 16).



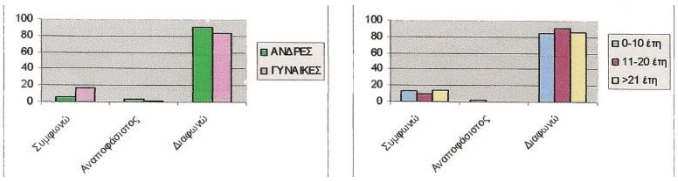
Σχήμα 16: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 16)

Το 83,1% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι όποτε αισθάνονται ότι οι γνώσεις τους για να διδάξουν ορισμένα θέματα Φυσικής δεν είναι επαρκείς, προτιμούν να τα παρακάμπτουν ή να τα προσπερνούν γρήγορα. Το 14,5% συμφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 17).



Σχήμα 17: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 17)

Το 85,5% διαφωνεί, είτε πολύ είτε λίγο, με την πρόταση ότι όταν διδάσκουν Φυσική, δυσκολεύονται να συνδέσουν τα θέματα που διδάσκουν με την καθημερινή ζωή. Το 12,6% συμφωνεί με τη θέση αυτή (σχήμα 18).



Σχήμα 18: Κατανομή συχνότητας ως προς το φύλο και ως προς τα έτη υπηρεσίας (ερ. 18)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διερεύνηση των στάσεων και αντιλήψεων των εκπαιδευτικών Π.Ε., ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής, είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι μας παρέχει πληροφορίες για τον τρόπο διδασκαλίας και για το «κλίμα» που δημιουργείται στη σχολική αίθουσα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσης με τα αποτελέσματα της έρευνας που έγινε το 1999 (Χαλκιά, 1999) μετά και τη μεσολάβηση αλλαγών στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) και τη συγγραφή νέων σχολικών εγχειριδίων για το μάθημα της Φυσικής με βάση τα δεδομένα σύγχρονων ερευνών που αναφέρονται γενικότερα στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος ισχυρίζεται ότι δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερες δυσκολίες κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής που έχουν να κάνουν με τη γνώση του περιεχομένου της (ερ. 1,3,7). Αυτό τους δημιουργεί εμπιστοσύνη στην ικανότητά τους να διδάσκουν Φυσική και μια ψυχολογική ασφάλεια κατά τη διδασκαλία της. Οι γυναίκες και οι νέοι (έως 1Ο έτη υπηρεσίας) εκπαιδευτικοί το εκφράζουν αυτό σε μικρότερο βαθμό. Τα παραπάνω δείχνουν ότι, σε σχέση με προηγούμενη έρευνα (Χαλκιά, 1999), έχουμε διαφοροποίηση των στάσεων και απόψεων των εκπαιδευτικών προς μία θετικότερη κατεύθυνση, σε μικρότερο όμως βαθμό των γυναικών και των νεότερων εκπαιδευτικών του δείγματος.

Οι γυναίκες και οι νεότεροι εκπαιδευτικοί (έως 1Ο έτη υπηρεσίας) φαίνεται να έχουν μια δασκαλοκεντρική και παραδοσιακή εικόνα του επιτυχημένου δασκάλου, η οποία προϋποθέτει ότι ο ικανός δάσκαλος πρέπει να μπορεί να απαντήσει στο οποιοδήποτε ερώτημα των μαθητών του (ερ. 8), κάτι το οποίο δεν φαίνεται να συμμερίζονται οι άνδρες και οι έχοντες εμπειρία άνω των 1Ο ετών εκπαιδευτικοί.

Οι εκπαιδευτικοί (ιδιαίτερα οι άνδρες και οι εκπαιδευτικοί άνω των 1Ο ετών υπηρεσίας) ισχυρίζονται πως αισθάνονται ότι μπορούν να διδάσκουν τους μαθητές με απλό και κατανοητό τρόπο τις έννοιες και τα φαινόμενα της Φυσικής (ερ. 10). Σε συνδυασμό δε με τη θετική στάση των εκπαιδευτικών ως προς τη δυνατότητα του μαθήματος της Φυσικής να ασκεί την κριτική ικανότητα των μαθητών (ερ. 15) και ότι με το μάθημα αυτό συμβάλλουν άμεσα στη διαμόρφωση κοινωνικά ενεργών πολιτών (ερ. 2), φανερώνει ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν επαρκή γνώση της μεθοδολογίας και της διδακτικής προσέγγισης της Φυσικής.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις δείχνουν ότι υπάρχει διαφοροποίηση στις στάσεις και στις απόψεις των εκπαιδευτικών του δείγματος σε σχέση με τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας (Χαλκιά, 1999), στην οποία οι εκπαιδευτικοί πολύ συγκρατημένα, διστακτικά και απρόθυμα ανέφεραν ότι αναλαμβάνουν να διδάξουν το μάθημα της Φυσικής, καταφεύγοντας συνήθως σε μια επιφανειακή και επιπόλαιη κάλυψη της «ύλης» του μαθήματος.

Οι εκπαιδευτικοί του δείγματος εκτιμούν το γεγονός ότι το μάθημα της Φυσικής τους επιτρέπει να συνδέουν τα φυσικά φαινόμενα και τις σχετικές έννοιες που διδάσκουν με την καθημερινή ζωή των μαθητών τους (ερ. 4), αφού θεωρούν ότι αυτά που διδάσκουν αφορούν τη ζωή των μαθητών τους και του κόσμου τους (ερ. 12) και ότι έχουν τη ικανότητα να κάνουν εύκολα (όχι με την ίδια ευκολία οι γυναίκες) αυτή τη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη (ερ. 18). Οι αλλαγές τόσο στα Α.Π.Σ. όσο και στα σχολικά εγχειρίδια φαίνεται ότι δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής να κάνει τις απαραίτητες αναγωγές (από τη θεωρία) στον καθημερινό κόσμο των μαθητών, όπως επίσης με αφορμή ένα φαινόμενο της καθημερινότητας να προχωρεί με τις κατάλληλες αφαιρέσεις και γενικεύσεις προς τη θεωρία της Φυσικής.

Αισθάνονται όμως παράλληλα ότι ο χαρακτήρας του μαθήματος της Φυσικής και οι συνθήκες διδασκαλίας του δεν τους επιτρέπουν να έχουν μια γενικότερη επαφή με τους μαθητές τους (ερ. 14). Οι αιτίες των περιορισμών αυτών θα πρέπει να αναζητηθούν στα σχολικά εγχειρίδια και εν γένει στο Α.Π.Σ. του μαθήματος της Φυσικής, στη μέθοδο διδασκαλίας που επιλέγεται και χρησιμοποιείται, στην ικανότητα επικοινωνίας εκπαιδευτικού και μαθητών, καθώς και στο παιδαγωγικό κλίμα της τάξης.

Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος υποστηρίζει ότι κατανοούν τα θέματα της Φυσικής, ενώ όταν αισθανθούν ότι έχουν κενά δηλώνουν ότι θα αναζητήσουν πρόσθετη βοήθεια, ώστε τελικά να καλύψουν τις αδυναμίες τους (ερ. 9) και δεν θα προτιμήσουν να τα παρακάμψουν ή να τα προσπεράσουν στα γρήγορα (ερ. 17). Ο χρόνος όμως δεν τους είναι αρκετός για κατάλληλη προετοιμασία τους, ώστε να διδάξουν «σωστά» το μάθημα (ερ. 16), κάτι το οποίο φαίνεται να τους πιέζει καθοριστικά και να περιορίζει ενδεχομένως τις απαιτήσεις τους για μια αξιοπρεπή διδασκαλία σε μια αρκετά τυπική προετοιμασία για το μάθημα.

Η Φυσική είναι το μάθημα που αρέσει περισσότερο στους μισούς από τους εκπαιδευτικούς του δείγματος (ερ. 13) και κυρίως στους άνδρες και στους έχοντες εμπειρία άνω των 10 ετών υπηρεσίας. Παρόλα αυτά όμως δηλώνουν ότι δεν βαριούνται να διδάξουν το μάθημα της Φυσικής (ερ. 5), εκτιμώντας θετικά την διερεύνηση εννοιών και φυσικών φαινομένων από κοινού με τους μαθητές τους, κάτι το οποίο τους ευχαριστεί διότι τους δίνει τη δυνατότητα να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους και τις εμπειρίες τους (ερ. 11). Γίνεται φανερό ότι οι εκπαιδευτικοί συγκρατημένα και διστακτικά αναλαμβάνουν τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής, όταν όμως αυτό γίνει τότε το διδάσκουν χωρίς να βαριούνται και να καταφεύγουν σε μια επιφανειακή και επιπόλαιη κάλυψη της "ύλης". Αντίθετα μάλιστα βλέπουν ότι με τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής κερδίζουν και οι ίδιοι, αφού εμπλουτίζουν και οι ίδιοι τις γνώσεις τους μαζί με τους μαθητές τους, κάτι το οποίο κρίνεται ως ιδιαίτερα θετικό στοιχείο, καθώς θεωρείται ότι επιτρέπει την άμεση σύνδεση μεταξύ θεωρίας και πράξης.

Ταυτόχρονα αποδέχονται να διαθέσουν, εφ' όσον χρειαστεί, ώρες από τον ελεύθερο χρόνο τους και να συμμετέχουν σε προγράμματα που εφαρμόζουν νέες μεθόδους διδασκαλίας της Φυσικής (ερ. 6), ενώ στην προηγούμενη έρευνα (Χαλκιά, 1999) δήλωσαν ότι πολύ συγκρατημένα θα αποδέχονταν να διαθέσουν από τον ελεύθερο χρόνο τους σε κάτι τέτοιο. Είναι προφανές ότι οι εκπαιδευτικοί είναι διατεθειμένοι και με την προσφορά του ελεύθερου χρόνου τους να επιμορφωθούν σε θέματα μεθοδολογίας και διδακτικής προσέγγισης της Φυσικής. Αυτό πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη από τους υπευθύνους ώστε να οργανώνουν τέτοιου είδους προγράμματα, τα οποία σε συνδυασμό με τις παρεμβάσεις σε ύλη, Α.Π.Σ. και σχολικά εγχειρίδια θα συμβάλλουν θετικά στην ενδυνάμωση τόσο της εμπιστοσύνης των εκπαιδευτικών στην ικανότητά τους να διδάσκουν Φυσική όσο και της ψυχολογικής ασφάλειάς τους κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, τα οποία δεν μπορούν να γενικευτούν εξαιτίας των περιορισμών της που τίθενται από τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του δείγματος, υπάρχει διαφοροποίηση των στάσεων και απόψεων των εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής σε σχέση με προηγούμενη έρευνα που έγινε πριν από 15 χρόνια (Χαλκιά, 1999) με το ίδιο ερωτηματολόγιο.

Η στάση των εκπαιδευτικών του δείγματος κρίνεται ικανοποιητική με περιθώρια επιπλέον βελτίωσης (ιδιαίτερα των γυναικών και των νεότερων εκπαιδευτικών με έως 10 έτη υπηρεσίας) προκειμένου να επιτύχουμε θετικότερα αποτελέσματα από τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής στο δημοτικό σχολείο. Επειδή ο εκπαιδευτικός είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία ή την αποτυχία της διδασκαλίας, θα πρέπει να αισθάνεται την ασφάλεια ότι κατέχει ουσιαστικά το αντικείμενο που διδάσκει, ότι είναι σε θέση να απαντήσει ικανοποιητικά στις ερωτήσεις των μαθητών, απλοποιώντας τις έννοιες χωρίς όμως να αλλοιώνει τη λογική τους. Η πληρότητα της επιστημονικής κατάρτισης δίνει στον εκπαιδευτικό την αυτοπεποίθηση που είναι απαραίτητη για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής.

Η αναδιοργάνωση των προγραμμάτων σπουδών των Φυσικών Επιστημών προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης της γνώσης και των δεξιοτήτων για την αντιμετώπιση των καταστάσεων της επιστήμης στην καθημερινή ζωή, η περαιτέρω βελτίωση των σχολικών εγχειριδίων, ώστε να υποστηρίζουν τις προσπάθειες των εκπαιδευτικών να υιοθετήσουν και να ενσωματώσουν στην τάξη τους σύγχρονες διδακτικές πρακτικές και η υποστήριξη του έργου των εκπαιδευτικών σε κάθε επίπεδο τόσο στη διάρκεια των σπουδών τους όσο και στην επαγγελματική τους πορεία με την επιμόρφωσή τους στην εφαρμογή νέων μεθόδων διδασκαλίας της Φυσικής, είναι προτάσεις που μπορούν να συμβάλουν στην αποτελεσματική διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής στο δημοτικό σχολείο ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της σύγχρονης μεταβαλλόμενης κοινωνίας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ πολύ Κρυσταλλία Χαλκιά για την άδειά της να χρησιμοποιήσω το ερωτηματολόγιο στην παρούσα έρευνα, καθώς και όσους/όσες συμμετείχαν σ’ αυτήν με την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bird, M., Hammersley, M., Gomm, R., Woods, P. (1999). *Εκπαιδευτική Έρευνα στην Πράξη: Εγχειρίδιο μελέτης*, (μτφ. Ε. Φράγκου), Ε.Α.Π., Πάτρα.

2. Cohen, L., Manion, L. (1994). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*, Μεταίχμιο-Επιστήμες, Αθήνα.
3. Δημητρίου, Α. (2010). Οι αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Διαπιστώσεις και προοπτικές. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 32-33, 7-28.
4. Κόκκοτας, Π. (1998). Σύγχρονες προσεγγίσει; στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Αυτοέκδοση. Αθήνα.
5. Κοτσίνας, Γ., Κώτσης, Κ. (2011). Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες της θερμότητας. Στο Γ. Παπαγεωργίου, Γ. Κουντουριώτη (επιμ.) *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*, 542-550.
6. Κουμαράς, Π. (2000). *Πειράματα Φυσικών Επιστημών με υλικά καθημερινής χρήσης*. ΟΕΔΒ, Αθήνα.
7. 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 των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσει; της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών*, 479-486. Στο http://www.uom.gr/kodifeet (προσπελάστηκε στις 24-2-2010).
8. Παρασκευάς, Π. (2007). *Ηλεκτρικό Κύκλωμα: Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων μαθητών έκτης τάξης δημοτικού σχολείου για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και της παρουσίασης των σχετικών εννοιών από το σχολικό εγχειρίδιο*. Αυτοέκδοση. Θεσσαλονίκη.
9. Τζαμπερής, Ν., Παπαβασιλείου, Β. (2011). Γνώσεις, απόψεις και αντιλήψεις εκπαιδευτικών σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον και την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Στο Γ. Παπαγεωργίου, Γ. Κουντουριώτη (επιμ.) *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*, 630-638.
10. Φιλίππου, Γ., Χρίστου, Κ (2001). *Κείμενα παιδείας «Συναισθηματικοί παράγοντες και μάθηση των μαθηματικών»*. ΑΤΡΑΠΟΣ, Αθήνα.
11. Χαλκιά, Κ. (1999). Στάσεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 106, 47-56.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Προτιμώ να μη διδάσκω Φυσική, γιατί η Φυσική είναι μια επιστήμη που καλύπτει ένα τεράστιο εύρος θεμάτων και δεν μπορώ να έχω τον έλεγχο της γνώσης όλων αυτών των θεμάτων.
2. Όταν διδάσκω Φυσική αισθάνομαι ότι με το μάθημα αυτό συμβάλλω άμεσα στη διαμόρφωση κοινωνικά ενεργών πολιτών.
3. Όταν διδάσκω Φυσική αισθάνομαι ανασφαλής, γιατί υπάρχουν αρκετές έννοιες της Φυσικής που είτε δεν έχω κατανοήσει είτε αγνοώ.
4. Μου αρέσει να διδάσκω Φυσική, γιατί με το μάθημα αυτό μπορώ να συνδέω τα φυσικά φαινόμενα και τις σχετικές έννοιες που διδάσκω με την καθημερινή ζωή των μαθητών μου.
5. Από τα διάφορα μαθήματα που έχω τη δυνατότητα να διδάξω, περισσότερο βαριέμαι να διδάξω Φυσική.
6. Προκειμένου να εφαρμοστούν νέες μέθοδοι διδασκαλίας της Φυσικής, ευχαρίστως θα διέθετα 3-5 ώρες εβδομαδιαίως από τον ελεύθερο χρόνο μου για να προετοιμαστώ.
7. Δεν μου αρέσει το μάθημα της Φυσικής και γι' αυτό δυσκολεύομαι να το διδάξω σωστά.
8. Εκείνο που με φοβίζει στη διδασκαλία της Φυσικής είναι ότι, ειδικά στο μάθημα αυτό, οι ερωτήσεις των παιδιών μπορεί να είναι απρόβλεπτες και συχνά δεν μπορώ να τις απαντήσω.
9. Δεν υπάρχουν θέματα Φυσικής που να μην μπορώ να τα κατανοήσω. Όταν αισθανθώ ότι έχω κενά θα αναζητήσω πρόσθετη βοήθεια ώστε τελικά να καλύψω τις αδυναμίες μου.
10. Δεν έχω κατανοήσει τη Φυσική σε τέτοιο βαθμό, ώστε πραγματικά να διδάσκω τους μαθητές μου με απλό τρόπο τις διάφορες έννοιες και φαινόμενα που μελετά η Φυσική.
11. Η διερεύνηση φυσικών φαινομένων μαζί με τους μαθητές μου στο μάθημα της Φυσικής με ευχαριστεί γιατί συχνά με πλουτίζει με πρόσθετες γνώσεις και εμπειρίες.
12. Έχω την αίσθηση ότι αυτά που διδάσκω στο μάθημα τη Φυσικής, αφορούν πολύ λίγο τη ζωή των μαθητών μου και τον κόσμο τους.
13. Από όλα τα μαθήματα που μπορούν να διδάξω, η Φυσική είναι το μάθημα που μου αρέσει περισσότερο

14. Οι περιορισμένες ώρες του μαθήματος της Φυσικής κάθε εβδομάδα και κυρίως ο αυστηρός χαρακτήρας του περιεχομένου της Φυσικής, δεν αφήνουν περιθώρια στον/στην εκπαιδευτικό να αγγίξει με αυτά που λέει τον ψυχικό κόσμο των μαθητών του.
15. Μου αρέσει να διδάσκω το μάθημα της Φυσικής, διότι με το μάθημα αυτό, ίσως περισσότερο από κάθε άλλο μάθημα, καλλιεργείται η κριτική ικανότητα των μαθητών.
16. Η έλλειψη χρόνου για την κατάλληλη προετοιμασία μου στο μάθημα της Φυσικής, έχει σαν αποτέλεσμα να μη διδάσκω «σωστά» το μάθημα αυτό.
17. Όποτε αισθάνομαι ότι οι γνώσεις μου για να διδάξω ορισμένα θέματα Φυσικής δεν είναι επαρκείς, προτιμώ να τα παρακάμπτω ή να τα προσπερνώ γρήγορα.
18. Όταν διδάσκω Φυσική, δυσκολεύομαι να συνδέσω τα θέματα που διδάσκω με την καθημερινή ζωή.

Δημιουργική γραφή και αφήγηση στις φυσικές επιστήμες

Πάρης Παπαδόπουλος

Σχολικός Σύμβουλος Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης
par@hol.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει το συνδυασμό και την εφαρμογή τεχνικών δημιουργικής γραφής και αφήγησης στις φυσικές επιστήμες. Με τη διδακτική αυτή προσέγγιση ξεπερνούμε τα εμπόδια που θέλουν τις φυσικές επιστήμες να εκλαμβάνονται ως δύσκολο και απρόσιτο πεδίο και ταυτόχρονα αποτελεί αφορμή, ώστε μαθητές και μαθήτριες να προβληματιστούν δημιουργικά, να συνεργαστούν να επικοινωνήσουν, να κατανοήσουν το επιστημονικό λεξιλόγιο και να εκφραστούν σε ομάδες ώστε να γράψουν, να παίξουν, να μάθουν για τον κόσμο γύρω τους. Χρησιμοποιώντας τεχνικές που προτείνει κυρίαρχα ο Τζιάνι Ροντάρι στη «Γραμματική της Φαντασίας», φέρνουμε τον κόσμο της φυσικής κοντά τους και παράλληλα προσφέρουμε πολλαπλές δυνατότητες σε μαθητές και μαθήτριες να αλληλεπιδράσουν με τις φυσικές επιστήμες, να ξεδιαλύνουν τις έννοιες και το λεξιλόγιό τους και παράλληλα ν' αναπτύξουν τις γλωσσικές τους δεξιότητες. Παράλληλα η θεματολογία που επιλέγεται αποτελεί μια γέφυρα σύνδεσης των φυσικών επιστημών με την πραγματική, καθημερινή ζωή έτσι ώστε μαθητές και μαθήτριες να επιτυγχάνουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και να διαμορφώνουν μια θετική στάση απέναντι στον κόσμο των φυσικών επιστημών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *έννοιες φυσικών επιστημών, τεχνικές γραπτής και προφορικής έκφρασης, δημιουργική γραφή & αφήγηση, Τζιάνι Ροντάρι*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι φυσικές επιστήμες επηρεάζουν τις ζωές όλων μας, διαμορφώνουν την αντίληψή μας για τον κόσμο που μας περιβάλλει, αναδεικνύουν βασικά ερωτήματα που αφορούν στη σχέση μας με την τεχνολογία και προσπαθούν ν' απαντήσουν σ' αυτά, μέσα από επιστημονικές διαδικασίες και προσεγγίσεις.

Καθημερινά όμως διαπιστώνεται, ότι οι πολίτες λειτουργούν, ως παθητικοί χρήστες της τεχνολογίας, συχνά αδιάφοροι κι αποστασιοποιημένοι από τις εξηγήσεις κι ερμηνείες των φυσικών επιστημών, οι οποίες κι αποτελούν τον πυρήνα πολλών τεχνολογικών εφαρμογών.

Παράλληλα ενώ οι φυσικές επιστήμες επηρεάζουν σχεδόν όλες τις εκφάνσεις της καθημερινής μας ζωής, σήμερα μιλάμε για κρίση που συνίσταται στο μικρό αριθμό μαθητών και μαθητριών που εκδηλώνονται θετικά για τη μελέτη των φυσικών επιστημών, αλλά και στα στερεότυπα που καλύπτουν τις επιστημονικές προσεγγίσεις και έννοιες, ως δύσκολες, ασαφείς και απρόσιτες (Bybee, 1999; Fensham, 2002; Millar, 1983). Οι λόγοι για το φαινόμενο αυτό είναι πολλοί. Μερικοί από αυτούς αναφέρονται στο σύνθετο επιστημονικό πλαίσιο που οικοδομούν τις φυσικές επιστήμες και στην ιδιαιτερότητα του κώδικα επικοινωνίας τους. Η αρνητική εικόνα των μαθητών/τριών οφείλεται στο ότι δεν μπορούν να δουν τις συνδέσεις μεταξύ των φυσικών επιστημών που μελετούν και της πραγματικής, καθημερινής τους ζωής. Η σύνδεση αυτή με την ανάλογη θεματολογία και πρακτική μπορεί να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη φυσική και τη διαμόρφωση μια θετικής στάσης, με βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα. Άλλωστε η πιο κατάλληλη προσέγγιση για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο, είναι η χρήση καταστάσεων από την καθημερινή ζωή, μέσα από ερωτήματα και απορίες που αναδεικνύονται ανάλογα με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού (Κουμαράς, 2006).

Υπάρχει ένας έντονος προβληματισμός για τον τρόπο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, σαν μια ακολουθία εννοιών, μεγεθών, συμβόλων, νόμων και θεωριών τα οποία δεν είναι πάντοτε απαραίτητα, παρά μόνο σε μια μικρή ομάδα μαθητών και μαθητριών που θα ακολουθήσουν μία ανάλογη επαγγελματική καριέρα και συνοδεύεται επιπρόσθετα από ένα δύσκολο και συχνά ασαφές λεξιλόγιο, (κοχλίας, ισχύς, εστίαση, κουάρκ, άτομο κ.λ.π.), (Weisskorf, 1976; Arons, 1992; Lehrman, 1998; Sanders, 2000). Στο δημοτικό σχολείο η διδασκαλία των φυσικών επιστημών, δεν προσφέρεται για συστηματική και σε βάθος ανάλυση των φυσικών φαινομένων, νόμων, εννοιών και σχέσεων, παρά για τη γνωριμία των μαθητών και των μαθητριών με στοιχεία του μακρόκοσμου που τους περιβάλλει και την εξοικείωση και άσκησή τους με τις επιστημονικές διαδικασίες μέσα από καθημερινά, απλά υλικά, έτσι ώστε να ανακαλύπτουν τη γνώση για τον εαυτό τους, ενώ παράλληλα θα αποκτούν στάσεις και δεξιότητες που συμπληρώνουν το προφίλ του σύγχρονου πολίτη (Harlen & Elstgeest, 2005; Κουμαράς, 2008).

Παρόλα αυτά καταγράφονται αρκετές αντιδράσεις που αφορούν τόσο στις δύσκολες έννοιες που περιλαμβάνουν τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (2003), στα οποία βασίστηκαν τα υπάρχοντα βιβλία Φυσικής των Ε΄& Στ΄ τάξεων του δημοτικού, όσο και για τα θέματα γλώσσας των κειμένων που περιλαμβάνονται σ' αυτά (Κουμαράς, 2007). Ιδιαίτερα για τη γλώσσα των κειμένων αναφέρεται πέρα από τη δυσκολία του τεχνικού λεξιλογίου, η γραμματική δομή της «ονοματοποίησης», όπου τα ρήματα μετατρέπονται σε σύνθετες ονοματικές δομές, σε αντίθεση με τη γλώσσα της κοινής εμπειρίας που χρησιμοποιούν και κατανοούν καλύτερα οι μαθητές και οι μαθήτριες. Για παράδειγμα το «νερό βράζει», γίνεται «ο βρασμός του νερού». Στο ίδιο πλαίσιο καταγράφεται ένα πρόβλημα κατανόησης που προκαλεί σύγχυση στους μαθητές και συμβαίνει επειδή υπάρχουν λέξεις που έχουν ταυτόχρονα μια «καθημερινή» και μια «επιστημονική» σημασία, όπως για παράδειγμα οι λέξεις ισχύς και ενέργεια. (Βρατσάλη, 2008). Ακόμη σύμφωνα με τις λεγόμενες αναγνωστικές θεωρίες, οι οποίες έδωσαν έμφαση στη συμβολή του αναγνώστη στη διαδικασία νοηματοδότησης του κειμένου, το νόημα δεν θεωρείται ότι είναι «κλειδωμένο» μέσα στο κείμενο, οπότε χρειάζεται ένα κλειδί ή ένας διαμεσολαβητής που θα το ξεκλειδώσει. Αντίθετα, όπως έδειξε η Louise Rosenblatt (1978), ειδικά για την ανάγνωση των νεαρών αναγνωστών, το νόημα είναι αποτέλεσμα της συνδιαλλαγής του αναγνώστη με το κείμενο.

Τα παραπάνω αναδεικνύουν μια έντονη δυσκολία κατανόησης των εννοιών των φυσικών επιστημών στα πρώτα πολύ βασικά βήματα των μαθητών και μαθητριών των Ε΄ και Στ΄ τάξεων και τα αποτελέσματα των διαγωνισμών PISA, έρχονται να επιβεβαιώσουν τα παραπάνω, καταγράφοντας τις χαμηλές επιδόσεις μαθητών και μαθητριών της χώρας μας τόσο στον Αναγνωστικό, όσο και στον Επιστημονικό Εγραμματισμό (ΙΕΠ, 2012).

Πώς θα μπορούσε ο εκπαιδευτικός της καθημερινότητας όμως, να διδάξει τις φυσικές επιστήμες διαμορφώνοντας μια θετική στάση των παιδιών γι' αυτές και ταυτόχρονα ν' αναπτύξει σε μαθητές και μαθήτριες δεξιότητες δημιουργικής διαχείρισης και κατανόησης του επιστημονικού λεξιλογίου; Μπορούν οι φυσικές επιστήμες να γίνουν μια διασκεδαστική και δημιουργική μαθησιακή εμπειρία; Η δημιουργικότητα άλλωστε θεωρείται μια από τις βασικές ικανότητες κλειδιά που αναπτύσσονται βαθμιαία συνδυάζοντας γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες και επιτρέπουν στο άτομο να δραστηριοποιηθεί αποτελεσματικά στο πλαίσιο μιας περίπλοκης κατάστασης (Craft, 2000; Τσιάκαλος, 2002; Charalambous, 2001).

Οι σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις αντιλαμβάνονται τη μαθησιακή διαδικασία σαν μια προσέγγιση συγκρότησης, ανασυγκρότησης και αναδόμησης (κονστρουκτιβισμός) των γνώσεων με στόχο την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων, αναστοχαστικής και δημιουργικής σκέψης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ευέλικτες, καινοτόμες, διδακτικές πρακτικές καλλιέργειας της αποκλίνουσας σκέψης με στόχο την παραγωγή πολλών εναλλακτικών προτάσεων οι οποίες να αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης μέσα τη μαθητική ομάδα Όταν οι πρακτικές αυτές χρησιμοποιούν τις τέχνες γενικότερα (θέατρο, ζωγραφική, μουσική, λογοτεχνία κ.λ.π.) ως πλαίσιο επεξεργασίας και δημιουργίας, τότε δημιουργούνται συνθήκες διαφοροποιημένης διδασκαλίας που εμπλέκουν το σύνολο των μαθητών και μαθητριών και καλλιεργούν τη δημιουργικότητα. Η ανάπτυξη της δημιουργικότητας των μαθητών μπορεί να επιτευχθεί μέσω της βαθμιαίας εξοικείωσής τους με συγγραφικές πρακτικές (Π.Ι. Κύπρου, 2010). Η διδασκαλία που προωθεί τη δημιουργικότητα, στοχεύει στην επίτευξη ισορροπίας ανάμεσα στη γνώση, τις δεξιότητες και στην καινοτομία. Οι ανοικτού τύπου δραστηριότητες δημιουργικής γραφής και αφήγησης ενθαρρύνουν τη δημιουργικότητα, καθώς δίνουν τη δυνατότητα για πολλές λύσεις και επιδέχονται προσωπικές και ποικίλες ερμηνείες.

Ως δημιουργική γραφή και αφήγηση έχει προσδιοριστεί η ικανότητα του μαθητή να φαντάζεται και να δημιουργεί, να αισθάνεται και να εκφράζεται ελεύθερα, αυθεντικά και πρωτότυπα για τη δική του ικανοποίηση και ευχαρίστηση (Maker, 1993; Morrissey, 2003). Δηλαδή η έκφραση (γραπτή & προφορική), μπορεί να γίνει μια ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική διαδικασία για τους μαθητές και τις μαθήτριες (Maker, 1993), καθώς ανατρέχουν στα προσωπικά τους ενδιαφέροντα και χρησιμοποιούν την φαντασία τους για να εκφραστούν και να αναδείξουν τα αισθήματά τους και τις ιδέες τους (Morrissey, 2003).

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ ΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΦΗΓΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Στις δεξιότητες και ικανότητες του γραμματισμού στις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνονται και: «Η ικανότητα στην ανάγνωση και κατανόηση εκλαϊκευμένων επιστημονικών κειμένων στον τύπο και τη συμμετοχή σε συζητήσεις, αναφορικά με την εγκυρότητά τους και η γνώση και κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών που είναι απαραίτητες για την συμμετοχή τους στην κοινωνική ζωή στο παρόν και στο μέλλον» (Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, 2007).

Σύμφωνα με τη συστηματική γλωσσολογία, η μελέτη της γλώσσας αποτελεί διερευνητική διαδικασία του τρόπου με τον οποίο ο άνθρωπος δομεί τον κόσμο του (Kress, 2003). Στην καθημερινή μας ζωή, στους χώρους εργασίας, στη λειτουργία των media και πολύ περισσότερο στο σχολείο, οι γλωσσικές δεξιότητες, παίζουν καθοριστικό ρόλο στο τρόπο που αλληλεπιδρούμε και εισπράττουμε ή μεταβιβάζουμε τα μηνύματά μας. Η ορθή χρήση του επιστημονικού λεξιλογίου, αποτελεί μέρος της εξέλιξης των δεξιοτήτων της καταγραφής και της επικοινωνίας. Παρόλο που το δημοτικό, βασικά, δεν είναι χρόνος για επιστημονική και μεθοδευμένη μάθηση, παρά περίοδος για διέγερση της μάθησης και του ενδιαφέροντος, για υποκίνηση, στην αναζήτηση, είναι απαραίτητο ο μαθητής και η μαθήτρια, να γνωρίζουν και επιστημονικές έννοιες και αναλύσεις και εξηγήσεις

που να αφορούν σε φυσικά φαινόμενα και σχέσεις που εμπίπτουν στην άμεση αντιληπτικότητά τους (Gardner,1999; Harlen & Elstgeest, 2005; Κουμαράς, 2007α). Επιπρόσθετα υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις και στοιχεία, ότι τα παιδιά από τα πρώτα χρόνια στο δημοτικό σχολείο, μπορούν να εφαρμόσουν μ' ένα σταθερό και συνεπή τρόπο, ποιοτικούς χαρακτηρισμούς (όπως ζεστό-κρύο-δυνατό-αδύναμο) σε στοιχεία αποσπώμενα από μια ποικιλία αισθητηριακών τομέων. Ανάλογη είναι και η άποψη του Vygotsky (1978), ο οποίος υποστηρίζει ότι τα παιδιά χτίζουν αυθόρμητες έννοιες, πολύ πριν να είναι σε θέση να τις ορίσουν με λόγια. Αυτό γίνεται μέσω της καθημερινής αλληλεπίδρασης των παιδιών με τους άλλους ανθρώπους και τα πράγματα. Αντίθετα η επιστημονική έννοια σχηματίζεται συνήθως μέσω ενός λεκτικού ορισμού και χρησιμοποιείται κατά κανόνα σε μη αυθόρμητες περιπτώσεις. Σ' αυτές τις συνειδητές περιπτώσεις επιδιώκουμε οι μαθητές και οι μαθήτριες να χρησιμοποιούν ένα λειτουργικό επιστημονικό λεξιλόγιο, που θα αποτελεί κοινό κώδικα επικοινωνίας, για να εκφράσουν έννοιες, φαινόμενα και σχέσεις των φυσικών επιστημών. Άλλωστε το γλωσσικό ρεπερτόριο των ομιλητών διευρύνεται με τη χρησιμοποίηση της γλώσσας σε όσο γίνεται περισσότερες περιστάσεις επικοινωνίας ή στα πλαίσια της κοινωνικής τους δραστηριοποίησης (Χαραλαμπόπουλος, 2000).

Οι φυσικές επιστήμες συχνά έχουν συνδεθεί με λογοτεχνικά κείμενα, θεατρικές πρακτικές και κόμικς (Duveen & Solomon 1999; Καροτενούτο, 1970; Κασσέτας, 1995& 1996; Μάστορη, 1999 & 2000; Tveita, 1996 & 1998; Χατζημανώλη, 2003& 2004). Τα κείμενα στις παραπάνω εκδόσεις λειτουργούν σαν διαμεσολαβητές ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες και τους μαθητές, ανοίγοντας διαύλους επικοινωνίας, διαλύοντας το μύθο της ερμητικής επιστήμης, μετασχηματίζοντας έννοιες, νόμους και φαινόμενα σε μια γλώσσα απλή και κατανοητή, πέρα από φορμαλισμούς και κανόνες.

Συνδυάζοντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών με τη δημιουργική γραφή και έκφραση μπορώ να έχω ένα αποτελεσματικό συνδυασμό. Από τη μια ξεπερνώ τα εμπόδια που θέλουν τις φυσικές επιστήμες να εκλαμβάνονται ως δύσκολο και απρόσιτο πεδίο κι από την άλλη αποτελεί αφορμή, ώστε μαθητές και μαθήτριες να προβληματιστούν δημιουργικά να συνεργαστούν να επικοινωνήσουν και να εκφραστούν σε ομάδες ώστε να γράψουν, να παίξουν, να μάθουν για τον κόσμο γύρω τους. Δηλαδή φέρνουμε τον κόσμο της φυσικής κοντά τους και παράλληλα ασκούνται, ξεδιαλύνουν τις έννοιες και το λεξιλόγιό τους και παράλληλα καλλιεργούν τις γλωσσικές τους δεξιότητες (Παπαδόπουλος, 2010). Η δημιουργική γραφή και αφήγηση αποτελεί μέρος των βασικών δεξιοτήτων λογοτεχνικού εγγραμματισμού. Απελευθερώνει τη δημιουργικότητα η οποία με τη δυναμική της ενεργοποιεί πολλαπλά μαθητές και μαθήτριες. Δημιουργική γραφή και φυσικές επιστήμες μας προσφέρουν τρόπους να συνδέσουμε τα πράγματα, να τα συσχετίσουμε, να δημιουργήσουμε νέους συνδυασμούς που θα διευρύνουν τα προσωπικά όρια δημιουργικής έκφρασης και κατανόησης μαθητών και μαθητριών. Να μάθουν δηλαδή για τον κόσμο γύρω τους να μιλήσουν, να δημιουργήσουν, να παίξουν. Οι τεχνικές δημιουργικής έκφρασης μετασχηματίζουν τις θεωρίες της φυσικής σε μια γλώσσα φιλική και ελκυστική για τους μαθητές και τις μαθήτριες, ανοίγοντας ταυτόχρονα διαύλους επικοινωνίας με πολλαπλά πεδία της ανθρώπινης δραστηριότητας. Μέσω της δημιουργικής έκφρασης εκπαιδευτικοί και μαθητές, διευκολύνονται στο μεταξύ τους διάλογο κι επικοινωνία.

Η δημιουργική έκφραση είτε γραπτή είτε προφορική, απευθύνεται αρχικά στη συναισθηματική διάσταση της μάθησης, κινητοποιώντας το ενδιαφέρον των παιδιών για τις φυσικές επιστήμες, δίνοντας τους την αίσθηση ότι η εργασία τους έχει νόημα και διαμορφώνοντας ένα θετικό κλίμα στην τάξη. Άλλωστε μαθητές και μαθήτριες εμπλέκονται μ' ένα γνωστικό αντικείμενο όταν περνούν ευχάριστα κατά την ανάπτυξή του, νιώθουν ότι αυτά που τους διδάσκει θα τους είναι χρήσιμα, όταν ήδη γνωρίζουν στοιχεία από αυτά που τους μαθαίνουμε κι ακόμη όταν κατά τη διάρκεια του μαθήματος, έχουν βιώματα κι εμπειρίες επιτυχίας κι αισθάνονται ισότιμα με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριές τους, στο ότι μπορούν κι αυτοί να συνεισφέρουν στην ανάπτυξη κι εφαρμογή του μαθήματος. Τελικά το πως νιώθουν οι μαθητές και οι μαθήτριες, επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο ενεργούν και συμμετέχουν στις μαθησιακές διαδικασίες (Papadopoulos & Seroglou, 2007, 2009; Σέρογλου, 2006; Σέρογλου & Aduriz-Bravo, 2007).

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗΣ ΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΑΦΗΓΗΣΗΣ ΜΕ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Η γραπτή έκφραση συνδέεται άμεσα με την παραγωγή και κατανόηση προφορικού λόγου. Οι πολλαπλές και καθημερινές ευκαιρίες ανάπτυξης αυθεντικής προφορικής έκφρασης, ενισχύουν και στηρίζουν τη γραπτή έκφραση των παιδιών. Οι μαθητές και οι μαθήτριες χρειάζονται συχνά τη στήριξη του/της εκπαιδευτικού για να εκφραστούν γραπτά, κυρίως σε θέματα πέρα από την καθημερινότητά τους, στα πλαίσια μιας μη χρηστικής κατάστασης του μαθήματος «σκέφτομαι και γράφω» (Ματσαγγούρας, 2001). Τα παιδιά έχουν ανάγκη ευκαιριών ώστε να ασκήσουν την προφορική και γραπτή τους έκφραση και οι τεχνικές δημιουργικής γραφής είναι το μέσο που προσφέρει τις ευκαιρίες αυτές, διαμορφώνοντας ένα πλαίσιο που βοηθά τα παιδιά ν' αντιληφθούν το νόημα της συχνά σύνθετης κι αποσπασματικής γλώσσας των φυσικών επιστημών (Paley, 1981; Mages, 2006; McCaslin, 1996). Αποτελεί μια σύγχρονη εκπαιδευτική μέθοδο που προσεγγίζει με βιωματικό τρόπο τον λόγο και τις δυνατότητες του, συνδυάζοντας το παιχνίδι με τη μάθηση. Στηρίζεται στην αναδόμηση των λέξεων, των προτάσεων ή των κειμένων, προϊόν της φαντασιακής δημιουργικής δυνατότητας των μαθητών. Δημιουργική έκφραση θεωρείται κάθε γραφή και αφήγηση, φανταστική λογοτεχνία, ποίηση, ή και μη

φανταστική λογοτεχνία, η οποία ξεφεύγει από τα όρια της τυπικής επαγγελματικής, δημοσιογραφικής, ακαδημαϊκής έκφρασης, ή και των τυποποιημένων μορφών της λογοτεχνίας. Στα πλαίσια της δημιουργικής γραφής και αφήγησης δεν αποτελεί φιλοδοξία η δημιουργία έργων υψηλής λογοτεχνικής ή επιστημονικής αξίας, χωρίς βέβαια και να την αποκλείει. Σύμφωνα άλλωστε με τις Πολιτισμικές Σπουδές (Cultural Studies) που συμβάλλουν στον αναπροσδιορισμό των εννοιών του πολιτισμού και της δημιουργικότητας ο πολιτισμός δεν κατανοείται πλέον ως το σύνολο των έργων της υψηλής τέχνης, αλλά ως ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο σύστημα επικοινωνιακών σχέσεων, αξιών και πρακτικών ζωής (Αποστολίδου, 2012).

Οι παρακάτω τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα και ταυτόχρονα με τα βιβλία της Μελέτης Περιβάλλοντος και Φυσικών Επιστημών, προφανώς σε όλες τις τάξεις του δημοτικού σχολείου και μπορούν να υλοποιηθούν είτε στην αρχή του μαθήματος, είτε μετά τη διδακτική παρέμβαση και να προσαρμοστούν προς την κατεύθυνση της αρτιότερης επιστημονικής έκφρασης. Μπορούμε ακόμη να τις χρησιμοποιήσουμε στα πλαίσια της Ευέλικτης Ζώνης στα προσεγγίζοντας ένα αντίστοιχο σενάριο που εμπλέκει τις φυσικές επιστήμες. Η μελλοντική εφαρμογή του Νέου Αναλυτικού Προγράμματος των φυσικών επιστημών, όταν συμβεί θεωρώ πως επιτρέπει και ευνοεί αυτού του είδους των διδακτικών τεχνικών στην τάξη.

Το θέμα της κάθε διδακτικής πρακτικής που αναπτύσσεται στη συνέχεια δεν αποτελεί αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο, αλλά ερέθισμα που θα προκαλέσει στα παιδιά προβληματισμό και αναζήτηση και θα διαμορφώσει τις προϋποθέσεις για γλωσσική έκφραση από τη μια, στα πλαίσια των φυσικών επιστημών και από την άλλη την αφορμή για την περαιτέρω προσέγγιση και ανάλυση εννοιών των φυσικών επιστημών.

1. Χρησιμοποιώ γειτνιάσεις λέξεων, αλυσίδες λέξεων, καταιγίδα ιδεών, αρκτικόλεξα

Γειτνιάσεις λέξεων (συνώνυμες λέξεις): π.χ. Νέφος, σύννεφο, αντάρα, ομίχλη ή κρύο, ψύχρα, δροσιά, παγωνιά.

Αλυσίδες λέξεων: Λέξεις που μπορούν να συνθέσουν σαν δομικά υλικά το σπίτι της βροχής, το σπίτι του φωτός και σε τελική ανάλυση το σπίτι των φυσικών επιστημών, π.χ. Το σπίτι της βροχής μπορεί αν περιλαμβάνει λέξεις όπως: σύννεφο, βροντή, ουράνιο τόξο κ.λ.π.

Καταιγίδα ιδεών ή ιδεο-καταιγίδα: Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν συχνά αυτή την τεχνική παραγωγής λόγου και ανάδειξης των ιδεών μαθητών και μαθητριών στην τάξη. Στηρίζεται στην αυθόρμητη έκφραση και στους συνειρμούς που συνδέουν λέξεις, έννοιες και ιδέες.

Αρκτικόλεξα: Η τεχνική αποτελεί μια πρόκληση για τη μαθητική μικρο-ομάδα της τάξης, μια και την οδηγεί στην αναζήτηση λέξεων που να σχετίζονται με την έννοια-λέξη που διαμορφώνεται από τα αρχικά τους γράμματα. Απαιτεί δεξιότητες αποκλίνουσας σκέψης, δημιουργικότητας και αναζήτησης και διαχείρισης πληροφοριών.

Φύκια	**Α**νεμώνη	**Τ**ρόφιμο	**Σ**αν
Υγιεινά	**Ν**άρκισσος	**Ρ**ευστό	**Υ**ψώθηκε
Τρώμε	**Θ**υμάρι	**Ο**ίνος	**Ν**ερό
Ομελέτα	**Ο**ρχιδέα	**Φ**ρέσκος	**Ν**έφος
	Σελέσια	**Η**μίγλυκος	**Έ**γινε
			Φανταστικό
			Ουράνιο

2. Οι λανθασμένοι συνειρμοί

Τα βασικό στοιχείο της σκέψης είναι αυτή η δυαδική δομή κι όχι το καθένα χωριστά από τα στοιχεία που την αποτελούν. Η δυάδα, το ζευγάρι, προηγείται, από το μεμονωμένο στοιχείο» (Ροντάρι, 2003). Στη καθημερινότητά μας κατασκευάζουμε συχνά αλυσίδες τέτοιων δυαδικών δομών. Για παράδειγμα η λέξη δροσερό μας φέρνει στο μυαλό σχεδόν πάντοτε το νερό, η λέξη πόλος μπορεί να μας φέρει περισσότερες επιλογές: μαγνητικός, ηλεκτρικός, βόρειος. Η λέξη καθαρός μας οδηγεί στο ουρανός, το πράσινος στο κήπος και πάει λέγοντας. Οι έννοιες των φυσικών επιστημών δεν θα μπορούσαν να εξαιρεθούν από αυτό τον τρόπο σκέψης. Συχνά δε, αποκτούν άλλη δυναμική και νόημα στη καθημερινή μας έκφραση ή ακόμα περισσότερο αναδεικνύουν έναν προσωπικό και λανθασμένο τρόπο έκφρασης. Άσκοπη-ενέργεια, Πυρήνας-αντικαθεστωτικών, Κτηνώδης-δύναμη, Ζεστή- θερμοκρασία, Ακραία-φαινόμενα, Παράνομο-κύκλωμα κ.λ.π.

Στόχος της δραστηριότητας είναι να βρουν μαθητές και μαθήτριες το νόημα αυτών των λέξεων στα πλαίσια των φυσικών επιστημών, να αναδείξουν τα όποια επιστημονικά και εκφραστικά λάθη και στη συνέχεια να συνθέσουν προτάσεις που αναδεικνύουν τη λειτουργία αυτών των εννοιών στις φυσικές επιστήμες και να φτιάξουν ανάλογους εννοιολογικούς χάρτες.

3. Τεχνική φανταστικών υποθέσεων

Η καθαυτή λειτουργία της φαντασίας είναι να οραματίζεται πραγματικότητες και δυνατότητες που δεν μπορούν να αποκαλυφθούν με την πρώτη ματιά, μέσα από την αντίληψη τη συμβατική. Θέλουμε να συνδυάσουμε τη λογική σκέψη με τη φαντασία και την καλλιτεχνική δραστηριότητα (Ροντάρι, 2003). Δημιουργούμε έτσι σενάρια φανταστικών υποθέσεων και καλούμε μαθητές και μαθήτριες σε ομάδες να εκφραστούν πρώτα γραπτά και στη συνέχεια προφορικά στο ακροατήριο της τάξης.

Σενάρια φανταστικών υποθέσεων
Τι θα συνέβαινε αν δεν υπήρχε βαρύτητα στο σπίτι μας;
Τι θα συνέβαινε αν έπεφτε χαλάζι μεγάλο σαν μήλο;
Τι θα συνέβαινε αν εξαφανιζόταν μια μέρα ο ήλιος;
Τι θα συνέβαινε αν έπεφτε χαλάζι όλη μέρα;
Τι θα συνέβαινε αν το νερό δεν ήταν πυκνότερο στους 4οC;
Τι θα συνέβαινε αν παίζαμε μπάσκετ στη Σελήνη;

4. Φτιάχνω ποιήματα που να αρχίζουν από την ίδια λέξη.

Φως ανοίγει δυνατό
Φως που διώχνει το κακό
Φως ωραίο και ζεστό
Φως και ήλιος ζευγάρι παντοτινό
Φως διαπερνά τον ουρανό
Φως αισιοδοξίας και χαράς
Φως φωτόνια πετάς
Φως γρήγορε ταξιδευτή
Φως έλα πάλι στη γη.

Δύναμη αόρατη μα πάντα εκεί
Δύναμη αιτία στην αλλαγή
Δύναμη, έλξη και τριβή
Δύναμη ισχυρή, μαγνητική
Δύναμη, πίεση, ροπή
Δύναμη, άνωση, βαρύτητα
Δύναμη, αλλάζει την ταχύτητα
Δύναμη, δυναμόμετρο μετρώ
Δύναμη βάζω και ασκώ.

5. Σύνθεση Αινίγματος

Η σύνθεση αινιγμάτων από τους μαθητές αποτελεί μια γνωστική και κυρίως μεταγνωστική δραστηριότητα, που προϋποθέτει ότι έχουν κατανοήσει μια σειρά από έννοιες (φυσικών επιστημών στη περίπτωσή μας) και στη συνέχεια μπορούν να δημιουργήσουν ένα ερώτημα μπαίνοντας στη θέση του αναγνώστη που θα το διαβάσει. Κινούνται και στο χώρο της δημιουργίας του προβλήματος και στα πλαίσια της απάντησης. Πρέπει το αίνιγμα να δίνει και επαρκή στοιχεία και να μην είναι ιδιαίτερα προφανές, αλλά κυρίως να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις και την ορολογία των φυσικών επιστημών.

Ας συνθέσουμε αινίγματα:

Μίγμα που βλέπω τα συστατικά διάφανα και καθαρά. Τι είναι; **Ετερογενές μίγμα**

Δεν είναι όγκος, ούτε πυκνότητα, μας δείχνει όμως την ποσότητα. Τι είναι; **Η μάζα**

Παρέα με δύο συστατικά, ίσως να είναι κι άλλα πολλά με ουσία και καθαρά. Τι είναι; **Το μίγμα**

Σωματίδια σεσημασμένα κι αρνητικά φορτισμένα. Τι είναι; **Τα ηλεκτρόνια**

Αν το κοιτάξεις αρχικά, με στόχο μοιάζει από μακριά. Μα έχει πυρήνα και τροχιά. Τι είναι; **Το άτομο**

6. Παραμύθια & Λογοτεχνικά κείμενα ως έμπνευση για την εξήγηση φυσικών φαινομένων και αφετηρία δημιουργικής γραφής

«.....Ύστερα την κλείσανε σ' ένα βαρέλι μαζί με το παιδί, το καρφώσανε καλά καλά, σφαλίσανε τις χαραματιές με πίσσα και στουπιά και το πήγανε κυλώντας ως τη θάλασσα. Μέρες πολλές, βδομάδες, έπλεε το βαρέλι στα πέλαγα....Τ' αστέρια ταξίδευαν στον ουρανό, ξημέρωνε ο ήλιος και βασίλευε ξανά τις νύχτες, φώτιζε το φεγγάρι τον κόσμο...» Το παραμύθι του Ζαλτάν Αλεξάντερ Πούσκιν.

«.. Αρκετά πιο κάτω βρήκε το πανί μια ενυδρίδα. Σκέφτηκε τότε να το χρησιμοποιήσει σαν πανί βάρκας. Η βάρκα της ήταν ο κορμός ενός δένδρου και το πανί, φουσκωμένο από τον αέρα, την έσπρωχνε με μεγάλη ταχύτητα στο ποτάμι».Βιβλίο 12 Τα ταξίδια του Γκιούλιβερ και άλλα παραμύθια.

Ο αφομοιωτικός νους του παιδιού θησαυρίζει μέσα από τη γλώσσα και τα κάθε είδους σήματα του εξωτερικού κόσμου. Πηγές τέτοιων ερεθισμάτων μπορούν να αποτελέσουν τα κάθε λογής παραμύθια αρχικά και στη συνέχεια τα λογοτεχνικά κείμενα. Καθώς το παιδί ταυτίζεται με τον ήρωα ή την ηρωίδα του παραμυθιού παίρνει έναν συγκεκριμένο ρόλο μέσα από τον οποίο συλλέγει πληροφορίες για να καταλάβει τον εαυτό του και τον κόσμο γύρω του. Με αυτόν ακριβώς τον τρόπο τα παιδιά ανακαλύπτουν τον κόσμο, εμπλέκονται σε καταστάσεις που αφορούν την επίλυση προβλημάτων, μαθαίνουν τρόπους επίλυσης αυτών των συγκρούσεων ή θεμάτων, αλλά και πειραματίζονται με νέους τρόπους αντιμετώπισης των δυσκολιών τους. Τα μυστήρια της φύσης ξεδιπλώνονται μέσα από όλα αυτά τα κείμενα μπροστά τους και είναι στο χέρι μας να αποτελέσουν αφορμή και να τα ξεδιαλύνουμε αλλά και να τα πάμε παρακάτω, δίνοντάς τους την ευκαιρία να μας διηγηθούν τη δική τους εκδοχή, ή συνέχεια του παραμυθιού ή της ιστορίας. Για παράδειγμα βοηθώντας τα παιδιά να αναρωτηθούν τι περιείχε ή τι θα μπορούσε να περιέχει το αερόστατο της παραπάνω ιστορίας μπορούμε και να μιλήσουμε για έννοιες των φυσικών επιστημών αλλά και να διευρύνουμε την έκφραση των παιδιών, βάζοντάς τους στη θέση των ηρώων του Ιούλιου Βέρν.

7. Οι ερωτήσεις Scamper

Η ικανότητα της ενόρασης, η δυνατότητα δηλαδή του να βλέπουμε συνάφειες & σχέσεις μεταξύ ιδεών και πραγμάτων βασιζόμενοι σε λίγες πληροφορίες και δεδομένα μας, ανοίγει δρόμους για τη δημιουργική γραφή και τη δημιουργικότητα γενικότερα. Για παράδειγμα ο Νεύτωνας εμπνεύστηκε από την πτώση του μήλου για να διατυπώσει το νόμο της βαρύτητας. Άλλη ικανότητα για τη δημιουργική γραφή αποτελεί και η νοερή απεικόνιση δεδομένων, η οποία και μπορεί ν' αναπτυχθεί με το συνδυασμό της παραδοσιακής προφορικής αφήγησης, με τις πολλαπλές δυνατότητες που προσφέρουν τα σημερινά πολυμέσα (ψηφιακή αφήγηση). Μια από τις τεχνικές καλλιέργειας της δημιουργικής γραφής και σκέψης αποτελούν οι ερωτήσεις Scamper S=Substitute (αντικαθιστώ), C=Compine (Συνδυάζω), A=Adapt (Προσαρμόζω), M=Modify (Τροποποιώ), P=Put to a new use (Βρίσκω άλλη χρήση), E=Eliminate (Απλοποιώ, εξαλείφω), R=Reverse (Αντιστρέφω). Οι ερωτήσεις Scamper έχουν την παρακάτω μορφή:

1 Τι θα έκανες μεγαλύτερο, πιο πλατύ και ισχυρό;

2. Τι θα έκανες μικρότερο και ελαφρύτερο;

3. Σε τι θα άλλαζες μορφή, σχήμα και προσανατολισμό;

4.Τι ανταλλαγές και αντιστροφές θα έκανες;

Για παράδειγμα αν θέλουμε ν' αναπτύξουμε τη σκέψη του μαθητή και να τον βοηθήσουμε να εκφραστεί ανάλογα, ώστε στην ενότητα της θερμότητας να κατανοήσει την έννοια των μονωτών και αγωγών και τη χρήση τους στη κατασκευή ενός σπιτιού, οι ερωτήσεις Scamper θα μπορούσαν να διατυπωθούν προσαρμοσμένες στο πλαίσιο των φυσικών επιστημών, ως εξής: Μένεις σε μονοκατοικία ή πολυκατοικία; Με τι υλικά είναι κατασκευασμένο το σπίτι σου; Τι θα άλλαζες από αυτά τα υλικά αν μπορούσες; Ποιος είναι ο προσανατολισμός του; Θα τον άλλαζες και γιατί; Πώς θερμαίνεται το σπίτι σου το χειμώνα; Τι νομίζεις ότι θα μπορούσες να τροποποιήσεις στον τρόπο θέρμανσης του σπιτιού; Από τι υλικό είναι φτιαγμένα οι εξωτερικές πόρτες και τα παράθυρα; Έχουν διπλά τζάμια; Τι αντικατάσταση θα έκανες σε υλικά της σκεπής, των τοίχων και των κουφωμάτων; Από τι υλικά είναι κατασκευασμένη η σκεπή του; Συνδύασε και παρουσίασε τώρα τις ιδέες σου στην ομάδα σου. Συζήτησέ τες, άλλαξε ό,τι θεωρείς ότι χρειάζεται και παρουσίασε τις προτάσεις σου στην τάξη μαζί με την υπόλοιπη ομάδα σου.

8. Τα έξι σκεπτόμενα καπέλα του De Bono

Τα τελευταία χρόνια δίνεται έμφαση σε κοινωνικο-πολιτισμικές και διαλεκτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Driver et al., 2000; Jimenez-Aleixandre et al., 2000; Kelly & Takao, 2002; Zohar & Nemet, 2002; Knorr-Cetina, 1999; Boulter & Gilbert, 1995; Erduran et al., 2004; Pontecorvo, 1987; Vygotsky, 1978; Wertsch, 1991). Το πρώτο πλαίσιο της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης, αφορά στον κεντρικό ρόλο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στη διαδικασία μάθησης και σκέψης και το δεύτερο πλαίσιο αφορά στην οικοδόμηση της γνώσης μέσα

από διαλεκτικές διαδικασίες αντιπαράθεσης επιχειρημάτων και σύνθεσης ετερόκλητων προσεγγίσεων (Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007). Έρευνες παρουσιάζουν την εκπλήρωση των παραπάνω προϋποθέσεων και τα ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα της χρήσης της αντιπαράθεσης επιχειρημάτων και των δημόσιων συζητήσεων σαν εκπαιδευτικών εργαλείων για τη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών και ιδιαίτερα στη διάσταση της φύσης της επιστήμης (Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007; Odegaard, 2003; Παρουσή & Τσελφές, 2007; Solomon et al., 1992;).

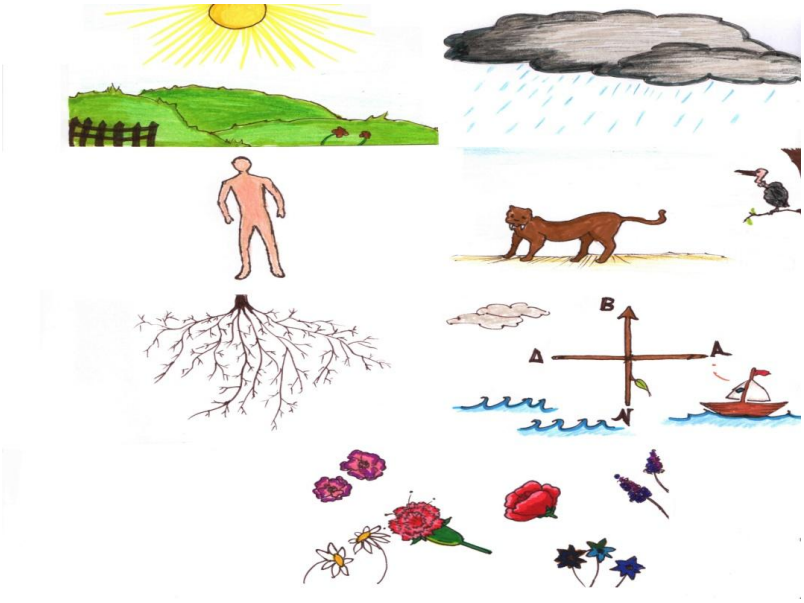
Τα έξι σκεπτόμενα καπέλα του De Bono σκέψης δίνουν κατευθύνσεις στον τρόπο σκέψης χωρίς να την περιορίζουν σε στενά όρια. Η μέθοδος δημιουργήθηκε για να παρουσιάσει τους διάφορους τρόπους σκέψης που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι σε περιπτώσεις επίλυσης προβλημάτων. Στο πλαίσιο των φυσικών επιστημών μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μαθητές και μαθήτριες των μεγαλύτερων τάξεων (Ε΄& Στ΄) για να τους εμπλέξουμε σε θέματα, περιβάλλοντος, διαχείρισης ενεργειακών πόρων και ηθικών διλημμάτων. Θέματα που απαιτούν δεξιότητες ενεργού πολίτη, κριτικής σκέψης και διαχείρισης πληροφοριών. Η μέθοδος υλοποιείται συνεργατικά και κάθε ομάδα αντιπροσωπεύει ένα τρόπο σκέψης παράγοντας ιδέες και επιχειρήματα, ανάλογα με το χρώμα του καπέλου που υιοθετεί.

Κάθε καπέλο διαφορετικού χρώματος αντιπροσωπεύει μια διαφορετική μορφή σκέψης:

- Το **άσπρο** είναι ουδέτερο και δεν περιέχει πληροφορίες.
- Το **κόκκινο** είναι ζεστό σαν τη φωτιά. Παραπέμπει σε συναισθήματα, φόβους, επιθυμίες, προγνώσεις που δεν απαιτούν αιτιολόγηση, ούτε επισύρουν λογοκρισία.
- Το **μαύρο** είναι το καπέλο της σύνεσης της κριτικής και των επιφυλάξεων.
- Το **κίτρινο** είναι το καπέλο της αισιοδοξίας και της θετικής σκέψης, εκφράζοντας τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη.
- Το **πράσινο** εκπροσωπεί τη δημιουργική σκέψη, εκφράζει νέες ιδέες, εναλλακτικές προτάσεις και λύσεις.
- Το **μπλε** εκφράζει τον έλεγχο, ρυθμίζει τη συμμετοχή, δίνει τον λόγο, σχολιάζει τη διαδικασία. Συμπεραίνει κι αποφασίζει. Είναι ο συντονιστής της δραστηριότητας.

9. Η τράπουλα του Προπ

Η τεχνική ανήκει στον Τζιάνι Ροντάρι. Φτιάχνουμε μια τράπουλα, και πάνω σε κάθε κάρτα γράφουμε μια έννοια φυσικών επιστημών την οποία συνοδεύει και μια αντίστοιχη εικόνα. Ανακατεύουμε τα χαρτιά και τραβώντας ένα-ένα κάθε ομάδα παιδιών δημιουργεί μια ιστορία που βασίζεται και περιγράφει αυτήν την έννοια. Ακολούθως η επόμενη ομάδα επιλέγει μια άλλη κάρτα και πρέπει όμως να συνεχίζει την ιστορία της προηγούμενης ομάδας επιλέγοντας να παρουσιάσει την έννοια που υπάρχει στη δική της κάρτα. Για παράδειγμα στην εικόνα παρουσιάζονται οι κάρτες με τις έννοιες: βροχή, άγρια ζώα, σημεία του ορίζοντα, ανθρώπινο σώμα, ήλιος, ρίζα και άνθη.



Εικόνα 1: Κάρτες του Προπ

10. Ταξίδι μέσα στο σπίτι μου

Η τεχνική ανήκει πάλι στον Ροντάρι. Το σπίτι μας είναι ένας κόσμος γεμάτος μηχανές: βρύσες, καλοριφέρ, τζάκι, ραδιόφωνο κ.λ.π. Πώς λειτουργούν όμως αυτές; Καλούμε μαθητές και μαθήτριες να εκφραστούν σε μια σειρά ερωτημάτων: Γιατί έχει διπλά τζάμια το παράθυρο; Πως λειτουργεί το τζάκι; Πώς λειτουργεί το ψυγείο; Πώς συνδέεται το σπίτι μου με τον έξω κόσμο;

Η τεχνική δίνει στοιχεία καθημερινότητας και χρηστικών γνώσεων για τον μακρόκοσμο τον οποίο και βιώνουν καθημερινά τα παιδιά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Arons, A. (1992). Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής, Ελληνική μετάφραση, Αθήνα: Εκδόσεις Τροχαλία.
2. Boulter, C., & Gilbert, J. (1995). Argument and science education. In: P. J. M. Costello & S. Mitchell (Eds.), Competing and consensual voices: The theory and practice of argumentation. (pp.84–98). Clevedon, UK: Multilingual Matters.
3. Bybee, R. (1999). Toward an understanding of scientific literacy. In Advancing standards for science and mathematics education: Views from the field. AAAS, Washington DC.
4. Charalambous, M. (2001) The Assessment of Science Process Skills in a Cypriot Primary School: A Case Study. MA thesis, The University of Warwick
5. Craft, A. (2000). Creativity Across the Primary Curriculum: Farming and Developing Practice. London & New York, Routledge.
6. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of argumentation in classrooms. Science Education, 84(3), 287-312.
7. Duveen, J. & Solomon, J., (1994). The Great Evolution Trial: Use of Role-Play in the Classroom, Journal of Research in Science Teaching, 31, 575-582.
8. Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPing into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. Science Education, 88, 915-933.
9. Fensham, P. (2002). Science for all. In J. Wallace & W. Louden (Eds), Dilemmas of science teaching: Perspectives on problems of practice. Routledge, Falmer. London.
10. Gardner, H. (1999). Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the21stcentury, Basic Books, New York.
11. Harlen, W. & Elstgeest, J., (1993). UNESCO Sourcebook for Science in the Primary School, UNESCO.
12. Jimenez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S., (2007). Argumentation in Science Education, Science & Technology Education Library, 35, 3-27.
13. Jimenez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodriguez, A., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. Science Education, 84(6), 757–792.
14. Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. Science Education, 86(3), 314–342.
15. Knorr-Cetina, K. (1999). Epistemic cultures: How the sciences make knowledge. Cambridge, MA: Harvard University Press.
16. Kress, G. (2003). Γλωσσικές διαδικασίες σε κοινωνιοπολιτισμική πρακτική, Αθήνα Εκδόσεις Σαββάλα.
17. Lehrman, S. (1998). "Nobel laureates in bid to revamp science teaching" Nature Vol. 391 Issue 6663, p113.
18. Mages, W. (2006). Drama and imagination: a cognitive theory of drama's effect on narrative comprehension and narrative production, Research in Drama Education, 11(3), 329-340.
19. Maker, J. 1993. Creativity, intelligence and problem solving: a definition and design for cross-cultural research and measurement related to giftedness. Gifted Education International, 9, 68-77.
20. McCaslin, N. (1996). Creative drama in the classroom and beyond. White Plains, NY, Longman Publishers.
21. Millar, J. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. Daedalus, 112(2), 29-48.
22. Morrissey, F. A. 2003. Write on! Creative Writing as Language Practice·
23. Odegaard, M. (2003). Dramatic Science. A critical Review of Drama in Science Education, Studies in Science Education, 39, 75-102.
24. Paley, V.G. (1981). Wally's stories: conversations in the kindergarten. Cambridge, MA, Harvard University Press.
25. Papadopoulos, P. & Seroglou, F., (2007). A progressive sequence of theatre techniques for teaching science, Paper presented at the 9th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, June 24-28, 2007, Calgary, Canada.

26. Papadopoulos, P. & Seroglou, F., (2009). Developing Analysis Frameworks for Scientific Literacy Activities, Paper presented at the 10th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, June 24-28, 2009, University of Notre Dame , USA.
27. Pontecorvo, C.(1987). Discussing for reasoning: The role of argument in knowledge construction. In E. de Corte, H. Lodewiijks, R. Parmentier, & R. Span (Eds.), Learning and instruction: Vol. 1, European research in an international context (pp. 239–250). Oxford: Pergamon Press and Leuven University Press.
28. Rosenblatt, L. (1978). The Reader, The Text, The Poem: The Transactional Theory of The Literary Work, Southern Illinois University Press.
29. Sanders, E. (2000). "France goes Philosophical" Physics World, 13(3),7.
30. Solomon J., Duveen J. & Scot L., (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom, Journal of Research in Science Teaching, 29 (4), 409-421.
31. Tveita, J. (1996). The Drama Model of Electricity, Paper Presented at the 8th IOSTE Symposium, Edmonton, Canada.
32. Tveita, J. (1998). Can Untraditional Learning Methods Used in Physics Help Girls to Be More Interested and Achieve More in this Subject? E. Torraca (ed), Research in Science Education in Europe, p.p. 1-7, Dordrecht, Kluwer.
33. Vygotsky, L.S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
34. Weisskopf, V.F. (1976). Is Physics Human? Physics Today, 29, 23.
35. Wertsch, J. (1991). Voices of the mind: A socio-cultural approach to mediated action. Cambridge, MA: Harvard University Press.
36. www.teachingenglish.org.uk/think/write/creative_write.shtml
37. 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.
38. Αποστολίδου, Β. (2012). Η λογοτεχνία στα νέα περιβάλλοντα των ΤΠΕ: Κυβερνολογοτεχνία και e-books,ψηφιακές κοινότητες αναγνωστών, δημιουργική γραφή και αφήγηση στον ψηφιακό κόσμο. Έκδοση Κέντρου Ελληνικής Γλώσσας Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων (ΕΣΠΑ), Θεσσαλονίκη.
39. Βρατσάλη, Ν. και Γεωργοπούλου, Β., (2008). Γλώσσα των ΦΕ και διδασκαλία σε περιβάλλοντα γλωσσικής, πολιτισμικής και τεχνολογικής ετερότητας, Εργασία στο 4ο Πανελλήνιο συνέδριο της Ε.ΔΙ.ΦΕ. στη Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008.
40. Ι.Ε.Π.- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής., (2012), http://www.iep.edu.gr/pisa/index.php/2012-03-13- 10-37-01/readingliteracy
41. Καροτενούτο, Σ. (1970). Γαλιλαίος Γαλιλαίη, Εκδόσεις Μίνωας, Αθήνα.
42. Κασσέτας, Α. (1995). Τρία Μονόπρακτα. Τα δύο από τα τρία στην ιστοσελίδα: users.att.sch.gr/kassetas/theatre.htm.
43. Κασσέτας, Α. (1996). Ουρανογραφίες. Δύο κεφάλαια στην ιστοσελίδα users.att.sch.gr/kassetas/theatre.htm.
44. Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (2007) Διεθνές Πρόγραμμα για την Αξιολόγηση των Μαθητών: PISA-Programme for International Student Assessment, Αθήνα, Επτάλοφος Α.Β.Ε.Ε.
45. Κουμαράς, Π. (2006). «…είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ενδιαφέρον στους μαθητές για τη Φυσική;» Εργασία στο 3ο Πανελλήνιο συνέδριο της Ε.ΔΙ.ΦΕ. στο Βόλο, Απρίλιος 2006.
46. Κουμαράς, Π. (2007α). Τα νέα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών Ε΄ και Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου: Μια κριτική θεώρηση. Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη, Ε.ΔΙ.Φ.Ε. Διπλό τεύχος 20-21. εκδόσεις Δίαυλος.
47. Κουμαράς, Π. και Πράμας, Χ., (2008). Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Ε΄ και Στ΄ δημοτικού στην κατεύθυνση της ανάπτυξης «Γνώσεων και ικανοτήτων για τη ζωή» Εργασία στο 4ο Πανελλήνιο συνέδριο της Ε.ΔΙ.ΦΕ. στη Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008.
48. Μάστορη, Β. (1999). Ποιος βροντάει όταν αστράφτει; Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
49. Μάστορη, Β. (2000). Πιάνεται το ουράνιο τόξο; Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
50. Ματσαγγούρας Η. (2001). Κειμενοκεντρική προσέγγιση του γραπτού λόγου ή αφού σκέφτονται γιατί δε γράφουν, Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
51. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου. (2010). Πρόγραμμα Σπουδών Λογοτεχνίας.
52. Παπαδόπουλος, Π. (2010). Οι θεατρικές πρακτικές στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό σχολείο. Διδακτορική Διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
53. Παρουσή, Α., & Τσελφές, Β., (2007). Διερευνώντας μια θεατρική διάρθρωση του πλαισίου διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών, Εργασία στο συνέδριο με θέμα: Ιστορία και Φιλοσοφία και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Πάτρα.

54. Ροντάρι, Τ. (2003). Γραμματική της φαντασίας- Πώς να φτιάχνουμε ιστορίες για παιδιά, Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα
55. Σέρογλου, Φ. & Aduriz-Bravo, A., (2007). Από την εικόνα του επιστήμονα στην εικόνα της επιστήμης: Πες μου την ιστορία της Μαντάμ Κιουρί. Εργασία που παρουσιάστηκε στο συνέδριο, Ιστορία, Φιλοσοφία και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών-Η πολιτισμική συνιστώσα των φυσικών επιστημών στην εκπαίδευση, Πάτρα Οκτώβριος 2007.
56. Σέρογλου, Φ. (2006). Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη, Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη
57. Τσιάκαλος, Γ. (2002). Η υπόσχεση της παιδαγωγικής. Εκδόσεις Παρατηρητής. Θεσσαλονίκη.
58. Χαραλαμπόπουλος, Α., και Κωστούλη, Τ., (2000). Διδασκαλία της λειτουργικής χρήσης της γλώσσας- Γλωσσικές δραστηριότητες για το δημοτικό σχολείο. Εκδόσεις Κώδικας. Θεσσαλονίκη.
59. Χατζημανώλη, Α. (2003). Η εξέλιξη της γης, Εκδόσεις Κίρκη, Αθήνα.
60. Χατζημανώλη, Α. (2004). Η εξέλιξη της ζωής, Εκδόσεις Κίρκη, Αθήνα.
61. Χατζημανώλη, Α. (2004). Τι καιρό κάνει, Εκδόσεις Κίρκη, Αθήνα.

Συγκριτική μελέτη σύγχρονων Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών για τις Θετικές Επιστήμες στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση

Χρήστος Τσιφτσόγλου

Φυσικός, Υποψήφιος Διδάκτορας ΠΤΔΕ, ΑΠΘ
tsifch@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται συγκριτική μελέτη των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών των θετικών επιστημών πέντε χωρών για την υποχρεωτική εκπαίδευση (Αυστραλία, Σιγκαπούρη, Νέα Ζηλανδία, Κορέα και Ιαπωνία). Στις χώρες αυτές οι επιδόσεις των μαθητών ήταν στην κορυφή της λίστας των χωρών, που συμμετείχαν στο πρόγραμμα αξιολόγησης PISA του ΟΟΣΑ κατά το έτος 2009. Κατά την ανάλυσή μας χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο ανάλυσης προγραμμάτων σπουδών ICMAS (Intentions, Content, Modification, Assessment, Support), ενώ η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, στην παρούσα έρευνα, περιορίστηκε στα δύο πρώτα επίπεδα ανάλυσης. Η ανάλυση ανέδειξε ότι, σε επίπεδο εκπαιδευτικών προθέσεων, τα σύγχρονα προγράμματα σπουδών έχουν στόχο την ισορροπημένη ανάπτυξη επιστημονικών γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων που πραγματώνονται στην καθημερινή ζωή των μαθητών. Σε επίπεδο περιεχομένου παρατηρούμε ότι τα προγράμματα σπουδών είναι σε πλήρη συμφωνία με τις εκπαιδευτικές προθέσεις και συγκλίνουν στη διδασκαλία βασικών εννοιών και θεωριών των θετικών επιστημών, που συνδέονται με την καθημερινή ζωή και την εμπειρία των μαθητών. Τέλος, παρατηρούμε ότι το περιεχόμενο προς διδασκαλία κάποιων προγραμμάτων είναι ενοποιημένο πάνω σε γενικές επιστημονικές ιδέες, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ιδέα του διαθεματικού χαρακτήρα της επιστήμης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικά προγράμματα σπουδών, θετικές επιστήμες, υποχρεωτική εκπαίδευση διαθεματικότητα, ενοποίηση, ICMAS.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) όλων των ανεπτυγμένων χωρών προσφέρουν μία θεμελιώδη και ουσιαστική διάσταση στην εκπαιδευτική διαδικασία και για αυτό το λόγο αποτελούν πρωταρχικό ζήτημα μελέτης και ενδιαφέροντος στις χώρες αυτές. Μέσα από αυτά καθρεφτίζεται το επίπεδο πολιτισμού και παιδείας ενός λαού και μαζί με τα διδακτικά εγχειρίδια, μέσα από τα οποία τα Α.Π.Σ. υλοποιούνται, αποτελούν το σύνολο των μορφωτικών αγαθών και απαιτήσεων, που προσφέρει η κάθε χώρα στους πολίτες της. Έτσι τα προγράμματα σπουδών που εφαρμόζουν τα σχολεία, εκφράζουν στο σύνολό τους, τους σκοπούς, τους στόχους και τις επιδιώξεις της εκπαίδευσης, όπως αυτές προκύπτουν από την ίδια την πολιτεία και η επιτυχία του εκπαιδευτικού έργου έγκειται στην επιτυχή σύνταξη, λειτουργία και διαμόρφωσή τους. Τέλος, όπως γίνεται σαφές από τον πρωταγωνιστικό ρόλο των Α.Π.Σ. στην εκπαιδευτική διαδικασία ένας βασικός στόχος των χωρών που εφαρμόζουν τέτοια προγράμματα είναι η συνεχής βελτίωση και αναμόρφωσή τους, που βασίζεται σε έρευνες και υλοποιείται με μεταρρυθμίσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τις προκλήσεις της σύγχρονης κοινωνίας (Γερογιάννης&Μπούρας, 2007:482).

Όσον αφορά τα Α.Π.Σ. των Θετικών Επιστημών (Θ.Ε.) στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση (Υ.Ε.), γίνεται σαφές, ότι τα τελευταία χρόνια τείνουν προς την κατεύθυνση του επιστημονικά καλλιεργημένου πολίτη (εγγράμματος πολίτης στις Θ.Ε.), που είναι ικανός να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της σύγχρονης τεχνολογικά κοινωνίας. Δεν υπάρχει ένας απόλυτος ορισμός για τον γραμματισμό στις Θ.Ε., αλλά υπάρχουν πολλοί, καθώς πρόκειται για διαφορετικές ιδέες που αποδεικνύουν την αξία των Θ.Ε. για την προαγωγή ιδιαίτερων σκοπών και στόχων. Κατά τον Matthews ένας εγγράμματος πολίτης στις φυσικές επιστήμες: α) κατανοεί τις βασικές έννοιες, νόμους, αξιώματα και φαινόμενα των φυσικών επιστημών, β) εκτιμά ότι υπάρχει μια ποικιλία επιστημονικών μεθοδολογιών, συμπεριφορών και διαθέσεων και τις χρησιμοποιεί κατάλληλα, γ) συνδέει τις επιστημονικές θεωρίες με την καθημερινή ζωή και αναγνωρίζει τις χημικές, φυσικές και βιολογικές διαδικασίες στον κόσμο γύρω του, δ) αναγνωρίζει τους πολλαπλούς τρόπους που οι φυσικές επιστήμες και η σχετική τους τεχνολογία αλληλεπιδρούν με την κοινωνία (οικονομία, πολιτισμός, πολιτική) και ε) κατανοεί τους τρόπους που οι φυσικές επιστήμες μέσα από την ιστορία τους διαμόρφωσαν, αλλά ταυτόχρονα και οι ίδιες διαμορφώθηκαν από τον πολιτισμό, την ηθική και τη θρησκεία (Matthews, 1994:126-127).

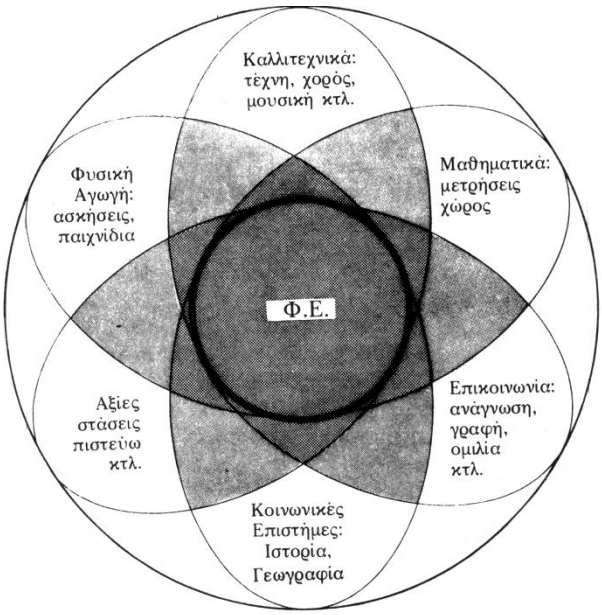
Όλα τα σύγχρονα Α.Π.Σ. χωρών που επιτυγχάνουν υψηλές επιδόσεις στο πρόγραμμα αξιολόγησης PISA του ΟΟΣΑ έχουν από καιρού ενσωματώσει στους γενικούς στόχους της εκπαίδευσής τους, την ανάπτυξη του γραμματισμού στις Θ.Ε., κάτι που και το ίδιο το PISA αναδεικνύει στις προτάσεις του (OECD, 2006:23).

Παράλληλα, το PISA ενδιαφέρεται όχι μόνο για την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων για την ενήλικη ζωή, αλλά και για δια βίου μάθηση, αφού όπως αναφέρει ρητά «στοχεύει στην αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο οι μαθητές έχουν αποκτήσει τις γενικότερες γνώσεις και δεξιότητες στις Θ.Ε., τις οποίες θα χρειαστούν στην ενήλικη ζωή» (OECD, 1999) καθώς «το πρόγραμμα PISA αντικατοπτρίζει ένα δυναμικό μοντέλο της διά βίου μάθησης για τις γνώσεις και τις δεξιότητες που είναι απαραίτητο να αποκτούν τα άτομα κατά τη διάρκεια της ζωής τους, για την επιτυχή προσαρμογή τους σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο κόσμο» (OECD, 1999. OECD, 2000). Τέλος, στον ορισμό του PISA για τον γραμματισμό στις Θ.Ε. αναφέρεται η απόκτηση δεξιοτήτων για αποτελεσματική παρέμβαση στην κοινωνία, στο σημείο που δηλώνεται, ότι οι μαθητές θα πρέπει να γνωρίζουν τις θεμελιώδεις έννοιες των Θ.Ε., « ..έτσι ώστε να κατανοούν και να παίρνουν αποφάσεις για το φυσικό κόσμο και τις αλλαγές, που γίνονται σ' αυτόν μέσω της ανθρώπινης δραστηριότητας» (OECD, 1999).

ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Τα τελευταία χρόνια πολλά προγράμματα σπουδών των Θ.Ε. στην Υ.Ε., παρουσιάζονται ενοποιημένα σε επίπεδο διδακτικών στόχων (γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις). Τα προγράμματα αυτά διακρίνονται για τη σφαιρικότητα της γνώσης και των δεξιοτήτων που καλλιεργούν, για τη συσχέτιση των μαθημάτων τους με φαινόμενα της καθημερινότητας, αλλά και τη συσχέτισή τους με μαθήματα άλλων επιστημονικών πεδίων (Κόκκοτας, 1999:108). Παράλληλα τα προγράμματα αυτά διακρίνονται για την ευελιξία που προσφέρουν στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές, έτσι ώστε να εφαρμόζονται σε σχολεία των οποίων οι τάξεις και τα επιμέρους τμήματα περιλαμβάνουν μαθητές, που δεν βρίσκονται στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης των επιστημονικών γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων.

Οι λόγοι που συνηγορούν στην ενοποίηση των προγραμμάτων είναι πολλοί, με πιο βασικό, την αντικειμενική φύση της επιστημονικής γνώσης, αφού σε όλους τους επιμέρους κλάδους της επιστήμης η γνώση διαρθρώνεται σε έννοιες, αρχές, νόμους, μοντέλα και θεωρίες, που κάνουν από τη φύση της την επιστημονική γνώση ενιαία και αδιαίρετη. Ένας άλλος βασικός λόγος της ενοποίησης, που συμπληρώνει τον πρώτο, είναι η κοινή μεθοδολογία της επιστήμης και η προώθηση του μοντέλου της λογικής σκέψης, που είναι πρωταρχικής σημασίας σε όλους τους τομείς των Θ.Ε. και που αναδεικνύεται με την ενοποίηση των μαθημάτων στα Α.Π.Σ. Τέλος, στα ενοποιημένα προγράμματα εντάσσονται, διαμορφώνονται και αναπτύσσονται παράλληλα όλες οι επιστημονικές δεξιότητες και στάσεις επιστημονικής μεθοδολογίας, που επιδιώκουν τα σύγχρονα προγράμματα σπουδών να έχει ο σύγχρονος πολίτης. Για το λόγο αυτό παρατηρούμε ότι εντάσσονται μαθήματα εξειδικευμένων επιστημονικών κλάδων όπως η μετεωρολογία, η αστρονομία, η γενετική κ.α. (Κόκκκοτας, 1999:109)



Σχήμα 1: Αλληλεπίδραση των Θ.Ε. με άλλα μαθήματα του προγράμματος σπουδών. *(Πηγή: Κόκκκοτας Π. (1999). Διδακτικοί των Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα:108)*

Οι Θ.Ε. αποτελούν μία πολυδιάστατη έρευνα του φυσικού κόσμου που αλληλεπιδρά με πολλές άλλες περιοχές του Α.Π.Σ. (Σχήμα 1). Έτσι μία αλληλένδετη τάση με την ενοποίηση των μαθημάτων των Θ.Ε. στα σύγχρονα Α.Π.Σ. είναι η διαθεματικότητα, δηλαδή η συσχέτιση των Θ.Ε. με άλλα μαθήματα για μια πιο ολοκληρωμένη και σφαιρική προσέγγιση των επιστημονικών γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων επιστημονικής μεθοδολογίας. Η προσέγγιση αυτή έχει σαν αφετηρία τα ενδιαφέροντα των μαθητών, με βασικό επιχείρημα, ότι το ενδιαφέρον αποτελεί σπουδαίο παράγοντα μάθησης, μπορεί να προάγει και να εμφυσήσει ειδικές δεξιότητες και στάσεις στους μαθητές, αλλά και να αναπληρώσει την έλλειψη αυτών(Κόκκκοτας, 1999:107).

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη συγκριτική μελέτη των Α.Π.Σ., που αφορά τα μαθήματα των Θ.Ε., στην Υ.Ε., χωρών που οι επιδόσεις των μαθητών τους ήταν στην κορυφή της λίστας των χωρών που συμμετείχαν στο PISA το έτος 2009. Για την ανάλυσή μας χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο ανάλυσης προγραμμάτων σπουδών ICMAS (Intentions, Content, Modification, Assessment, Support) (Καρύδας & Κουμαράς 2002). Το ICMAS έχει πέντε διακριτά επίπεδα ανάλυσης: Α) Εκπαιδευτικές προθέσεις (Γενικές Αρχές της Εκπαίδευσης – Γενικοί Σκοποί των Θ.Ε.) Β) Περιεχόμενο διδασκαλίας (Γνώσεις – Δεξιότητες/Ικανότητες – Στάσεις) Γ) Σχεδιασμός και οργάνωση της διδασκαλίας Δ) Αξιολόγηση και Ε) Προϋποθέσεις ολοκλήρωσης και Μηχανισμοί υποστήριξης του εκπαιδευτικού έργου. Η παρούσα εργασία περιορίζεται μόνο στην ανάλυση των δύο πρώτων επιπέδων. Οι χώρες των οποίων τα Α.Π.Σ. επιλέχθηκαν προς ανάλυση είναι:

1. Αυστραλία: A. AUSTRALIA. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA), (2012) The Australian Curriculum Version 4.0 Online: http://www.australiancurriculum.edu.au (December 2012) (σελ. 1-15), B. AUSTRALIA. National Board of Education (2009): Shape of Australia Curriculum: Science , online: http://www.acara.edu.au/verve/_resources/Australian_Curriculum_-_Science.pdf (σελ. 4-5, 11)
2. Σιγκαπούρη: A. SINGAPORE. MINISTRY OF EDUCATION (MOE) (2008): Science Syllabus Primary, Online: www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/science-primary-2008.pdf (May 2012) (σελ. 1-5) και B. SINGAPORE. MINISTRY OF EDUCATION (MOE) (2008): Science Syllabus Lower Secondary Express/Normal (Academic), Online: http://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/science-lower-secondary-2008.pdf (May 2012) (σελ. 1-5).
3. Νέα Ζηλανδία: NEW ZEALAND. MINISTRY OF EDUCATION (MOE) (2007): The New Zealand Curriculum, Online: http://nzcurriculum.tki.org.nz/content/download/1108/11989/file/The-New-Zealand-Curriculum.pdf (September 2012) (σελ. 1-12, 38-39)
4. Κορέα: REPUBLIC OF KOREA. Ministry of Education and Human Resources Development & KOREA INSTITUTE OF CURRICULUM AND EVALUATION (KICE) (2007): Science Curriculum
5. Ιαπωνία: 1) Course of study for Elementary School, Section 4 Science & Chapter 5 the Period for Integrated Studies (JAPAN. Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT), 2004) και 2) Course of study for Middle School (JAPAN. Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT), 2004)

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ

Οι εκπαιδευτικές προθέσεις των μαθημάτων των Θ.Ε στην Υ.Ε., που αναφέρονται στα Α.Π.Σ. των παραπάνω χωρών, συγκλίνουν προς την καλλιέργεια και ολοκλήρωση της προσωπικότητας του ατόμου, έτσι ώστε τόσο το ίδιο το άτομο, όσο και η κοινωνία στο σύνολό της, να επωφεληθεί από αυτό. Παράλληλα παρατηρούμε ότι τείνουν προς δύο συγκεκριμένες και διακριτές μεταξύ τους συνιστώσες. Η κατανόηση του φυσικού κόσμου μέσω της κατανόησης βασικών επιστημονικών εννοιών, θεωριών και μεθόδων των Θ.Ε. από την καθημερινή εμπειρία των μαθητών είναι μία από αυτές τις συνιστώσες. Η δεύτερη συνιστώσα σύγκλισης είναι η ανάπτυξη δεξιοτήτων και επιστημονικών στάσεων από τους μαθητές για την επίλυση προβλημάτων στην καθημερινή ζωή, για τη σωστή λήψη προσωπικών αποφάσεων και για αποτελεσματική παρέμβαση στην κοινωνία. Παρατηρούμε επίσης, ότι όλα τα Α.Π.Σ. συγκλίνουν στην επιδίωξη της αναγνώρισης των σχέσεων επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας, αλλά και στην αναγνώριση των επιπτώσεων κάποιων τομέων της επιστήμης στο περιβάλλον.

Ένα κοινό χαρακτηριστικό των εκπαιδευτικών προθέσεων που έχουν όλα τα υπό ανάλυση Α.Π.Σ. είναι ότι αφετηρία για την εκπαιδευτική διαδικασία είναι ο ίδιος ο μαθητής και συγκεκριμένα τα ενδιαφέροντα, τα ταλέντα και οι δυνατότητές του. Για παράδειγμα στο Α.Π.Σ. της Σιγκαπούρης τονίζεται ότι «τα σχέδια διδασκαλίας των μαθημάτων θα πρέπει να αναπτύσσονται σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα και τις διανοητικές ικανότητες των μαθητών» (Α. και Β.:πρόλογος). Τα παραπάνω Α.Π.Σ. χρησιμοποιούν εύκαμπτα πλαίσια διδασκαλίας για εξατομίκευση της διδασκαλίας προς ικανοποίηση ολοένα και περισσότερο ευρύτερων κατηγοριών μαθητών με διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες. Για παράδειγμα το Α.Π.Σ. της Νέας Ζηλανδίας προσδιορίζει ότι η σχεδίαση και η πρακτική του προγράμματος σπουδών πρέπει να αρχίσει με την προϋπόθεση ότι «Όλοι οι μαθητές μπορούν να μάθουν και να πετύχουν. Παράλληλα, δεδομένου ότι όλοι οι μαθητές είναι ξεχωριστά άτομα, η εκπαίδευσή τους μπορεί να απαιτήσει διαφορετικές προσεγγίσεις, διαφορετικές πηγές, αλλά και διαφορετικούς διδακτικούς στόχους» (Α. σελ. 38).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Πλήρως ενοποιημένο σε επίπεδο διδακτικών στόχων είναι το Α.Π.Σ της Υ.Ε. της Αυστραλίας (10 έτη). Σε πρώτο επίπεδο ενοποίησης, οι διδακτικοί στόχοι βασίζονται σε κάποιες βασικές κατευθυντήριες γραμμές που ονομάζονται «Όροι Κλειδιά (Key Terms)». Αυτοί είναι: «Σύγχρονη Επιστήμη», «Τεχνολογία και Σχεδίαση» και «Ενοποίηση των Ιδεών». Η «Σύγχρονη Επιστήμη» προωθεί τη διαθεματικότητα της επιστήμης και περιλαμβάνει

τη νέα και αναδυόμενη έρευνα με συναφή τρέχοντα ζητήματα όπως «οι ενεργειακοί πόροι και η τεχνολογία, η κλιματική αλλαγή και η προσαρμογή, η εξόρυξη και τα μεταλλεύματα, η βιοποικιλότητα και η οικολογία, η επιστήμη των υλικών και η εφαρμοσμένη μηχανική, η υγεία, η πρόληψη και η θεραπεία των ασθενειών» (Β. σελ. 5). Η «Τεχνολογία και Σχεδίαση» αναφέρεται στον κοινωνικό αντίκτυπο της τεχνολογίας και πως αυτή μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους, αλλά ταυτόχρονα και στους τρόπους με τους οποίους η επιστημονική γνώση έχει οδηγήσει συχνά σε τεχνολογικές εφαρμογές και προϊόντα για την κοινωνία. Τέλος, δίνεται έμφαση στη συμβολή της τεχνολογίας ως προς την περαιτέρω εξερεύνηση και κατανόηση του κόσμου.

Σε πλήρη συμφωνία με τους γενικούς διδακτικούς στόχους και την «Ενοποίηση των Ιδεών» το περιεχόμενο της διδασκαλίας βασίζεται σε έξι θεμελιώδεις ιδέες, οι οποίες το πλαισιώνουν σε ολόκληρο το φάσμα της Υ.Ε. και υποστηρίζουν τη συνοχή και την ακολουθία στην κατά έτος κατανομή των διδακτικών στόχων. Η επιλογή αυτή έγινε διότι «στη διδασκαλία της επιστήμης η ενοποίηση των ιδεών παίζει σημαντικό ρόλο και επηρεάζει τις έννοιες και τις διαδικασίες της, παρέχοντας στους μαθητές δομές μέσω των οποίων μπορούν να καταλάβουν καλύτερα τον κόσμο» (Β. σελ. 5). Οι ιδέες αυτές είναι: «Πρότυπα, Ταξινόμηση και Οργάνωση», «Μορφή-Δομή και Λειτουργία», «Σταθερότητα και Αλλαγή», «Κλίμακα και Μέτρηση», «Συστήματα» και «Ύλη και Ενέργεια». «Οι θεμελιώδεις ιδέες περιβάλλουν την ανάπτυξη των εννοιών στο σκέλος "Κατανόηση της Επιστήμης", υποστηρίζουν την ανάπτυξη των βασικών πτυχών του σκέλους "Επιστημονικές Ερευνητικές Δεξιότητες" και συμβάλλουν στην ανάπτυξη της εκτίμησης των μαθητών για τη "Φύση της Επιστήμης"» (Α. σελ. 7). Σε πρακτικό επίπεδο όπως χαρακτηριστικά αναφέρει το Α.Π.Σ. της Αυστραλίας «τα τρία σκέλη της επιστήμης είναι σχεδόν ενιαία και ενσωματώνονται στην πρόταση: "Η εργασία των επιστημόνων απεικονίζει τη φύση και η ανάπτυξη της επιστήμης χτίζεται γύρω από την επιστημονική έρευνα επιδιώκοντας να ανταποκριθεί και να επηρεάσει τις ανάγκες της κοινωνίας"» (Α. σελ. 4).

Οι γνωστικοί διδακτικοί στόχοι αναφέρονται ως «Κατανόηση της Επιστήμης». Αυτοί χωρίζονται σε τέσσερα μαθήματα (επιστημονικά πεδία) που αναφέρονται ως «Βιολογικές Επιστήμες», «Χημικές Επιστήμες», «Γη και Επιστήμες του Σύμπαντος», «Φυσικές Επιστήμες». Το Α.Π.Σ. της Αυστραλίας προτείνει ανά έτος και ανά επιστημονικό πεδίο να διδαχθούν βασικές θεματικές ενότητες. Οι «Επιστημονικές Ερευνητικές Δεξιότητες» χωρίζονται σε πέντε μεγάλες κατηγορίες «Υποβολή Ερωτήσεων και Πρόβλεψη», «Προγραμματισμός και Καθοδήγηση», «Επεξεργασία και Ανάλυση των Δεδομένων και των Πληροφοριών», «Αξιολόγηση», «Επικοινωνία». Αυτοί οι διδακτικοί στόχοι επιτυγχάνονται ανά δύο έτη και με ίδιο τρόπο οι επιθυμητές στάσεις επιστημονικής μεθοδολογίας συναντούνται με τον όρο ως «Επιστήμη ως Ανθρώπινη Δραστηριότητα» και κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες «Χρήση και Επιρροή της Επιστήμης» και «Φύση και Ανάπτυξη της Επιστήμης».

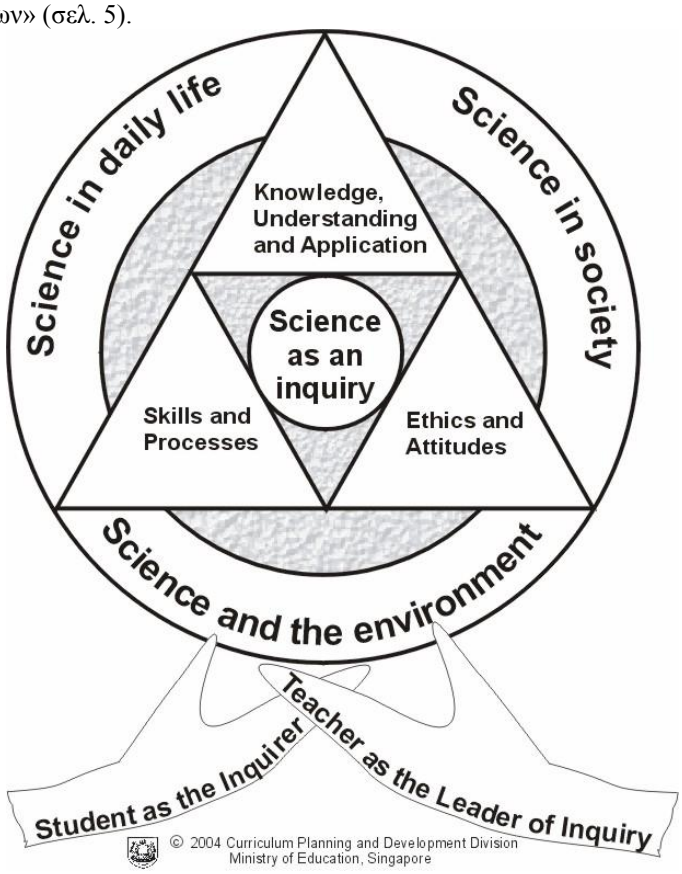
Η διασύνδεση των μαθημάτων των Θ.Ε. με άλλα μαθήματα του Α.Π.Σ. της Υ.Ε. προωθείται και ενισχύεται με ιδιαίτερη έμφαση, αφού όπως αναφέρει το πρόγραμμα σπουδών «η διδασκαλία και η μάθηση στα μαθήματα των Θ.Ε. περιλαμβάνουν χρήση γνώσεων και δεξιοτήτων που μαθαίνονται σε άλλα μαθήματα, ιδιαίτερα στα αγγλικά, τα μαθηματικά, την τεχνολογία και την ιστορία» (Β. σελ. 11). Η παραπάνω διαθεματική προσέγγιση έχει σχέση με τις επτά γενικές δεξιότητες/ικανότητες που προωθεί το Α.Π.Σ. «Αλφαβητισμός», «Μαθηματικός Γραμματισμός», «Επάρκεια στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ICT)», «Κριτική και Δημιουργική Σκέψη», «Ηθική Συμπεριφορά», «Προσωπική και Κοινωνική Ικανότητα» και «Διαπολιτισμική Κατανόηση» (Α. σελ 12). Τέλος, υπάρχουν και άλλα διεπιστημονικά θέματα που σχετίζονται με «την εκπαίδευση των αυτοχθόνων, την αειφορία και τη σχέση της Αυστραλίας με την Ασία και θα πρέπει να ενσωματώνονται κατά τη διδασκαλία σε μαθήματα με τρόπους που αρμόζουν σε αυτά» (Α σελ. 14-15).

Πλήρως ενοποιημένο είναι και το Α.Π.Σ. των Θ.Ε. της Σιγκαπούρης με τη μεγάλη διαφοροποίηση, ότι εκεί δε συμπεριλαμβάνεται η Γεωγραφία στο πεδίο των θετικών επιστημών αλλά συγκαταλέγεται ανάμεσα στις ανθρωπιστικές επιστήμες. Το πρώτο επίπεδο ενοποίησης θεμελιώνεται πάνω σε μία μόνο κεντρική ιδέα, που έχει σαν στόχο «την εμφύσηση του πνεύματος της επιστημονικής έρευνας στους μαθητές» (Α. και Β. σελ. 1). Η κεντρική ιδέα στο πρόγραμμα σπουδών είναι «η επιστήμη ως έρευνα» (Σχήμα 1) και τονίζει «την ανάγκη για εξισορρόπηση μεταξύ της απόκτησης επιστημονικών γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων» (Α. και Β. πρόλογος). Το πρόγραμμα σπουδών της μέσης εκπαίδευσης χαρακτηριστικά αναφέρει ότι χρησιμοποιεί την προσέγγιση της «Επιστημονικής Έρευνας», για να υφάνει τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις στάσεις σε όλες τις θεματικές ενότητες της επιστήμης. Πιο συγκεκριμένα βασίζεται σε τρεις αναπόσπαστους τομείς: «Γνώση, Κατανόηση και Εφαρμογή», «Βασικές και Σύνθετες Δεξιότητες»[10] και «Ηθική και Στάσεις» και προσπαθεί να γαλουχήσει τον μαθητή σαν ερευνητή, ενώ τον εκπαιδευτικό ως τον καθοδηγητή της έρευνας. Αυτά βασίζονται σε τρείς γενικές ιδέες «Επιστήμη στο Περιβάλλον», «Επιστήμη στην Κοινωνία» και «Επιστήμη στην Καθημερινή Ζωή» (Σχήμα 1).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των διδακτικών στόχων στη Σιγκαπούρη είναι η «σπειροειδής προσέγγιση (spiral approach)». Αυτό διαφαίνεται μέσα από την επανάληψη εννοιών και δεξιοτήτων σε διάφορα επίπεδα με παράλληλη αύξηση του βάθους. Η σφαιρική προσέγγιση συμβάλλει έτσι ώστε «η εκμάθηση των επιστημονικών

[10] Στο Α.Π.Σ. της Σιγκαπούρης οι σύνθετες δεξιότητες διδασκαλίας αναφέρονται ως *«μέθοδοι (processes)» (Σχήμα 2)*

εννοιών και δεξιοτήτων να ανταποκρίνεται στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών» (σελ. 5). Επομένως, «βοηθά τους μαθητές να χτίσουν επάνω στην υπάρχουσα κατανόηση των εννοιών και τους διευκολύνει στη βαθμιαία εκμάθηση των δεξιοτήτων» (σελ. 5).



Σχήμα 2: Το πρόγραμμα σπουδών των μαθημάτων των Φ.Ε. της Σιγκαπούρης *(Πηγή: SINGAPORE. MINISTRY OF EDUCATION (MOE), (2008): Science Syllabus Primary 2008:1)*

Αξίζει ακόμη να σημειωθεί οτι, ανά έτος και σε κάθε μία χωριστά θεματική ενότητα αναφέρονται ρητά οι γνώσεις, οι δεξιότητες και οι στάσεις που πρέπει να κατακτήσει ο μαθητής. Η ανά έτος χρονική κατανομή των διδακτικών στόχων δεν περιορίζει την ευελιξία των εκπαιδευτικών, καθώς έπειτα από δική τους κρίση και βούληση, αυτοί οι διδακτικοί στόχοι είναι δυνατό να διδαχθούν σε επόμενα έτη, κάτι που διασφαλίζεται και μέσα από τη σπειροειδή πορεία προσέγγισης του περιεχομένου. Τα ιδιαίτερα ταλέντα, τα ενδιαφέροντα και η περιέργεια του μαθητή καθορίζουν την ελεύθερη επιλογή του και μετά την ιδιαίτερη αξιολόγηση του εκπαιδευτικού, οι μαθητές κατατάσσονται σε δύο επίπεδα στο «υψηλό» και στο «χαμηλό». Το υψηλό έχει περισσότερους διδακτικούς στόχους και ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να ορίσει τους γνωστικούς στόχους, τις δεξιότητες και τις στάσεις και να μην κινείται μόνο στα στενά πλαίσια του Α.Π.Σ., ενώ το ίδιο μπορεί να πράξει για το χαμηλό επίπεδο, στο οποίο κάποιοι διδακτικοί στόχοι (γνωστικοί, δεξιότητες και στάσεις) εξαιρούνται από τη διδασκαλία του.

Οι γνωστικοί διδακτικοί στόχοι του Α.Π.Σ. της Σιγκαπούρης στο σύνολο της υποχρεωτικής εκπαίδευσης[11] αναφέρονται ως «Γνώση, Κατανόηση και Εφαρμογή». Το σώμα λοιπόν αυτών των επιθυμητών γνώσεων, που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές, χωρίζεται τόσο στη πρωτοβάθμια, όσο και στην μέση εκπαίδευση σε μεγάλες θεματικές ενότητες και όχι στα κλασσικά μαθήματα των Θ.Ε., δηλαδή τη Φυσική, τη Χημεία, τη Βιολογία και τη Γεωγραφία. Για να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να εκτιμήσουν και να καταλάβουν τις θεματικές ενότητες, το πρόγραμμα σπουδών συμπεριλαμβάνει ερωτήσεις κλειδιά πάνω στην έρευνα για κάθε θέμα. Αυτές οι ερωτήσεις «καθοδηγούν τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές στην αποκάλυψη των σημαντικών ιδεών του κάθε θέματος». Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι θεματικές ενότητες είναι πέντε: «Ποικιλομορφία», «Κύκλοι», «Συστήματα», «Ενέργεια» και «Αλληλεπιδράσεις», και περιλαμβάνουν «ένα σύνολο βασικών εννοιών τόσο της ζωής, όσο και των φυσικών επιστημών» (σελ. 5) . Οι έννοιες αυτές, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει το πρόγραμμα σπουδών, έχουν επιλεγεί διότι «παρέχουν μια ευρεία κατανόηση του περιβάλλοντος και συμβάλουν στη δημιουργία θεμελίων πάνω στα οποία οι μαθητές μπορούν να βασιστούν για

[11] Η υποχρεωτική εκπαίδευση της Σιγκαπούρης διαιρείται στην πρωτοβάθμια και στην μέση εκπαίδευση. Η πρωτοβάθμια αποτελείται από έξι και η μέση από τρία έτη.

περαιτέρω μελέτη» (σελ. 5). Στην μέση εκπαίδευση είναι έξι οι κύριες θεματικές ενότητες: «Επιστήμη & Τεχνολογία», «Μέτρηση», «Ποικιλομορφία», «Μοντέλα και Συστήματα», «Ενέργεια» και «Αλληλεπιδράσεις». Όλα τα παραπάνω σχεδιάζονται με στόχο να δεσμεύεται το 85% του χρόνου του προγράμματος σπουδών, ενώ το υπόλοιπο 15% του σχολικού χρόνου που μένει ελεύθερο, γνωστό ως «Κενό Διάστημα (white space)», χρησιμοποιείται, για να μπορέσουν οι καθηγητές να χρησιμοποιούν πιο ελκυστικές διδακτικές και μαθησιακές προσεγγίσεις, και / ή για την εφαρμογή εξατομικευμένων σχολικών προγραμμάτων, εφ 'όσον πληρούνται οι στόχοι του αναλυτικού προγράμματος.

Παρατηρώντας τις θεματικές ενότητες της μέσης και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, βλέπουμε ότι οι τελευταίες τέσσερις ενότητες της μέσης εκπαίδευσης είναι παρόμοιες με εκείνες, που βρίσκονται στο πρόγραμμα σπουδών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η θεματική ενότητα «Μοντέλα και Συστήματα» αποτελεί επέκταση της ενότητας «Συστήματα» του προγράμματος σπουδών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι έννοιες που εισάγονται στις παρόμοιες θεματικές ενότητες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης επανεξετάζονται και παγιώνονται στην μέση εκπαίδευση όπως χαρακτηριστικά αναφέρει το Α.Π.Σ.

Συμπερασματικά σημειώνεται οτι, παρά το γεγονός, ότι το περιεχόμενο του αναλυτικού προγράμματος είναι οργανωμένο σε θεματικές ενότητες τόσο αυτό της πρωτοβάθμιας, όσο και αυτό της μέσης εκπαίδευσης αναφέρουν ρητά ότι «τα επιμέρους κομμάτια εκάστοτε θεματικής ενότητας δεν πρέπει να θεωρούνται ως στεγανά τμήματα γνώσης και γενικά, δεν υπάρχει κανένα σαφές όριο μεταξύ αυτών των ενοτήτων» (σελ. 5).

Οι διδακτικοί στόχοι αναφέρουν συγκεκριμένες δεξιότητες, που οι μαθητές θα πρέπει να κατακτήσουν, και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τις βασικές και τις σύνθετες. Οι δεξιότητες αυτές στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι ίδιες στην πρωτοβάθμια και μέση εκπαίδευση, με κάποιες από αυτές να παραλείπονται και κάποιες καινούριες να εμφανίζονται από βαθμίδα σε βαθμίδα. Όλες «οι δεξιότητες και οι διαδικασίες» που απαριθμούνται αντιμετωπίζονται ως τμήμα της συνολικής διαδικασίας της επιστημονικής έρευνας και παράλληλα επισημαίνεται ότι «δεν υπάρχει καμία καθορισμένη προτεραιότητα στην ακολουθία που διδάσκονται , αφού σε κάποιες περιπτώσεις η παρατήρηση μπορεί να οδηγήσει στην υπόθεση, αλλά σε άλλες μια υπόθεση μπορεί να οδηγήσει στην παρατήρηση» (σελ. 8). Για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι βασικές δεξιότητες είναι: «Παρατήρηση», «Σύγκριση», «Ταξινόμηση», «Χρησιμοποίηση επιστημονικών διατάξεων και εξοπλισμού», «Επικοινωνία», «Εξαγωγή συμπερασμάτων», «Πρόβλεψη», «Ανάλυση», «Εξαγωγή πιθανοτήτων», «Αξιολόγηση και Διατύπωση Υπόθεσης», ενώ οι σύνθετες δεξιότητες είναι: «Δημιουργική επίλυση προβλήματος», «Λήψη αποφάσεων και Έρευνα». Για την μέση εκπαίδευση οι βασικές δεξιότητες είναι: «Χρησιμοποίηση επιστημονικών διατάξεων κι εξοπλισμού», «Θέτοντας ερωτήματα (Posing questions)», «Παρατήρηση», «Ταξινόμηση», «Σύγκριση», «Επικοινωνία», «Εξαγωγή συμπερασμάτων», «Διατύπωση υποθέσεων», «Πρόβλεψη», «Ανάλυση», «Λεπτομερής επεξεργασία», «Επαλήθευση», «Εξαγωγή πιθανοτήτων» και «Καθορισμός του προβλήματος», ενώ οι σύνθετες δεξιότητες είναι: «Σχεδιασμός έρευνας» και «Δημιουργική επίλυση προβλημάτων».

Πλήρως ενοποιημένοι είναι και οι διδακτικοί στόχοι, που αναφέρονται σε στάσεις και επιθυμητές συμπεριφορές, που στο Α.Π.Σ. της Σιγκαπούρης ορίζονται ως «Στάσεις και Ηθική» και όπως χαρακτηριστικά αναφέρει «Σε όλη την επιστημονική έρευνα η υιοθέτηση ορισμένων διανοητικών στάσεων είναι εμφανής και επιβεβλημένη» (σελ. 9). Οι στάσεις αυτές είναι: «Περιέργεια», «Δημιουργικότητα», «Αντικειμενικότητα», «Ακεραιότητα», «Ευρύτητα πνεύματος», «Επιμονή» και «Ευθύνη».

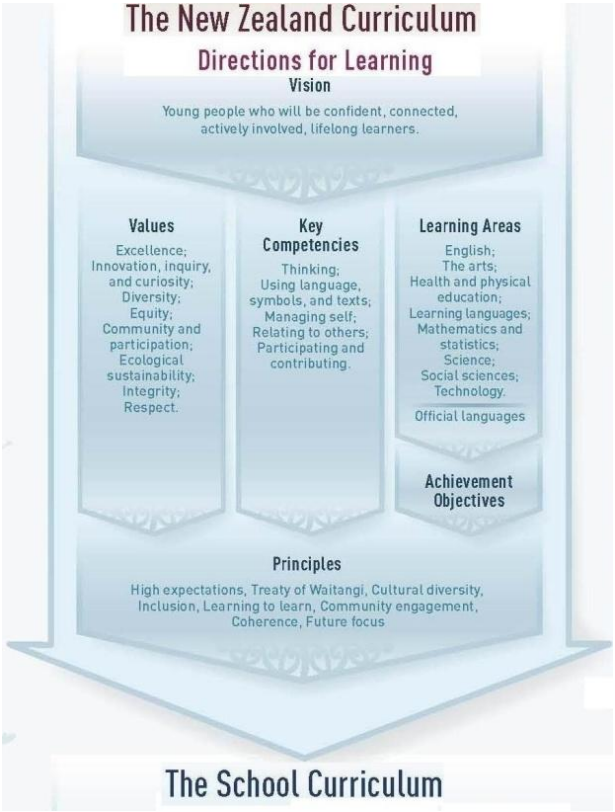
Ένα ακόμη ενοποιημένο Α.Π.Σ είναι της Νέας Ζηλανδίας. Στο εκπαιδευτικό αυτό σύστημα η υποχρεωτική εκπαίδευση είναι οχτώ χρόνια και υπάρχει μόνο ένα πρόγραμμα σπουδών. Αυτό δίνει όλες τις κατευθυντήριες γραμμές για όλα τα μαθήματα όλων των επιστημών χωρίς να υπάρχει ξεχωριστό πρόγραμμα σπουδών για τα μαθήματα των Θ.Ε. Το πρόγραμμα σπουδών αρχίζει παρουσιάζοντας το «όραμα» των νεοζηλανδών για τους νέους τους. Η επίτευξη στηρίζεται σε τρεις πυλώνες που παρέχουν τη βάση διδασκαλίας μέσα στα σχολεία: i) τις γνώσεις που αποκτούν οι μαθητές σε όλες τις επιμέρους επιστήμες και τάξεις, ii) τις δεξιότητες και iii) τις στάσεις, που χρειάζεται να αναπτύξουν για μελέτη, εργασία και δια βίου μάθηση. Όλοι οι παραπάνω πυλώνες βασίζονται σε θεμελιώδεις αξίες, που πρέπει να υποστηρίζουν και να καθοδηγούν τη σχεδίαση, την πρακτική και την αξιολόγηση του προγράμματος σπουδών σε κάθε στάδιό του (Σχήμα 2). Τέλος, μαζί με ένα παρόμοιο έγγραφο[12] βοηθούν τα σχολεία να εφαρμόσουν «τη συνεργασία» που είναι στον πυρήνα του εγγράφου ίδρυσης του έθνους της Νέας Ζηλανδίας (Te Tiriti o Waitangi / The Treaty of Waitangi).

Το πρόγραμμα σπουδών της Νέας Ζηλανδίας προσδιορίζει τις στάσεις που ενθαρρύνονται να αναπτύξουν οι μαθητές, τις βασικές δεξιότητες που καλούνται να αναπτύσσουν με την πάροδο του χρόνου και τα μαθήματα διδασκαλίας, που περιγράφουν το «πότε» και το «τι» θα διδαχθούν οι μαθητές. Στις διάφορες περιοχές εκμάθησης, παρά τους διδακτικούς στόχους «μπορεί να δοθεί έμφαση σε κάποια σκέλη σε διαφορετική χρονική στιγμή του σχολικού έτους ή σε διαφορετική τάξη. Τα σχολεία πρέπει να έχουν μια σαφή λογική και για να το επιτύχουν αυτό, πρέπει να εξασφαλίσουν, ότι σε κάθε σκέλος δίνεται μακροπρόθεσμα η οφειλόμενη έμφαση, ενώ παράλληλα θα πρέπει να εξερευνηθούν οι συνδέσεις μεταξύ των περιοχών εκμάθησης» (σελ. 38). Οι στάσεις, οι δεξιότητες και οι γνώσεις που οι μαθητές θα χρειαστούν για την εξέταση πραγματικών καταστάσεων

[12] *«Te Marautanga o Aotearoa»: ε*ξυπηρετεί την ίδια λειτουργία για τα σχολεία των ιθαγενών Maori.

δεν πρέπει να είναι περιορισμένες σε ένα μέρος του προγράμματος σπουδών. «Οπουδήποτε είναι δυνατόν, τα σχολεία πρέπει να στοχεύσουν στο σχεδιασμό του προγράμματος σπουδών τους, έτσι ώστε η εκμάθηση να ξεπερνά τα στενά όρια της κάθε θεματικής ενότητας».

Σε πρώτο επίπεδο η ενοποίηση, όπως γίνεται σαφές από το σχήμα 2, βασίζεται σε θεμελιώδεις αρχές/αξίες, που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές διότι «οι αξίες είναι βαθειά ριζωμένες πεποιθήσεις και υποδεικνύουν στο άτομο αυτό που είναι σημαντικό ή επιθυμητό. Εκφράζονται από τους ανθρώπους μέσω του τρόπου που σκέφτονται και ενεργούν» (σελ. 10). Επομένως, όλο το πρόγραμμα σπουδών όλων των σχολείων πρέπει να είναι σύμφωνο με αυτά τα οκτώ αιτήματα: «Υψηλές προσδοκίες (High expectations)», «Συνθήκη Waitang (Treaty of Waitangi)», «Πολιτιστική ποικιλομορφία (Cultural diversity)», «Συνυπολογισμός (Inclusion)», «Να μάθει πως να μαθαίνει (Learning to learn)», «Κοινοτική δέσμευση (Community engagement)», «Συνοχή (Coherence)», «Μελλοντική εστίαση (Future focus)»



Σχήμα 2: Το πλήρως ενοποιημένο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευση της Νέας Ζηλανδίας *(Πηγή: NEW ZEALAND. Ministry of Education (MOE), (2007): The New Zealand Curriculum, Online: http://nzcurriculum.tki.org.nz/content/download/1108/11989/file/The-New-Zealand-Curriculum.pdf (September 2012), (σελ. 7))*

Παράλληλα, το Α.Π.Σ. της Νέας Ζηλανδίας αναφέρει ρητά ότι σε όλες τις περιοχές εκμάθησης και σε όλες τις θεματικές ενότητες πρέπει να δοθεί έμφαση στο μέλλον, «τα εστιασμένα στο μέλλον ζητήματα είναι μια πλούσια πηγή ευκαιριών μάθησης. Ενθαρρύνουν τη σύνδεση των περιοχών εκμάθησης, των στάσεων και των βασικών δεξιοτήτων και είναι σχετικά με το μέλλον των μαθητών» (σελ. 39). Τέτοια ζητήματα περιλαμβάνουν: «Βιωσιμότητα (Sustainability)», «Υπηκοότητα (Citizenship)», «Δημιουργικότητα (Enterprise)» και «Παγκοσμιοποίηση (Globalisation)».

Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται σε βασικές δεξιότητες που αποκτούν οι μαθητές κατά τη διάρκεια φοίτησής τους στην υποχρεωτική εκπαίδευση και αποτελούν τον πρώτο πυλώνα, πάνω στον οποίο βασίζεται το όραμα επίτευξης για τους νέους της Νέας Ζηλανδίας. Η κατάκτηση αυτών και η χρήση τους «θα βοηθάει τους μαθητές στην καθημερινή διαβίωσή τους, αλλά και στη δια βίου μάθησή τους. Το σχολικό πρόγραμμα σπουδών πρέπει να προκαλέσει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν και να αναπτύξουν τις δεξιότητες αυτές σε όλο το φάσμα των μαθημάτων και σε όλο και περισσότερο σύνθετες και άγνωστες καταστάσεις» (σελ. 12). Οι πέντε βασικές δεξιότητες είναι: «Κριτική Σκέψη», «Χρησιμοποίηση της γλώσσας, των συμβόλων και των κειμένων», «Αυτοδιαχείριση», «Κοινωνικές Σχέσεις» και «Συμμετοχή και Συμβολή». Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών της Νέας Ζηλανδίας αυτές οι δεξιότητες «δεν είναι χωριστές ή αυτόνομες, αλλά είναι το κλειδί της εκμάθησης σε κάθε περιοχή διδασκαλίας».

Η ανάπτυξη στάσεων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους μαθητές της Νέας Ζηλανδίας και όπως παρατηρούμε, αν και παρόμοιες, οι «αρχές» και οι «στάσεις», έχουν διαφορετικό σκοπό. Πιο συγκεκριμένα: «Οι αρχές αφορούν το πώς το πρόγραμμα σπουδών τυποποιείται σε ένα σχολείο και είναι σχετικές με τις διαδικασίες σχεδιασμού, ορισμού προτεραιοτήτων και αναθεώρησης. Οι στάσεις είναι μέρος του καθημερινού προγράμματος σπουδών. Οι μαθητές ενθαρρύνονται προς αυτές και εξερευνώνται από τους ίδιους». Ακόμη, δίνεται έμφαση στη συσχέτιση των αξιών, αφού, όπως αναφέρεται, «όλες οι αξίες που απαριθμούνται ανωτέρω μπορούν να αναπτυχθούν σε ομάδες αξιών, που σχετίζονται μεταξύ τους, για πληρέστερη κατανόηση των εννοιών τους. Παραδείγματος χάριν, η κοινότητα και η συμμετοχή για το κοινό αγαθό συνδέει αξίες και έννοιες, όπως η ειρήνη και η υπηκοότητα» (σελ. 10).

Τα μαθήματα των Θ.Ε. στο Α.Π.Σ. της Νέας Ζηλανδίας δεν είναι αυτά που αποτελούν τα μαθήματα των δικών μας θετικών επιστημών. Υπάρχει μία κοινή «θεματική περιοχή» που ονομάζεται «Φύση της Επιστήμης». Επίσης, υπάρχουν μαθήματα των θετικών επιστημών, όπως «Έμβιος Κόσμος» (Βιολογία), «Πλανήτης Γη και πέρα απ' αυτόν» (Γεωγραφία και Επιστήμη του Διαστήματος), «Φυσικός κόσμος» (Φυσική) και «Υλικός Κόσμος» (Χημεία). Η «Φύση της Επιστήμης» είναι ο συνδετικός κρίκος όλων των επιστημών και κατ' ουσία μία ενοποιημένη ενότητα των υπολοίπων. Μέσω αυτής της «θεματικής περιοχής», οι μαθητές μαθαίνουν «τι είναι επιστήμη» και «πώς εργάζονται οι επιστήμονες» και αναπτύσσουν δεξιότητες, στάσεις και αξίες για την κατανόηση του κόσμου. Τέλος, οι θεματικές ενότητες των μαθημάτων των Θ.Ε. δεν αλλάζουν σε κάθε τάξη, αλλά παραμένουν οι ίδιες για όλη τη διάρκεια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Αυτό που αλλάζει κάθε έτος είναι οι διδακτικοί στόχοι της εκάστοτε ενότητας, καθώς και οι βασικές ιδέες που εξετάζονται στα υπό διδασκαλία μαθήματα.

Το Α.Π.Σ της Υ.Ε. της Κορέας (10 έτη), όπως αυτό της Σιγκαπούρης, επικεντρώνεται κυρίως στην έρευνα και όπως αναφέρεται χαρακτηριστικά «Στα μαθήματα των Θ.Ε., η εκμάθηση εστιάζεται γύρω από διάφορες δραστηριότητες βασισμένες στην επιστημονική έρευνα, συμπεριλαμβανομένης της παρατήρησης, του πειραματισμού, της έρευνας και της συζήτησης» (σελ. 3). Δίνεται έμφαση στην «ομαδική διδασκαλία», με διάφορες δραστηριότητες, που προωθεί δεξιότητες, όπως «η επιστημονική σκέψη» και «η επικοινωνία» και προάγει «τη κριτική», «την ειλικρίνεια», «την ακεραιότητα», «την αντικειμενικότητα», «τη συνεργασία». Μέσω των μαθημάτων των Θ.Ε. οι παραπάνω δεξιότητες αναπτύσσονται ολιστικά. Η ενοποίηση του Α.Π.Σ. της Κορέας δεν γίνεται με την ύπαρξη γενικών ιδεών ή αξιών, όπως των προηγουμένων προγραμμάτων, αλλά με την προώθηση της έρευνας και για αυτό το λόγο σε κάθε μάθημα υπάρχει πληθώρα από ερευνητικές δραστηριότητες και οι μαθητές «έπειτα από δική τους ελεύθερη διερεύνηση έχουν την ευκαιρία να επιλέξουν τα θέματα των δραστηριοτήτων, που θα παρακολουθήσουν, ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους, έτσι ώστε να ενισχυθεί η περιέργεια και το ενδιαφέρον τους για την επιστήμη γενικά, αλλά και να αναπτυχθεί η δημιουργικότητά τους» (σελ. 4). Το περιεχόμενο περιλαμβάνει τέσσερα μαθήματα: «Κίνηση και Ενέργεια», «Υλικά», «Ζωή» και «Γη και Διάστημα». Έμφαση δίνεται στη διαθεματικότητα και στην εξειδίκευση της επιστήμης, με την ύπαρξη της «ελεύθερης έρευνας». Σε αυτή τη διαθεματική δραστηριότητα θέματα της αρεσκείας των μαθητών επιλέγονται στην αρχή του εξαμήνου για να τα μελετήσουν σε βάθος. Στο πρόγραμμα σπουδών δίνονται τα παρακάτω διαθεματικά παραδείγματα: «3η τάξη (ζώα, ασφάλεια), 4η τάξη (ζώα, δεινόσαυροι), 5η τάξη (υγεία, ρομπότ), 6η τάξη (φωτιά, περιβάλλον), 7η τάξη (ιππασία, φυσική καταστροφή, αθλητισμός και επιστήμη), 8η τάξη (σύμπαν, οπτικά όργανα), 9η τάξη (ωκεανοί, επιστήμη στο σπίτι μας, κακή χρήση και κατάχρηση των φαρμάκων), 10η τάξη (μελλοντική επιστήμη, επαγγελματισμός και σταδιοδρομία, ηλεκτρομαγνητικά κύματα)» (σελ. 38). Εκτός από τα παραπάνω θέματα και οι ίδιοι οι μαθητές μπορούν να προτείνουν θέματα για να τα μελετήσουν με την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών.

Το περιεχόμενο του Α.Π.Σ. της Υ.Ε. της Ιαπωνίας[13] κινείται στα ίδια πλαίσια με αυτό της Κορέας. Κυρίως άξονας θεμελίωσης του προγράμματος είναι η έρευνα και υπό αυτό το πρίσμα διαρθρώνονται τα μαθήματα των Θ.Ε. ανά έτος. Όλες οι θεματικές ενότητες αναφέρονται σε μία γενική παρατήρηση ενός φυσικού φαινομένου και όλο το περιεχόμενο της διδασκαλίας εξελίσσεται γύρω από μία ερευνητική δραστηριότητα, που γίνεται «έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να οργανώσουν και να εξετάσουν τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων και των πειραμάτων και να μπορούν να σκεφτούν και να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα με τη χρήση επιστημονικών όρων και εννοιών» (Section 4 Science, σελ. 12). Οι δραστηριότητες αυτές συμπεριλαμβάνουν: «επισκέψεις σε μουσεία και επιστημονικά κέντρα, με επιδίωξη συνεργασίας μαζί τους», «επισκέψεις στο ύπαιθρο, έτσι ώστε οι μαθητές, να εξοικειωθούν με τη φύση μέσω βιωματικών δραστηριοτήτων, καθώς αυτό θα τους βοηθήσει να αναπτύξουν μια στάση αγάπης για τη φύση και να συμβάλουν στη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος» (Section 4 Science, σελ. 13).

Το πρόγραμμα σπουδών της Ιαπωνίας παρουσιάζει μία χαρακτηριστική διαφορά από τα υπόλοιπα ως προς το περιεχόμενο των γνώσεων. Έχουμε μία σύμπτυξη των μαθημάτων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (1η - 6η τάξη). Αντί για τέσσερα μαθήματα έχουν δύο, με πολύ γενικές θεματικές ενότητες, που καλύπτουν τις βασικές έννοιες των θετικών επιστημών και εναρμονίζονται στην καθημερινή εμπειρία του μαθητή. Το πρώτο μάθημα

[13] Η υποχρεωτική εκπαίδευση της Ιαπωνίας διαιρείται στην πρωτοβάθμια και στη μέση εκπαίδευση. Η πρωτοβάθμια αποτελείται από έξι και η μέση από τρία έτη.

ονομάζεται «Ύλη / Ενέργεια» και καλύπτει τα μαθήματα της χημείας και της φυσικής. Το δεύτερο ονομάζεται «Ζωή/Γη» και καλύπτει τα μαθήματα της βιολογίας και της γεωγραφίας. Στην μέση εκπαίδευση έχουμε δύο «Επιστημονικά Πεδία». Το πρώτο καλύπτει θέματα της φυσικής και της χημείας, ενώ το δεύτερο τα θέματα της βιολογίας, της γεωλογίας και των επιστημών του σύμπαντος. Στην τελευταία τάξη (9η τάξη) έχουμε και στα δύο επιστημονικά πεδία δύο νέα μαθήματα, τα οποία καλύπτουν στο πρώτο πεδίο θέματα από την ευρύτερη επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι ενεργειακοί πόροι, οι επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις, η διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος και η χρήση της επιστήμης και της τεχνολογίας. Στο δεύτερο εξετάζονται θέματα διατήρησης του φυσικού περιβάλλοντος, θέματα για τη σχέση φύσης και ανθρώπου, οικολογίας, φυσικών καταστροφών και των οφελών τους.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ενοποίηση των επιστημονικών γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων που προωθούνται σε όλη τη υποχρεωτική εκπαίδευση και σε όλα τα μαθήματα. Αυτή η ενοποίηση των διδακτικών στόχων αλλά και η διαθεματικότητα προωθείται την «Περίοδο των Ολοκληρωμένων Μελετών (The Period for Integrated Studies)» κατά την οποία «οι μαθητές έπειτα από δική τους ελεύθερη έρευνα έχουν την ευκαιρία, να επιλέξουν τα θέματα των δραστηριοτήτων, που θα παρακολουθήσουν ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους, έτσι ώστε να ενισχυθεί η περιέργεια και το ενδιαφέρον τους για την επιστήμη γενικά, αλλά και να αναπτυχθεί η δημιουργικότητά τους» (Section 4 Science, σελ. 13). Τα προηγούμενα προωθούν την ελεύθερη επιλογή που έχει ο μαθητής για να μελετήσει σε βάθος τα επιστημονικά θέματα, που του κινούν την περιέργεια και συσχετίζονται διαθεματικά με άλλα μαθήματα. Ταυτόχρονα προωθούν την επικοινωνία και τη συνεργασία, αφού οι εργασίες παρουσιάζονται στους συμμαθητές με τη μορφή εργασιών project. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην υιοθέτηση διάφορων μορφών «μαθησιακών δραστηριοτήτων», για παράδειγμα: «δραστηριότητες στη φύση, κοινωνικές δραστηριότητες όπως εθελοντισμός, πειραματικές δραστηριότητες, δημιουργικές και παραγωγικές δραστηριότητες, καθώς και παρατηρήσεις, πειράματα, εκπαιδευτικά ταξίδια, έρευνες, παρουσιάσεις και συζητήσεις» (Chapter 5 the Period for Integrated Studies, σελ 3).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα ανάλυση αναδεικνύει τη συμφωνία των Α.Π.Σ. των παραπάνω πέντε χωρών με τις προτάσεις που προκύπτουν για τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος σπουδών φυσικών επιστημών από την ανάλυση του θεωρητικού πλαισίου του PISA (Πράμας & Κουμαράς 2004:13-20).Το περιεχόμενο της διδασκαλίας των Α.Π.Σ. που αναλύθηκαν συγκλίνει στη διδασκαλία βασικών εννοιών και θεωριών των Θ.Ε. που συνδέονται με την καθημερινή ζωή και την εμπειρία των μαθητών. Ως προς το περιεχόμενό τους και συγκεκριμένα τους γνωστικούς στόχους παρατηρείται ελάττωση της ποσότητας της διδασκόμενης ύλης, κάτι που βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με τις επιταγές του PISA. Παράλληλα, η εκπαίδευση των χωρών αυτών στις θετικές επιστήμες στοχεύει περισσότερο στην περιεκτική κατανόηση των βασικών εννοιών, παρά στην λεπτομερή απόκτηση της γνώσης, προκειμένου να αναπτυχθούν ολόπλευρα εκτός από τις γνώσεις, οι δεξιότητες και οι στάσεις εκείνες, που χρειάζονται οι μαθητές για την ενήλικη ζωή τους. Όλα τα προηγούμενα έχουν σαν αποτέλεσμα στα Α.Π.Σ. να προτείνεται ανά τάξη ένας ελάχιστος αριθμός θεματικών ενοτήτων, που περιλαμβάνουν, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει το Α.Π.Σ. της Σιγκαπούρης «ένα σύνολο βασικών εννοιών τόσο της ζωής, όσο και των θετικών επιστημών» (σελ. 5). Έτσι δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων και στάσεων με την πλήρη ανάλυσή τους ανά μάθημα, ανά θεματική ενότητα και ανά τάξη.

Σε όλα τα Α.Π.Σ. παρατηρούμε ότι η πειραματική εργασία αποτελεί την βάση για επιστημονική μελέτη και συσχετίζεται σε μέγιστο δυνατό βαθμό με την επιστημονική γνώση, που οι μαθητές καλούνται να κατακτήσουν. Οι ερευνητικές δραστηριότητες προσφέρουν μία πληρέστερη προσέγγιση για την κατανόηση των θεωριών και των εννοιών των Θ.Ε. και δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύσσουν τις επιστημονικές γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις σαν ομάδες αδιαίρετες μεταξύ τους.

Τα προγράμματα σπουδών βασίζονται στην εξατομίκευση της διδασκαλίας και στην αλλαγή του ρόλου του διδάσκοντα από απλό ομιλητή σε καθοδηγητή του μαθητή. Τα υπό ανάλυση Α.Π.Σ. παρατηρείται ότι δίνουν έμφαση στη διαθεματικότητα και στο συσχετισμό των Θ.Ε. με τεχνολογικά θέματα, κοινωνικά θέματα και θέματα ηθικών αξιών, καθώς και την οικολογία με κέντρο πάντα την ολόπλευρη ανάπτυξη του μαθητή.

Τα Α.Π.Σ. που εξετάστηκαν είναι ενοποιημένα σε μεγάλο βαθμό. Ιδιαίτερα σε επίπεδο δεξιοτήτων και στάσεων η ενοποίηση είναι καθολική, καθώς σε όλα τα μαθήματα των Θ.Ε.. οι επιδιωκόμενες δεξιότητες και στάσεις είναι κοινές. Σε επίπεδο γνώσεων όλα τα παραπάνω Α.Π.Σ. παρουσιάζουν μία μορφή ενοποίησης ως προς το περιεχόμενο των μαθημάτων τους σε ολόκληρη την υποχρεωτική εκπαίδευση. Κάποια είναι ενοποιημένα και εναρμονισμένα με συγκεκριμένες διακριτές επιστημονικές ιδέες και κάποια είναι μερικώς ενοποιημένα, δηλαδή ενώ αναφέρουν στις οδηγίες τους τα Α.Π.Σ. ότι οι γνώσεις δεν αποτελούν στεγανά τμήματα, που διαχωρίζονται πλήρως μεταξύ τους, δεν βασίζονται σε κάποιες επιστημονικές ιδέες, που η θεματολογία των θεματικών ενοτήτων να κινείται γύρω από αυτές. Τέλος, παρατηρούμε ότι ένα από τα Α.Π.Σ. στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση συμπτύσσει τα τέσσερα κλασσικά μαθήματα σε δύο γεγονός που αποδεικνύει την αποστροφή των σύγχρονων Α.Π.Σ. προς τη συσσώρευση της γνώσης, χωρίς την ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων.

Συμπερασματικά, γίνεται φανερό στα παραπάνω προγράμματα σπουδών, ότι ο εγγράμματος πολίτης στις Θ.Ε. αναπτύσσεται, όταν τα αναλυτικά προγράμματα έχουν μία εξισορροπημένη θεώρηση μεταξύ επιστημονικής γνώσης, διαδικασιών, δραστηριοτήτων, λογικής και κριτικής σκέψης, κοινωνικής διάστασης της επιστήμης, καθώς και των αξιών που προκύπτουν μέσα από αυτές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AUSTRALIA. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA), (2012). The Australian Curriculum Version 4.0 Online: http://www.australiancurriculum.edu.au (December 2012) (σελ. 1-15)
2. AUSTRALIA. National Board of Education, (2009). Shape of Australia Curriculum: Science. online: http://www.acara.edu.au/verve/_resources/Australian_Curriculum_-_Science.pdf (σελ. 4-5, 11)
3. JAPAN. Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT), (2004). Course of study for Elementary School, Section 4 Science & Chapter 5 the Period for Integrated Studies ()
4. JAPAN. Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT), (2004). Course of study for Middle School, Section 4 Science & Chapter 5 the Period for Integrated Studies
5. Matthews, R. (1994). Science Teaching – The Role of History and Philosophy in Science. Εκδόσεις Επίκεντρο σελ. 126-127
6. NEW ZEALAND. Ministry of Education (MOE). (2007): The New Zealand Curriculu. Online: ttp://nzcurriculum.tki.org.nz/content/download/1108/11989/file/The-New-Zealand-Curriculum.pdf (September 2012). (σελ. 1-12, 38-39)
7. OECD, (2006). Assessing Scientific, Reading and Mathematical literacy: A Framework for PISA 2006, 19-42. Online: http://www.pisa.oecd.org
8. OECD. (1999). Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment, 7-16, 59-72. Online: http://www.pisa.oecd.org
9. OECD. (1999). Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy. Online: http://www.pisa.oecd.org
10. REPUBLIC OF KOREA. Ministry of Education and Human Resources Development & Korea Institute of Curriculum and Evaluation (KICE), (2007): Science Curriculum
11. SINGAPORE, Ministry of Education (MOE). (2008). Science Syllabus Primary. Online: www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/science-primary-2008.pdf (May 2012). (σελ. 1-5).
12. SINGAPORE, Ministry of Education (MOE). (2008): Science Syllabus Lower Secondary Express/Normal (Academic). Online: http://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/science-lower-secondary-2008.pdf (May 2012). (σελ. 1-5).
13. Ζαρογιάννης, Κ. Πούρας, Αντ. (2007). Σχεδιασμός Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών – Νέες Τάσεις, Πρακτικά Συνεδρίου. Η Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και οι Προκλήσεις της Εποχής μας. (σ. 482)
14. Καρύδας Α., Κουμαράς Π. (2002) ICMAS: ένα ερευνητικό πλαίσιο για τη μελέτη και ανάλυση των νέων Εκπαιδυτικών Προγραμμάτων Φυσικών Επιστημών για τον 21ο αιώνα. Στα πρακτικά του 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με θέμα «Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Κοινωνία της Πληροφορίας», Αθήνα 18-21 Απριλίου 2002
15. Κόκοτας Π. (1999). Διδακτικοί των Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα. 101-132
16. Πράμας, Χ. Κουμαράς, Π. (2004). PISA και ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ Φυσικών Επιστημών: Συγκλίνουν ή Αποκλίνουν; Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη, Ε.ΔΙ.Φ.Ε., Τεύχος 10, Εκδόσης Γρηγόρη (σ. 13-20)

Διδασκαλία και μάθηση φαινομένων της Γεωμετρικής Οπτικής στο Δημοτικό Σχολείο. Μια πρόταση αναδόμησης του υπάρχοντος Α.Π.Σ.

[1]Γεώργιος Τέκος, [2]Χριστίνα Σολομωνίδου

[1]Δάσκαλος, διδάκτορας του ΠΤΔΕ Θεσσαλίας
soketl@yahoo.gr
[2]Καθηγήτρια ΠΤΔΕ, ΑΠΘ
xsolom@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη προτείνει την ανάπτυξη κατάλληλων διδασκαλιών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση μέσα από τη δημιουργία αναλυτικού προγράμματος με βάση έρευνα που μελέτησε τις ιδέες των παιδιών για θέματα της Οπτικής. Το αναλυτικό αυτό πρόγραμμα εμπνέεται από την εποικοδομητική αντίληψη για τη μάθηση, και χρησιμοποιεί μια ολιστική διαθεματική προσέγγιση με τη διαμεσολάβηση διαφόρων εργαλείων και μέσων που προσφέρουν οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (Τ.Π.Ε). Μελετήθηκαν αναλυτικά προγράμματα άλλων χωρών σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, και ιδιαίτερα σχετικά με τη διδασκαλία της Γεωμετρικής Οπτικής στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, και διερευνήθηκαν οι αρχικές ιδέες μαθητών/ριών σχετικά με έννοιες της Οπτικής. Με βάση τα πορίσματα από τις μελέτες αυτές διαμορφώθηκε αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία της Οπτικής στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν διδασκαλίες σε 182 μαθητές/ριες των τάξεων Β΄, Δ΄, Ε΄, και Στ΄ Δημοτικού σχολείου με τη χρήση του υλικού που αναπτύχθηκε, ενώ διενεργήθηκε έρευνα στις ιδέες και απόψεις των παιδιών. Τα δεδομένα μελετήθηκαν, έγινε ανάλυση και σύγκριση με τα αντίστοιχα δεδομένα της ομάδας ελέγχου, όπου εφαρμόστηκε παραδοσιακή διδασκαλία των ίδιων θεμάτων. Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε αξιολόγηση του συνολικού προγράμματος. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, ιδιαίτερα όσον αφορά στην κατανόηση φαινομένων του φωτός από παιδιά των μικρών τάξεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Εποικοδομητισμός, Γεωμετρική Οπτική, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Αναλυτικά προγράμματα, διαθεματική προσέγγιση.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια συνειδητοποιείται η ανάγκη για αναμόρφωση των αναλυτικών προγραμμάτων (Α.Π.) των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) και των μεθόδων διδασκαλίας των Φ.Ε., ώστε να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της καθημερινής και της επιστημονικής γνώσης και να επιτευχθεί η σύνδεση Επιστήμης – Τεχνολογίας– Κοινωνίας. Κατά την εκπόνηση των Α.Π. γίνεται προσπάθεια ώστε η εκπαίδευση να ακολουθεί την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο της εποχής και να ανταποκρίνεται στις καθημερινές ανάγκες των σημερινών μαθητών/ριών. Υιοθετείται η άποψη ότι όλοι/ες οι μαθητές/ριες μπορούν και πρέπει να αποκτήσουν μια βασική κατανόηση εννοιών και θεμάτων σχετικών με την επιστήμη και την τεχνολογία.

Όσον αφορά στη διδασκαλία και μάθηση εννοιών της Γεωμετρικής Οπτικής, αρκετοί ερευνητές έχουν διατυπώσει κατά καιρούς τα πορίσματά τους σχετικά με το τι θα πρέπει να προηγείται στη διδασκαλία της Γεωμετρικής Οπτικής, ώστε να μπορέσουν οι μαθητές/ριες να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα του φωτός. Μέσα από έρευνες έχουν εντοπιστεί βασικές έννοιες που αποτελούν προαπαιτούμενο για την κατανόηση άλλων φαινομένων του φωτός (περίθλαση, διττή φύση του φωτός). Συγκεκριμένα, οι Osborne, Black, Smith και Meadows (1990) μετά από έρευνά τους σχετικά με τις ιδέες των παιδιών πριν οποιαδήποτε διδασκαλία στην Οπτική ανέπτυξαν έναν εννοιολογικό χάρτη που κρίνουν απαραίτητο να ακολουθούν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία τους προκειμένου να πετύχουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Οι έννοιες αυτές που προτείνουν να μελετώνται σε αρχικά στάδια είναι: το φως διαδίδεται (Διάδοση φωτός), το φως ταξιδεύει ευθύγραμμα και αυτό το αναπαριστούμε με ευθείες γραμμές (Διάδοση φωτός), το φως παράγεται από ένα σύνολο πηγών και εκπέμπεται από αυτές (Πηγές φωτός), πολλά αντικείμενα ανακλούν και επανεκπέμπουν το φως όπως οι καθρέφτες (Ανάκλαση –διάχυση φωτός), πρωτογενείς φωτεινές πηγές εκπέμπουν φως το οποίο ταξιδεύει έως ότου να συναντήσει κάποιο υλικό (Πηγές-Διάδοση Φωτός), η όραση επιτυγχάνεται εξαιτίας του φωτός που εισέρχεται από το αντικείμενο στο μάτι (Λειτουργία της Όρασης), οι σκιές εμφανίζονται όταν ένα εμπόδιο σταματά την πορεία του φωτός και πρέπει να παρουσιάζονται ως αποτέλεσμα του φωτός που εμποδίζεται και όχι ως αντανάκλαση του αντικειμένου (Σκιές). Επίσης οι Fetherstonhaugh και Treagust (1992) έκριναν ότι τα παιδιά θα πρέπει να κατανοήσουν τέσσερις προαπαιτούμενες έννοιες προκειμένου να

προχωρήσουν στην κατανόηση της φύσης του φωτός: Θα πρέπει να γνωρίζουν να απαντούν στα ερωτήματα: α) Πώς ταξιδεύει το φως; β) Πώς βλέπουμε; γ) Πώς το φως ανακλάται; δ) Πώς λειτουργούν οι φακοί; Το πρώτο ερώτημα αναφέρεται στη «Διάδοση του φωτός», το δεύτερο στη «Λειτουργία της Όρασης» και τα άλλα δυο στην «Αντίδραση του φωτός με την ύλη» (Ανάκλαση-Διάχυση, Διάθλαση). Η Shapiro (1994) ανέφερε τέσσερις θεματικές ενότητες οι οποίες θα πρέπει να περιλαμβάνονται στα αναλυτικά προγράμματα: α) η φύση του φωτός, β) πώς βλέπουμε τα αντικείμενα, γ) η ανάκλαση φωτός και δ) τα χρώματα. Η «Φύση του φωτός» θα πρέπει να περιλαμβάνει της εξής έννοιες: α) το φως ως οντότητα που διαδίδεται στο χώρο, β) το φως μεταδίδεται ευθύγραμμα σε ομογενές μέσο, γ) το φως αντιδρά με την ύλη και μπορούν να παρουσιαστούν αποτελέσματα όπως: η θέρμανση, η ανάλυση των χρωμάτων (μέσα από πρίσμα), οι σκιές (για αδιαφανή σώματα), δ) το φως ταξιδεύει με καθορισμένη ταχύτητα, ε) το φως ανακλάται από αντικείμενα των οποίων το υλικό δεν το απορροφά και στ) η όραση είναι εφικτή γιατί το μάτι είναι έτσι κατασκευασμένο ώστε να συγκεντρώνει το φως που ανακλάται από τα αντικείμενα. Οι Langley, Ronen και Eylon (1997) θεωρούν ότι η κατανόηση της λειτουργίας της όρασης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μάθηση εννοιών της Γεωμετρικής Οπτικής. «Μας καθιστά ικανούς να ανιχνεύουμε την πορεία του φωτός, να προσδιορίζουμε αντικείμενα και είδωλα και να ερμηνεύουμε σχέδια που σχετίζονται με φαινόμενα της διάδοσης του φωτός και τις αλληλεπιδράσεις του με την ύλη» (σελ.400). Η Selley (1996b) επισήμανε τρία σημεία που αφορούν στη «Λειτουργία της Όρασης», τα οποία συνήθως παραβλέπονται στα αναλυτικά προγράμματα και θα πρέπει να διευκρινίζονται: α) η πορεία της ακτίνας από το αντικείμενο στο μάτι είναι ταυτόσημη με την ευθεία του βλέμματος από το μάτι στο αντικείμενο, β) οπτικές ακτίνες είναι θεωρητικές κατασκευές και δεν πρέπει να συγχέονται με τη δέσμη φωτός, καθώς είναι κατευθύνσεις που μπορεί να ακολουθήσει το φως, γ) τη στιγμή εκπομπής φωτός από μια πηγή το φως ακολουθεί άπειρες διαφορετικές κατευθύνσεις και μόνο ένας πολύ μικρός αριθμός από αυτές φαίνονται σε ένα διάγραμμα όπου απεικονίζεται η εκπομπή φωτός.

Συνοπτικά, ενώ η διάδοση του φωτός, η ανάκλαση του φωτός και η λειτουργία της όρασης αναφέρονται ως σημαντικές ενότητες από όλους τους ερευνητές που ασχολήθηκαν με τη διδασκαλία της Οπτικής στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, μια μόνο η ερευνήτρια η Shapiro, (1994) αναφέρει τα «Χρώματα» ως σημαντική έννοια που πρέπει να περιλαμβάνεται στα αναλυτικά προγράμματα, ενώ οι «Σκιές» δεν αναφέρονται από όλους.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Η μελέτη των Α.Π. χωρών που προηγούνται στον τομέα της εκπαίδευσης δείχνει ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην υποχρεωτική εκπαίδευση στοχεύει κυρίως στην καλλιέργεια γνώσεων και ικανοτήτων που επιτρέπουν την κατανόηση με βάση την επιστημονική άποψη και την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής. Προκειμένου να δοθεί χρόνος για την ανάπτυξη ικανοτήτων προτείνεται μικρός αριθμός θεματικών ενοτήτων για διαπραγμάτευση κατά τη διάρκεια του έτους και περισσότερες ώρες διδασκαλίας. Το ελληνικό ΑΠΣ, ενώ σε επίπεδο διακηρυκτικού λόγου αποδέχεται όλα τα σχετικά με γνώσεις και ικανότητες για τη ζωή, στην πράξη υιοθετεί μια κλασική γνωσιοκεντρική προσέγγιση, με πληθώρα ύλης. Εμφανίζει έντονα χαρακτηριστικά παραδοσιακών γνωσιοκεντρικών προγραμμάτων σπουδών, δίνοντας έμφαση στη μάθηση λεπτομερειακών εννοιών της επιστήμης (Πράμας & Κουμαράς, 2007).

Όσον αφορά στο φως και τα φαινόμενα που προκαλεί, για τις τάξεις του δημοτικού οι θεματικές ενότητες που αναγράφονται στο ΑΠΣ (2003) έχουν ως ακολούθως:

Για την Α΄ τάξη προτείνεται να αφιερωθούν 2 διδακτικές ώρες κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους για τη διδασκαλία των ενοτήτων: «Ήλιος, αλλαγή ημέρας και νύχτας» (ανατολή - πρωί, μεσουράνημα - μεσημέρι, δύση - βράδυ, στοιχειώδης προσανατολισμός στο χώρο), «Ο ήλιος, η μέρα και η νύχτα», «Ο ήλιος και η ζωή» (ο ήλιος πηγή ενέργειας, θερμότητας και φωτός, αγωγή υγείας). Στο διδακτικό εγχειρίδιο περιλαμβάνονται οι «Ο ήλιος, ο ηλιάτορας» και «Τι μας προσφέρει ο ήλιος». Για την Δ΄ τάξη προτείνεται να αφιερωθεί 1 διδακτική ώρα κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους για τη διδασκαλία της ενότητας: «Το Φως» (ιδιότητες του φωτός, εκπομπή φωτός και θερμότητας) και το διδακτικό εγχειρίδιο της Δ΄ τάξης περιλαμβάνει την ενότητα «Το φως ταξιδεύει … και 'συναντά' σώματα». Για την Ε΄ τάξη προτείνεται να αφιερωθούν 6 διδακτικές ώρες κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους για τη διδασκαλία των ενοτήτων: «Το Φως», «Φως και ενέργεια», «Φως και σκιά», «Φωτοτροπισμός του βλαστού», «Φως και υλικά», «Κάτοπτρα – Εφαρμογές κατόπτρων», ενώ το διδακτικό εγχειρίδιο της Ε' τάξης περιλαμβάνει τις ενότητες: «Διάδοση του φωτός» (1 διδακτική ώρα), «Διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα» (1 διδακτική ώρα), «Φως και σκιές» (1 διδακτική ώρα), «Ανάκλαση και διάχυση του φωτός» (1 διδακτική ώρα) και «Απορρόφηση του φωτός» (1 διδακτική ώρα). Για την Στ΄ τάξη προτείνεται να αφιερωθούν 9 διδακτικές ώρες κατά τη διάρκεια του διδακτικού έτους για τη διδασκαλία των ενοτήτων: «Φως – Φακοί – Όραση», «Το φως αλλάζει κατεύθυνση», «Φως και χρώματα», «Φακοί – εφαρμογές φακών», « Όραση – μάτι», «Φακοί – εφαρμογές φακών», «Συσχετισμός ματιού – φωτογραφικής μηχανής», «Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του ματιού». Το αντίστοιχο διδακτικό εγχειρίδιο περιλαμβάνει τις ενότητες: «Διάθλαση του φωτός» (2 διδακτικές ώρες), «Φως και χρώματα» (2 διδακτικές ώρες), «Μία απλή

φωτογραφική μηχανή» (2 διδακτικές ώρες), « Το μάτι μας» (2 διδακτικές ώρες), «Πώς βλέπουμε» (1 διδακτική ώρα).

Συνεπώς, η έννοια του φωτός προσεγγίζεται στην Α΄ τάξη σε δυο διδακτικές ώρες συνολικά, και η επόμενη 'επαφή' των παιδιών του Δημοτικού με το φως και τις ιδιότητές του γίνεται στην Δ΄ τάξη σε μια μόνο διδακτική ώρα. Στις επόμενες τάξεις, Ε΄ και Στ΄, τα φαινόμενα που προξενεί το φως μελετώνται αναλυτικότερα και εκτενέστερα. Στην Ε΄ τάξη αφιερώνονται έξι διδακτικές ώρες και στην Στ΄ τάξη αφιερώνονται εννέα. Ως εκ τούτου, μέχρι την ηλικία των έντεκα ετών (Ε΄ Τάξη) τα παιδιά προσεγγίζουν το φως και τις ιδιότητές του επιφανειακά, αποσπασματικά, σε συνολικά τρεις διδακτικές ώρες (δυο στην Α΄ και μια στην Δ΄ τάξη).

ΤΟ ΑΓΓΛΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Στο εθνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα της Αγγλίας για τις Φ.Ε. υπογραμμίζεται η αναγκαιότητα διδασκαλίας τους, εφόσον το άτομο προάγεται σε τρεις τομείς: στις γνώσεις, στις δεξιότητες και στη κατανόηση. Ειδικότερα επιτυγχάνεται η Πνευματική, η Ηθική, η Κοινωνική και η Πολιτιστική ανάπτυξη όπου οι μαθητές/ριες αναγνωρίζουν πώς οι επιστημονικές ανακαλύψεις μπορούν να επηρεάσουν το τρόπο σκέψης, συμπεριφοράς και ιδεολογίας των πολιτών (Department for Education an Employment, 2011).

Η πρώτη προσέγγιση των παιδιών με έννοιες της Οπτικής ξεκινά στην Α΄ τάξη του Δημοτικού (Year1), όπου αφιερώνονται έξι περίπου διδακτικές ώρες στο κεφάλαιο «Φως και σκοτάδι». Οι υποενότητες του κεφαλαίου είναι οι ακόλουθες: «Εισαγωγή», «Φως και όραση», «Πηγές φωτός», «Χρήση φωτός τη νύχτα», «Η όραση τη νύχτα», «Ο ήλιος», «Φωτεινά αντικείμενα και πηγές φωτός» και «Ανακεφαλαίωση». Η επόμενη εμπλοκή των παιδιών με έννοιες της Οπτικής γίνεται στην Γ΄ τάξη του Δημοτικού (Year 3), όπου αφιερώνονται δώδεκα περίπου διδακτικές ώρες στο κεφάλαιο «Φως και σκιές» και χωρίζεται στις παρακάτω υποενότητες: «Εισαγωγή», «Δημιουργία σκιών», «Ήλιος και σκιές», «Πώς η σκιά αλλάζει στη διάρκεια της μέρας», «Πού λάμπει ο ήλιος», «Παρατήρηση της θέσης του ήλιου», «Δείχνοντας πώς η Γη περιστρέφεται», «Ηλιακά ρολόγια», «Φως και υλικά» και «Ανακεφαλαίωση». Τέλος, στην Στ΄ τάξη (Year 6) διδάσκεται το κεφάλαιο «Πώς λειτουργεί η όραση» όπου αφιερώνονται έξι διδακτικές ώρες και χωρίζεται στις παρακάτω υποενότητες: «Εισαγωγή», «Πώς ταξιδεύει το φως», «Εξερεύνηση των καθρεφτών», «Ακτίνες φωτός», «Ανάκλαση από τις επιφάνειες», «Δέσμες φωτός», «Διερευνώντας τις σκιές», «Σκιές και ανακλάσεις» και «Ανακεφαλαίωση».

Συνοπτικά ως την ηλικία των εννέα ετών διατίθενται περίπου 18 διδακτικές ώρες. Τα παιδιά εμπλέκονται σε βασικές έννοιες σχετικές με τις φωτεινές πηγές, ιδιαίτερα τον Ήλιο, και τις σκιές. Στη συνέχεια μέχρι την ηλικία των δώδεκα ετών αφιερώνονται άλλες έξι ώρες για έννοιες της Γεωμετρικής Οπτικής.

ΤΟ ΑΥΣΤΡΑΛΙΑΝΟ (ΒΙΚΤΩΡΙΑ) ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Στο εθνικό Α.Π. της Βικτώριας Αυστραλίας για τις Φ.Ε., υπογραμμίζεται η αναγκαιότητα διδασκαλίας τους καθώς διεγείρει το ενδιαφέρον για τον κόσμο, τροφοδοτεί την περιέργεια, την ανησυχία και την έρευνα. Μέσα από τις Φ.Ε. προωθούνται η δημιουργικότητα, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, οι γνωστικές ικανότητες και η κριτική σκέψη. Έτσι σκοπός των Φ.Ε. είναι να ενημερώσει τους πολίτες για τις εφαρμογές στην καθημερινή ζωή σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο (VCAA, 2005). Όσον αφορά στη διδασκαλία της Οπτικής, μια πρώτη αναφορά εννοιών γίνεται στη Α΄ τάξη (Level 1) όπου οι μαθητές/ριες παρατηρούν τα αποτελέσματα του ηλιακού φωτός. Προτείνεται, χωρίς να δίνεται περιορισμός στο διδακτικό χρόνο, τα παιδιά να εμπλακούν σε δραστηριότητες που αφορούν το ρόλο του φωτός στην ανάπτυξη των φυτών, τη δημιουργία σκιών, το ουράνιο τόξο και τις διαφορές μέρας- νύχτας. Στη Β΄ τάξη (Level 2) πειραματίζονται με το φαινόμενο της ανάκλασης του φωτός από καθρέφτη και από άλλες επιφάνειες, καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και συλλέγουν πληροφορίες. Στο τέλος της Δ΄ τάξης (Level 3) μέσα από τη μελέτη της έννοιας της ενέργειας στο αντίστοιχο κεφάλαιο, αναγνωρίζουν τη φωτεινή ενέργεια μαζί με τις άλλες μορφές ενέργειας. Δίνονται κατάλληλες δραστηριότητες, για να επιτευχθούν συγκεκριμένοι στόχοι και τα αναμενόμενα αποτελέσματα για τις αλλαγές των μορφών ενέργειας. Η προσέγγιση γίνεται μέσω γενικών εννοιών (ενέργεια, σύστημα, μοντέλο, σχέση), όπου το «Φως» εξετάζεται παράλληλα με τον ήχο, τη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό και αναζητούνται ομοιότητες και διαφορές. Επόμενη διδασκαλία της ενότητας του φωτός γίνεται στην Α΄ τάξη της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Level 5, Year 8) όπου παρουσιάζονται εκτενέστερα τα αποτελέσματα του φαινομένου της ανάκλασης του φωτός μέσα από την εννοιολογική προσέγγιση της μετάδοσης και ανάκλασης μορφών ενέργειας (θερμότητας, φωτός και ήχου).

ΤΟ ΦΙΝΛΑΝΔΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Στο Α.Π. της Φινλανδίας γίνεται φανερό ότι βάση για τη διδασκαλία αποτελούν οι δεξιότητες, η προηγούμενη εμπειρία των μαθητών/ριών, οι παρατηρήσεις και οι έρευνές τους για τα αντικείμενα και τα φυσικά φαινόμενα . Με βάση αυτά επιχειρείται η μετάβαση προς τις βασικές έννοιες και τις αρχές της φυσικής και της χημείας (Finish National Core Curriculum for Basic Education, 2004, σελ.170). Στο Α.Π. δεν περιγράφονται αναλυτικά, οι θεματικές ενότητες, οι στόχοι, και οι προτεινόμενες δραστηριότητες. Αναμένεται να καλλιεργηθούν δεξιότητες μελέτης της φύσης και της ζωής, όπως η μετακίνηση, η παρατήρηση, η έρευνα, η συλλογή πληροφοριών, κ.λπ.). Έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη της «επιστημονικής ικανότητας» των παιδιών (επιστημονικές διαδικασίες έρευνας και προσέγγισης της γνώσης) προκειμένου τα παιδιά να αποκτήσουν τις

ικανότητες που θα χρειαστούν ως μελλοντικοί πολίτες. Όσον αφορά στην Οπτική, προτείνεται τα παιδιά μέχρι την Δ΄ τάξη να είναι ικανά να αναγνωρίζουν τις πηγές φωτός, όπως αντίστοιχα τις πηγές ήχου και θερμότητας, και να ερμηνεύουν φαινόμενα που αφορούν στη διάδοση του φωτός, όπως η ανάκλασή του σε διαφορετικές επιφάνειες. Στον πρώτο χρόνο της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μελετώνται φαινόμενα του φωτός όπως η ανάκλαση και η διάθλαση υπό το πρίσμα της διάδοσης κυμάτων, μαζί με τον ήχο, περιγράφονται συσκευές και εργαλεία σχετικών με την οπτική, καθώς και οι βασικοί κανόνες λειτουργίας τους.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ

Μετά από σύγκριση της διδασκαλίας της Οπτικής στο ελληνικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα με τη διδασκαλία που προτείνεται στα προγράμματα άλλων χωρών (Ηνωμένο Βασίλειο, Αυστραλία, Φινλανδία) παρατηρούμε ότι στην Ελλάδα η ενότητα «Φως» εισάγεται ουσιαστικά στην Δ΄ τάξη αφιερώνοντας μια μόνο διδακτική ώρα κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους με στόχο να γνωρίσουν οι μαθητές/ριες τις βασικές ιδιότητες του φωτός (γενικά) και να κατανοήσουν ότι τα περισσότερα αντικείμενα που εκπέμπουν φως εκπέμπουν και θερμότητα. Στην Α΄ τάξη η έννοια του φωτός ουσιαστικά προσεγγίζεται μέσα από την ενότητα «εναλλαγή ημέρας-νύχτας» για δυο διδακτικές ώρες. Αντίθετα στο Ηνωμένο Βασίλειο, στην Αυστραλία και στην Φινλανδία μέχρι την ηλικία των δέκα ετών (Δ΄ τάξη) οι μαθητές/ριες έχουν εμπλακεί ενεργά σε δραστηριότητες παρατήρησης και καταγραφής φαινομένων που προκαλεί το φως (πηγές φωτός, σκιές και ανάκλαση του φωτός) αφιερώνοντας αρκετά περισσότερες ώρες από ότι προτείνεται στο ελληνικό Α.Π. Στη συνέχεια, στην Ε' τάξη στο ελληνικό Α.Π. προτείνονται έξι διδακτικές ώρες για τη διάδοση του φωτός, τα διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα, τις σκιές, την ανάκλαση και διάχυση του φωτός, την απορρόφηση του φωτός και τα χρώματα, και στην έκτη τάξη εννέα ώρες για τη διάθλαση του φωτός, τους φακούς και τη λειτουργία της όρασης. Στις άλλες χώρες οι μαθητές/ριες στις επόμενες τάξεις εμπλέκονται με τις ίδιες έννοιες που γνώρισαν στις προηγούμενες τάξεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι στην Ελλάδα αφιερώνονται αναλογικά λιγότερες ώρες για τη διδασκαλία περισσότερων εννοιών και φαινομένων, χωρίς να συσχετίζονται τα φαινόμενα με τις σχετικές έννοιες (π.χ. ηλιακό φως-σκιές, ανάκλαση φωτός-λειτουργία όρασης).

Η ΕΡΕΥΝΑ

Προκειμένου να σχεδιαστούν, να εφαρμοστούν και να αξιολογηθούν οι διδασκαλίες για τη μάθηση της Οπτικής στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση η παρούσα ερευνητική προσέγγιση διακρίνεται σε δυο φάσεις:

- **Α΄ Φάση:** Περιλαμβάνει τη **διερεύνηση των αρχικών ιδεών των παιδιών** 6-12 ετών με τη μορφή συνεντεύξεων, ώστε οι ιδέες αυτές να αξιοποιηθούν στην αναδόμηση του προγράμματος σπουδών όσον αφορά στη διδασκαλία της Οπτικής και στην ανάπτυξη συνοδευτικού εκπαιδευτικού υλικού (έντυπου και ψηφιακού).
- **Β΄ Φάση:** Περιλαμβάνει τη **διδασκαλία και την αξιολόγησή της** με βάση τις τελικές ιδέες των παιδιών. Προκειμένου η αξιολόγηση της διδασκαλίας να είναι αξιόπιστη συγκρίθηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα και οι τελικές ιδέες των παιδιών τόσο της πειραματικής ομάδας, όπου η διδασκαλία των φαινομένων και των εννοιών της Οπτικής πραγματοποιήθηκε με το Ε.Λ., όσο και της ομάδας ελέγχου, όπου η διδασκαλία έγινε με τον παραδοσιακό τρόπο με βάση τη διάρθρωση των θεματικών ενοτήτων του ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος.

Α΄ ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΙΚΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ

Σκοπός της φάσης αυτής της έρευνας ήταν η ανάδειξη και καταγραφή των αρχικών ιδεών των παιδιών του Δημοτικού σχολείου για τα φαινόμενα που προκαλεί το φως, ώστε να διαπιστωθεί το πώς εξελίσσονται και τροποποιούνται οι απόψεις των παιδιών και να διαμορφωθεί το ήδη υπάρχον Α.Π. που αφορά στη διδασκαλία της Οπτικής. Επιλέχτηκε η μέθοδος των ημιδομημένων συνεντεύξεων στις οποίες μετείχαν συνολικά 30 παιδιά Δημοτικών σχολείων του Βόλου: 10 της Β΄ τάξης, 10 της Δ΄ τάξης, και 10 της Στ΄ τάξης. Καθορίστηκαν οι επιμέρους άξονες που απαιτούνταν για να εξασφαλιστεί μια πλήρης κάλυψη του θέματος με βάση το Α.Π.Σ. και το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών για τη διδασκαλία των Φ.Ε. στο Δημοτικό Σχολείο (ΦΕΚ, 2003), καθώς και με βάση τα αποτελέσματα βιβλιογραφικής έρευνας στα αναλυτικά προγράμματα άλλων χωρών που είχε προηγηθεί και προαναφέρονται. Επιλέχτηκαν επτά θεματικές ενότητες: φύση φωτός-πηγές φωτός, όραση, διάδοση φωτός, σκιές, ανάκλαση-διάχυση του φωτός, διάθλαση-φακοί, χρώματα-απορρόφηση χρωμάτων. Ορισμένες από τις ερωτήσεις του πρωτοκόλλου συνέντευξης χρησιμοποιήθηκαν από παλαιότερες έρευνες για την ανάδειξη των ιδεών των παραπάνω φαινομένων της Οπτικής (Κουλαϊδής, 1994; Ραβάνης, 2004; Tekos & Solomonidou, 2009).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα αυτής της φάσης της έρευνας, όπως προέκυψαν από την ανάλυση των απομαγνητοφωνημένων συνεντεύξεων ανά ηλικιακή ομάδα συνοψίζονται ως εξής:

Ταύτιση του φωτός με τις πηγές του: Διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά ηλικίας 7 ως 9 ετών δεν αντιλαμβάνονται το φως στο χώρο και ταυτίζουν το φως με την πηγή και το αποτέλεσμα που προκαλεί. Οι απόψεις διαφοροποιούνται στην ηλικία των 11 ετών όπου διαπιστώνεται ότι τα παιδιά αντιλαμβάνονται το φως ανεξάρτητα με τα ορατά του αποτελέσματα (έντονο φως, κηλίδες), και πραγματοποιούν συλλογισμούς για τη συμπεριφορά του φωτός ως φυσική οντότητα ανεξάρτητα από τις φωτεινές πηγές. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με αποτελέσματα άλλων ερευνών (Guesne, 1985; Driver et al., 2000). Από την έρευνά μας διαπιστώθηκε ότι στην ηλικία των εννέα ετών αρχίζουν να διακρίνουν το φως ακόμα και σε αντικείμενα που δεν φωτίζονται έντονα από μια φωτεινή πηγή, και να κάνουν διάκριση μεταξύ μειωμένου και αυξημένου φωτός που προσπίπτει πάνω σε αυτά. Όλα τα παιδιά, ακόμα και τα μικρότερα (επτά ετών), φάνηκε ότι αναγνωρίζουν καλά τις πρωτογενείς φωτεινές πηγές όπως είναι τα κεριά, οι φακοί, οι τηλεοράσεις και ο ήλιος. Διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά της ηλικίας αυτής αντιλαμβάνονται και διακρίνουν τα αντικείμενα τα οποία δεν παράγουν το δικό τους φως (δευτερογενείς πηγές) εκτός από το φεγγάρι και το ουράνιο τόξο, τα οποία θεωρούν αυτόφωτα σώματα, όπως επισημάνθηκε και από τους Osborne et al. (1990). Αρκετά παιδιά ιδιαίτερα σε μικρές ηλικίες, αλλά και ορισμένα 12 ετών φάνηκε ότι θεωρούν τις ακτίνες ως οντότητες που μεταφέρουν φως και είναι δυνατόν να μένουν αποθηκευμένες σε μια φωτεινή πηγή όταν είναι εκτός λειτουργίας, π.χ. τηλεόραση, λάμπα κλπ., ακόμα και στον ήλιο.

Δυσκολίες κατανόησης της λειτουργίας της όρασης: Αρχικά διαπιστώθηκε ότι κάποια από τα παιδιά ηλικίας επτά και εννέα ετών θεωρούν ότι η λειτουργία της όρασης είναι ανεξάρτητη του φωτός στο χώρο και για το λόγο αυτό θεωρούν ότι μπορούν να δουν στο σκοτάδι, χωρίς να τους είναι απαραίτητο το φως. Όπως διαπίστωσαν οι Fetherstonhaugh & Treagust (1992) και οι Cottrell & Winer (1994) ένας σημαντικός αριθμός μαθητών/ριών αυτής της ηλικίας πιστεύουν ότι ο άνθρωπος μπορεί να δει στο σκοτάδι με το μεγαλύτερο ποσοστό να προέρχεται από παιδιά που ζουν στην πόλη.

Όσον αφορά στο μοντέλο της λειτουργίας της όρασης που υιοθετούν τα παιδιά, το μάτι έχει ενεργητικό ρόλο, καθώς «… στέλνει φως στο αντικείμενο προκειμένου να το δει». Τα παιδιά αυτά είναι περισσότερα στη Β΄ τάξη, ενώ στις επόμενες τάξεις αυξάνονται τα παιδιά που υιοθετούν το 'λουτρό' φωτός χωρίς να προσδιορίζεται όμως ο ρόλος του ματιού, καθώς και μοντέλα κοντά στο επιστημονικό πρότυπο «το φως ανακλάται στο αντικείμενο και εισέρχεται στο μάτι»,. Ο ενεργητικός ρόλος του ματιού δεν υιοθετείται από κανένα παιδί όταν πρόκειται για αυτόφωτα αντικείμενα (π.χ. κερί αναμμένο), αλλά θεωρούν στην περίπτωση αυτή ότι ο ρόλος του ματιού είναι ουδέτερος.

Δυσκολίες στην κατανόηση του τρόπου διάδοσης του φωτός: Περισσότερο τα παιδιά ηλικίας επτά ετών και λιγότερο τα παιδιά ηλικίας εννέα ετών πιστεύουν ότι το φως που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή φτάνει ακαριαία στον προορισμό του και δεν χρειάζεται χρόνο. Παρόλα αυτά, από τις συνεντεύξεις διαπιστώθηκε ότι αυτή η αντίληψη για τη διάδοση του φωτός επικρατεί όταν η φωτεινή πηγή ενεργοποιείται από το ίδιο το παιδί που θέλει να φωτίσει ένα συγκεκριμένο σημείο. Τα ίδια παιδιά δεν θεωρούν ότι το φως που εκπέμπεται από μακρινή φωτεινή πηγή (π.χ. αστέρι) φθάνει στον παρατηρητή, ιδιαίτερα όταν αυτό είναι αδύνατης έντασης. Για να έρθει το φως θα πρέπει να κάνει έντονη την παρουσία του (έντονο φως = φως). Όλα τα παιδιά που θεωρούν το φως ως οντότητα που μεταδίδεται στο χώρο, αντιλαμβάνονται ότι το φως διαδίδεται ευθύγραμμα. Όσον αφορά στην ταχύτητα του φωτός, όλα σχεδόν τα παιδιά Β΄, Δ΄ και Στ΄ τάξης θεωρούν ότι η μικρής έντασης φωτεινή πηγή καθώς και η ύπαρξη φωτός στο χώρο επηρεάζει αρνητικά την ταχύτητα του φωτός.

Δυσκολίες στην κατανόηση του τρόπου δημιουργίας της σκιάς: Σύμφωνα με τα σχέδια των παιδιών και τις ερμηνείες που απέδιδαν σε αυτά, διαπιστώθηκε ότι αρκετά παιδιά ηλικίας επτά ετών υιοθετούν μη αποδεκτά μοντέλα δημιουργίας της σκιάς σε σχέση με τη φωτεινή πηγή. Κάποια τοποθετούν τη σκιά μπροστά από το αντικείμενο και άλλα στο πλάι. Από τις ερμηνείες που δόθηκαν διαπιστώθηκε ότι θεωρούν τη σκιά ως οντότητα που βρίσκεται κρυμμένη στο αντικείμενο και εμφανίζεται όταν ανάβει ο φακός. Ανάλογα οι Feher και Rice (1988) και ο Brickhouse (1994) διαπίστωσαν ότι στην πλειοψηφία τους τα παιδιά ηλικίας 8-9 ετών θεωρούν ότι οι σκιές είναι αντανακλάσεις των αντικειμένων προερχόμενες από το φως. Επίσης, σε αυτή την ηλικία δυσκολεύονται να αντιστοιχίσουν τον αριθμό των εμφανιζόμενων σκιών με τις φωτεινές πηγές. Αυτό αρχίζει να συμβαίνει από την ηλικία των εννέα ετών και μετά. Ως και την ηλικία των εννέα ετών συσχετίζουν το μέγεθος της σκιάς ενός αντικειμένου με την ένταση της φωτεινής πηγής ή με τον αριθμό των φωτεινών πηγών. Σύμφωνα με τα παιδιά η μεγάλης ισχύος φωτεινή πηγή εξασφαλίζει και μεγαλύτερη σκιά. Στην ηλικία των 12 ετών συσχετίζουν την απόσταση της φωτεινής πηγής από το αντικείμενο με το μέγεθος της σκιάς, χωρίς να είναι σε θέση να δώσουν σαφείς απαντήσεις (μικρότερη απόσταση αντικειμένου –φωτεινής πηγής, μεγαλύτερη και η σκιά).

Δυσκολίες στην κατανόηση της ερμηνείας του φαινομένου της ανάκλασης –διάχυσης του φωτός: Η επικρατέστερη εναλλακτική ιδέα για τα παιδιά της Β΄ τάξης (επτά ετών) ήταν ότι το φως μένει πάνω στον καθρέφτη, άποψη που διαπιστώθηκε και από την Guesne (1985). Τα παιδιά στην ηλικία αυτή ταυτίζουν το φως με την πηγή του ή το αποτέλεσμά του (τα φωτεινά «μπαλώματα» στο έδαφος). Η ιδέα αυτή επηρεάζει, όπως

είναι φυσικό, τα παιδιά να αντιληφθούν το φαινόμενο της ανάκλασης και γενικά τις αλληλεπιδράσεις του φωτός με την ύλη. Επίσης, κάποια παιδιά θεωρούν ότι το φως επιστρέφει στο φακό, ανεξάρτητα από την γωνία πρόσπτωσης της φωτεινής δέσμης. Τα μεγαλύτερα παιδιά (9 και 12 ετών) αντιλαμβάνονται ότι το φως αλλάζει πορεία τη στιγμή της πρόσπτωσης, αλλά λίγα σχεδιάζουν σύμφωνα με το γεωμετρικό μοντέλο (γωνία πρόσπτωσης= γωνία ανάκλασης).

Δυσκολίες στην ερμηνεία του φαινομένου της διάθλασης του φωτός: Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αρχικής μας έρευνας διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά της Β΄ τάξης δεν μπορούν να ερμηνεύσουν τη φαινομενική παραμόρφωση του σχήματος του αντικειμένου (π.χ. ένα κουταλάκι μισοβυθισμένο στο νερό). Τα παιδιά ηλικίας εννέα ετών (Δ΄ τάξης) ερμήνευσαν το φαινόμενο με βάση ιδιότητες του μέσου που παρατίθεται ανάμεσα στο μάτι και στο αντικείμενο (π.χ. νερό, γυαλί), ενώ από την ηλικία των 12 ετών (Στ΄ τάξη) προσπαθούν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο συσχετίζοντας το φως με το μέσο. Σύμφωνα με την Shapiro (1994) η επικρατέστερη ερμηνεία ήταν ότι το νερό κάνει το αντικείμενο να φαίνεται σπασμένο, χωρίς να το συνδέουν με το φως. Άλλες ερμηνείες ήταν ότι το νερό λυγίζει τις ακτίνες, το σχήμα του γυάλινου ποτηριού το κάνει να φαίνεται έτσι, ή ότι ο συνδυασμός του γυάλινου ποτηριού με το νερό παραμορφώνει το σχήμα του μολυβιού.

Δυσκολίες στην κατανόηση της εκπομπής και απορρόφησης χρωμάτων: Όπως διαπιστώθηκε, τα παιδιά ηλικίας επτά ετών δίνουν τελεολογικές απαντήσεις όσον αφορά το χρώμα των σωμάτων. Στην ηλικία των εννέα ετών θεωρούν το χρώμα ως μια ιδιότητα των σωμάτων ανεξάρτητα από το φως που δέχεται αυτό, ενώ λιγότερα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας (11-12 ετών) υιοθετούν την άποψη αυτή. Σύμφωνα με τις απαντήσεις τους τα παιδιά αυτά συσχετίζουν το ηλιακό φως με το χρώμα των σωμάτων «ο ήλιος δίνει το χρώμα», «ο ήλιος δίνει όλα τα χρώματα και τα σώματα κρατάνε κάποιο από αυτά». Σχετικά με την απορρόφηση του φωτός, οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες στην Δ΄ και Στ΄ τάξη αποδίδουν τη φωτεινότητα των ανοιχτόχρωμων επιφανειών στην αντίθεσή τους με το μαύρο του σκοταδιού. Μερικά από τα παιδιά της Στ΄ τάξης, αν και προηγήθηκε η διδασκαλία της ενότητας «Απορρόφηση του φωτός» στην Ε΄ τάξη, θεωρούν ότι το κάθε σώμα συγκρατεί μόνο το χρώμα που έχει και για αυτό το βλέπουμε.

Παράγοντες που θεωρούμε ότι συντελούν στη διατήρηση αυτών των εναλλακτικών απόψεων των παιδιών σύμφωνα με τη διάρθρωση και τη διδακτική προσέγγιση που ακολουθείται σήμερα στη διδασκαλία της Οπτικής στο Δημοτικό σχολείο είναι οι ακόλουθοι: α) δεν λαμβάνονται υπόψη και δεν αντιμετωπίζονται οι εναλλακτικές απόψεις των παιδιών για τη φύση του φωτός στην αρχή της εμπλοκής τους με δραστηριότητες που αφορούν στο «Φως», β) μεσολαβεί μεγάλο χρονικό διάστημα από την Α΄ ως την Δ΄ τάξη, στο οποίο δεν μελετώνται φαινόμενα του φωτός, γ) τίθενται υπερβολικός αριθμός διδακτικών στόχων στην Δ΄ τάξη για μια διδακτική ώρα, και δ) η μελέτη των εννοιών γίνεται αποσπασματικά και χωρίς σύνδεση μεταξύ τους (π.χ. φαινόμενο της ανάκλασης- λειτουργία της όρασης) και με άλλες σχετικές διαθεματικές έννοιες.

Με βάση τα αποτελέσματα αυτά σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ψηφιακό και έντυπο υλικό διαθεματικού χαρακτήρα, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στις διδασκαλίες των τάξεων Β΄, Δ΄, Ε΄ και Στ΄ ώστε να αντιμετωπιστούν οι δυσκολίες κατανόησης των φαινομένων που αναδείχθηκαν σε συγκεκριμένη ηλικία και να υιοθετηθούν οι επιστημονικές απόψεις για το φως και τα φαινόμενα που προκαλεί με την ύλη.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η Οπτική θεωρείται ότι αποτελεί διαθεματική διδακτική ενότητα (Galili, 1996; Galili & Hazan, 2000). «Η διδασκαλία της Οπτικής που προσεγγίζεται καθαρά από τη Φυσική παρουσιάζει μειονεκτήματα και δεν μπορεί να αντιμετωπίσει προϋπάρχουσες ιδέες για το φως. Αυτού του είδους οι διδασκαλίες δεν μπορούν να ερμηνεύσουν φαινόμενα του φωτός» (Galili, 1996, σελ. 60). Για το λόγο αυτό τα θέματα προσεγγίστηκαν με την ολιστική μέθοδο που ευνοούν τη διαθεματικότητα και διεπιστημονικότητα. Η προσέγγιση έγινε σε συνδυασμό με άλλα διδακτικά αντικείμενα, όπως Μυθολογία- Λαογραφία, Τέχνη, Βιολογία, Τεχνολογία, κλπ. Εμπλέκονται έννοιες όπως θερμότητα, φωτοσύνθεση, φωτοτροπισμός, βιοφωταύγεια, και διαθεματικές έννοιες όπως σύστημα χώρος, χρόνος, μεταβολή. Οι δραστηριότητες στο ψηφιακό και στο έντυπο υλικό σχεδιάστηκαν, ώστε να προωθούν το ομαδικό και συλλογικό πνεύμα, ενώ προβάλλονται προβληματισμοί σχετικοί με τη χρήση των εφαρμογών του φωτός όπως τις Οπτικές ίνες, το φωτισμό κτιρίων, το laser, το φως στο καλλιτεχνικό ρεύμα του Ιμπρεσιονισμού κλπ. Έμφαση δόθηκε στις διαδικασίες που αφορούν στο περιβάλλον στο οποίο ζουν τα παιδιά, στην καταγραφή παρατηρήσεων και την ερμηνεία καθημερινών φαινομένων με βάση επιστημονικά αποδεκτές απόψεις.

Με βάση τα παραπάνω, αναπτύχθηκαν στόχοι και κατόπιν σχεδιάστηκαν οι δραστηριότητες για τις τέσσερις ηλικιακές ομάδες (7, 9, 11, 12 ετών). Όσον αφορά στη Φυσική, αφορούν στις ενότητες: φύση φωτός, πηγές φωτός, διάδοση φωτός, σκιές, ανάκλαση-διάχυση του φωτός, λειτουργία της όρασης, διάθλαση-φακοί, ανάλυση–σύνθεση φωτός, εκπομπή- απορρόφηση φωτός, χρώματα. Επίσης, γίνεται μια πρώτη προσέγγιση εννοιών που θεωρούνται δύσκολες στην κατανόηση, όπως Σύμφωνο και Ασύμφωνο Φως για να ερμηνευτεί η λειτουργία του Laser, διάδοση του φωτός ως Κύμα, Οπτικές ίνες, Φωτοτροπισμός και Βιοφωταύγεια.

Οι διδακτικές ώρες που αφιερώνονται στη διδασκαλία με το εκπαιδευτικό λογισμικό (Ε.Λ.) στη Β΄ τάξη είναι συνολικά 7-8 ώρες, στη Δ΄ 9-10 ώρες, στην Ε΄ 11-12 ώρες και στην Στ΄ 14 ώρες συνολικά. Από αυτές, αφιερώνονται τέσσερις ώρες στη Β΄ τάξη, τέσσερις στην Δ΄, έξι στην Ε΄ και έξι στην Στ΄ τάξη για τη σύνδεση των φαινομένων με το φως με διαθεματικές- διεπιστημονικές έννοιες.

Β΄ ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ

Στις διδασκαλίες στην πειραματική ομάδα (Π.Ο.) έλαβαν μέρος 182 μαθητές/ριες από δυο Δημοτικά σχολεία, δηλαδή τρία τμήματα της Στ΄ τάξης (N=52), δυο τμήματα της Ε΄ τάξης (N=46), δύο τμήματα της Δ΄ τάξης (N=44) και δυο τμήματα της Β΄ τάξης (N=40). Την Ομάδα Ελέγχου (Ο.Ε.) αποτέλεσαν 173 μαθητές/ριες από τρία διαφορετικά Δημοτικά σχολεία. Οι διδασκαλίες στις τάξεις που αποτέλεσαν την Π.Ο. με τη βοήθεια του προτεινόμενου Α.Π. και του λογισμικού πραγματοποιήθηκαν στο σχολικό εργαστήριο υπολογιστών κάθε σχολείου. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση των διδασκαλιών με το εκπαιδευτικό λογισμικό (Ε.Λ.) με βάση τις τελικές ιδέες των παιδιών της Π.Ο. και της Ο.Ε. σχεδιάστηκαν τέσσερα ερωτηματολόγια ένα για κάθε τάξη τα οποία δόθηκαν στους/ις μαθητές/ριες (στην Π.Ο. και Ο.Ε.) τόσο πριν (προέλεγχος) όσο και μετά (μετα-έλεγχος) τη διδακτική παρέμβαση. Η ανάλυση και η στατιστική επεξεργασία όλων των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS, αφού πρώτα κατηγοριοποιήθηκαν και κωδικοποιήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών/ριών.

Στις τάξεις που αποτελούσαν τις ομάδες ελέγχου οι διδασκαλίες έγιναν σύμφωνα με το ισχύον Α.Π.Σ., τα σχολικά εγχειρίδια και τη διδακτική προσέγγιση που αυτά υπαγορεύουν. Οι απαντήσεις των παιδιών στα ερωτηματολόγια των τάξεων Β΄, Δ΄, Ε΄ και Στ΄ πριν από τις διδασκαλίες στις δυο ομάδες (Π.Ο. και Ο.Ε.) συγκεντρώθηκαν, κατηγοριοποιήθηκαν και κατόπιν συγκρίθηκαν προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους. Εφαρμόζοντας μη παραμετρικό τεστ, κάνοντας χρήση του στατιστικού κριτηρίου Mann-Whitney- U, διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των απαντήσεων των δυο ομάδων (Π.Ο. και Ο.Ε.) πριν τις διδασκαλίες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μετά τη σύγκριση των απαντήσεων των παιδιών της Π.Ο. και της Ο.Ε. πριν και μετά τη διδασκαλία διαπιστώσαμε ότι πάνω από τα τρία τέταρτα των παιδιών της πειραματικής ομάδας. μετά τη διδασκαλία κατέκτησαν την επιθυμητή γνώση σχετικά με τη φύση του φωτός, και ακόμα περισσότερα παιδιά όσον αφορά στις πηγές του. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των απαντήσεων των παιδιών των Ο.Ε. και Π.Ο. μετά τις διδασκαλίες, παρατηρήσαμε ότι οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές (U=483, N1=38, N2=40 δίπλευρη, p=,004). Ιδιαίτερη εντύπωση προκάλεσε το γεγονός ότι κάποιοι/ες μαθητές/ριες της Στ΄ τάξης της ομάδας ελέγχου. εξακολουθούσαν να εκφράζουν την άποψη του «αποθηκευμένου φωτός» και να ταυτίζουν το φως με τη φωτεινή πηγή, αν και είχαν διδαχτεί τη διάδοση του φωτός, τη δημιουργία σκιών και φαινόμενα όπως η ανάκλαση και η διάχυση του φωτός, η εκπομπή και η απορρόφηση του φωτός. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει πόσο βαθιά ριζωμένες είναι μερικές από τις αρχικές ιδέες των παιδιών, οι οποίες δεν είναι δυνατό να αναθεωρηθούν αν η διδασκαλία δεν είναι κατάλληλα διαμορφωμένη με βάση τις αντιλήψεις αυτές. Εξετάζοντας τα Τετράδια Εργασιών των Φ.Ε. για την Ε΄ τάξη που χρησιμοποιούνται σήμερα στο Δημοτικό σχολείο, παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει καμιά εισαγωγική ενότητα για τις πηγές φωτός με ανάλογες δραστηριότητες, ώστε να δοθεί η δυνατότητα στα παιδιά να αναθεωρήσουν αυτές τις εναλλακτικές ιδέες τους. Η πρώτη ενότητα του κεφαλαίου της Οπτικής αναφέρεται στην Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός και στη συνέχεια στα Διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα, στο Φως και τις σκιές, την Ανάκλαση και διάχυση του φωτός και την Απορρόφηση του φωτός. Οι μαθητές/ριες ξεκινούν να μαθαίνουν για τα φαινόμενα που προξενεί το φως όταν έρχεται σε επαφή με τα σώματα, χωρίς να έχει γίνει καμιά προσπάθεια να αναιρεθεί η κυριότερη αρχική αντίληψη που επικρατεί στους/ις μαθητές/ριες να ταυτίζεται το φως με την πηγή του.

Επιπλέον, το γεγονός ότι αρκετά παιδιά σε όλες τις τάξεις ακόμα και στην Στ΄, όπως διαπιστώθηκε από την Α΄ έρευνα, θεωρούν τις ακτίνες ως ξεχωριστές οντότητες που υπάρχουν αποθηκευμένες στον ήλιο και σε άλλες πηγές, δημιουργεί προβλήματα στην κατανόηση της φύσης του φωτός και κατά συνέπεια στην κατανόηση άλλων φαινομένων του φωτός όπως π.χ. η διάθλαση. Αυτές οι εναλλακτικές απόψεις αναθεωρήθηκαν από την πλειοψηφία των παιδιών της Β΄ τάξης της Π.Ο. μετά τη διδασκαλία, ώστε στις επόμενες τάξεις οι μαθητές/ριες να μπορέσουν ευκολότερα να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν φαινόμενα που προξενεί το φως όταν αντιδρά με την ύλη.

Όσον αφορά στις φωτεινές πηγές, μετά τη διδασκαλία πάνω από τα τρία τέταρτα (36 στα 40) των παιδιών της Β΄ τάξης μπόρεσαν να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ αυτόφωτων και ετερόφωτων αντικειμένων. Η έγκαιρη αυτή αντιμετώπιση της επικρατέστερης εναλλακτικής ιδέας στη Β΄ τάξη (της ταύτισης του φωτός με την πηγή του) και οι δραστηριότητες αναγνώρισης των φωτεινών πηγών (αυτόφωτων και ετερόφωτων) βοήθησαν τα παιδιά να αντιληφθούν το φως ως οντότητα που κινείται στο χώρο. Επιπλέον, σε αυτό συνέβαλε και η χρήση της στρατηγικής των μεταφορών και αναλογιών στις συγκεκριμένες δραστηριότητες του λογισμικού, για παράδειγμα ο παραλληλισμός των φωτεινών πηγών με άλλες πηγές (π.χ. ηχητικές, θερμότητας), έτσι ώστε να οδηγηθούν στο συμπέρασμα ότι όπως δεν ταυτίζουν για παράδειγμα τον ήχο με το ηχείο, έτσι δεν μπορεί να ταυτίζεται το φως με την φωτεινή πηγή. Το γεγονός αυτό δίνει τη δυνατότητα αργότερα να κατανοήσουν ευκολότερα το φαινόμενο της ανάκλασης και διάχυσης του φωτός και της λειτουργίας της όρασης.

Σχετικά με τις έννοιες του χρόνου μέρα- νύχτα σε σχέση με τη διαφορετική θέση του ήλιου και τις κινήσεις της γης, πάνω από τα ¾ των παιδιών (μέσος όρος αποδεκτών απαντήσεων 86,25%) της Π.Ο. υιοθέτησαν τις

αποδεκτά επιστημονικές απόψεις, ενώ στην Ο.Ε. ο μέσος όρος αποδεκτών απαντήσεων ανήλθε στο 46,05%. Η ανάπτυξη στο Α.Π. των δραστηριοτήτων που αφορούσαν στις έννοιες χρόνου μέρα- νύχτα συνδυάστηκε με τη δημιουργία σκιών από την κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο. Ο συνδυασμός αυτός θεωρούμε ότι βοήθησε στην επίτευξη των θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων των παιδιών της Π.Ο. σε σχέση με την Ο.Ε.

Όσον αφορά στη Δ΄ τάξη διαπιστώθηκε ότι στην πλειοψηφία τους τα παιδιά της Π.Ο. μετά τη διδασκαλία κατέκτησαν την επιθυμητή γνώση σχετικά με τη διάδοση του φωτός και τη δημιουργία σκιών. Μετά τη διδασκαλία στην Π.Ο. της Δ΄ τάξης στη πλειοψηφία τους τα παιδιά και στις δυο ομάδες (Π.Ο. και Ο.Ε.) έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις σχετικά με τις φωτεινές πηγές και τα διαφανή και μη διαφανή σώματα. Παρ' όλα αυτά, τα αντίστοιχα ποσοστά υιοθέτησης των αποδεκτών απόψεων στην Π.Ο. ήταν πολύ μεγάλα (μέσος όρος απαντήσεων=93,18%). Ανάλογα, όσον αφορά στα μοντέλα δημιουργίας σκιών, στην αντιστοιχία των εμφανιζόμενων σκιών με τις φωτεινές πηγές και στη σύνδεση μεγέθους σκιάς και απόστασης φωτεινής πηγής-αντικειμένου, ο μέσος όρος υιοθέτησης των αποδεκτών απόψεων μετά τις διδασκαλίες στην Π.Ο. ανήλθε στο 85,2%. Στην επίτευξη των θετικών αυτών αποτελεσμάτων φαίνεται ότι συνέβαλε το γεγονός ότι τα νεαρά παιδιά ενεπλάκησαν αρχικά σε δραστηριότητες που συνδέουν τη θέση του ήλιου στον ουρανό, με τις έννοιες του χρόνου και παράλληλα με τη δημιουργία σκιάς, χρησιμοποιώντας ως φωτεινή πηγή τον ήλιο. Επικουρικά, η παράλληλη προσέγγιση που ακολουθήθηκε μέσα από την Τέχνη (Θέατρο σκιών και παιχνίδια σκιών) συνετέλεσε στην επίτευξη αυτών των αποτελεσμάτων, όπως έχει προταθεί και από τον Ραβάνη (2004) για παιδιά ηλικίας 5-6 ετών.

Στις μεγάλες τάξεις του Δημοτικού (Ε΄ και Στ΄), όπου τα φαινόμενα που προξενεί το φως μελετώνται αναλυτικά, οι διαφοροποιήσεις των απαντήσεων στο τελικό ερωτηματολόγιο μεταξύ Ο.Ε. και Π.Ο. είναι στατιστικά σημαντικές σε όλες σχεδόν τις Θεματικές ενότητες. Οι εναλλακτικές αυτές ιδέες που εξέφραζαν οι μαθητές/ριες πριν από τη διδασκαλία αναθεωρήθηκαν στην Π.Ο. μετά από τις διδασκαλίες, με αποτέλεσμα πάνω από τα 4/5 των παιδιών να υιοθετήσουν τις αποδεκτά επιστημονικές απόψεις. Αντίθετα τα παιδιά της Ο.Ε. δεν φάνηκε ότι βελτίωσαν τις αρχικές τους ιδέες. Ανάλογα ήταν τα μαθησιακά αποτελέσματα μετά τη διδασκαλία στην Π.Ο. της Ε΄ τάξης για φαινόμενα που προξενεί το φως (Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός, Ανάκλαση και Διάχυση του φωτός, Απορρόφηση και Εκπομπή του φωτός).

Όσον αφορά στην ανάκλαση και διάχυση του φωτός, μετά τις διδασκαλίες στην Π.Ο. και στην Ο.Ε. οι διαφορές στην κατανόηση του φαινομένου ήταν στατιστικά σημαντικές, με τα παιδιά της Π.Ο. να επιτυγχάνουν υψηλότερα ποσοστά αποδεκτών απαντήσεων. Μετά τη διδασκαλία στην πλειοψηφία τους οι μαθητές/ριες της Π.Ο. (91,3%) υιοθέτησαν την επιστημονική άποψη και όχι μόνο σχεδίασαν την πορεία των ακτίνων σύμφωνα με το γεωμετρικό μοντέλο, αλλά έδωσαν και την αποδεκτή περιγραφή του φαινομένου. Αντίθετα στην Ο.Ε. σχεδόν τα μισά παιδιά (44,1%) έδωσαν σχέδια και αποδεκτές περιγραφές. Στην επίτευξη αυτών των αποτελεσμάτων συνέβαλε η χρήση των αναλογιών και των μεταφορών σε αρκετές δραστηριότητες του Ε.Λ., και συγκεκριμένα, ο παραλληλισμός της πορείας μιας μπάλας του τένις η οποία προσπίπτει υπό γωνία σε μια λεία επιφάνεια με την πορεία μιας δέσμης φωτός που προσπίπτει στη λεία επιφάνεια ενός καθρέφτη.

Αναφορικά με τη λειτουργία της όρασης, μετά τη διδασκαλία στην Π.Ο. της Στ΄ τάξης τα ¾ των παιδιών (75%) υιοθέτησαν το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο όταν ζητήθηκε από αυτά να επιλέξουν το σχέδιο που θεωρούν ότι αναπαριστά τη λειτουργία της όρασης, και στη συνέχεια να σχεδιάσουν τη πορεία του φωτός που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή και φωτίζει ένα αντικείμενο ώστε να το δει ο παρατηρητής. Το ποσοστό των παιδιών της Ο.Ε. τα οποία έδωσαν αποδεκτές απαντήσεις ανήλθε σε μικρότερο ποσοστό (59,5%), ενώ σχεδόν το 1/3 των παιδιών (28,5%) εξακολουθούσε να υιοθετεί τον ενεργητικό ρόλο του ματιού. Η εμμονή αυτή των παιδιών της Ο.Ε. στις αρχικές τους ιδέες θεωρούμε ότι οφείλεται αφενός στην παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση που ακολουθήθηκε, και αφετέρου στη δομή και σύνδεση των ενοτήτων που ισχύει στο παρόν αναλυτικό πρόγραμμα. Στα διδακτικά εγχειρίδια που χρησιμοποιούνται σήμερα στο σχολείο, η ενότητα που αναφέρεται στην λειτουργία της όρασης δεν συνδέεται και δεν γίνεται καμιά αναφορά στο φαινόμενο της ανάκλασης του φωτός. Συγκεκριμένα, στο βιβλίο της Ε΄ τάξης εισάγεται η ενότητα «Ανάκλαση και διάχυση του φωτός», όπου η εκπομπή ακτίνων γίνεται πάντα από την πηγή φωτός, χωρίς να επισημαίνεται το γεγονός ότι τα ετερόφωτα αντικείμενα από τη στιγμή που θα φωτιστούν ενεργούν ως δευτερεύουσες πηγές φωτός, ώστε στη συνέχεια να περιγραφεί ο τρόπος λειτουργίας της όρασης. Επιπλέον, δεν υπάρχει σύνδεση ή αναφορά στην ενότητα Στ΄ τάξης «Πώς βλέπουμε» με την ενότητα της Ε΄ τάξης «Ανάκλαση και διάχυση του φωτός» και αποτελεί ξεκομμένη ενότητα της Οπτικής στην Στ΄ τάξη. Ακόμα και όταν σε άλλη ενότητα η διδασκαλία επικεντρώνεται στη λειτουργία του ματιού (μέρη του ματιού), που παραλληλίζεται με έναν φακό και σε όλα τα παραδείγματα που αναφέρονται χρησιμοποιείται ως αντικείμενο που βλέπει ένα παιδί το αναμμένο κερί. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές/ριες οδηγούνται στην παρανόηση ότι ο επιστημονικά αποδεκτός τρόπος λειτουργίας της όρασης ισχύει μόνο για τα αυτόφωτα σώματα που εκπέμπουν ακτίνες, γεγονός που ενισχύει μια από τις βασικότερες εναλλακτικές ιδέες των παιδιών.

Μετά τη διδασκαλία στην Στ΄ της Π.Ο. διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<0,5$) στην κατανόηση του φαινομένου εκπομπής και απορρόφησης του φωτός σε σχέση με τα χρώματα. Επιπλέον τα παιδιά περιέγραφαν και αιτιολογούσαν φαινόμενα από την καθημερινή τους εμπειρία (ουράνιο τόξο, φωτεινότητα ανοιχτόχρωμων επιφανειών, φαινομενική παραμόρφωση αντικειμένου μισοβυθισμένου σε νερό, κλπ.) σύμφωνα με τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις, σε αντίθεση με τα παιδιά της Ο.Ε. που μπορεί να έδιναν

αποδεκτές περιγραφές των φαινομένων αλλά αδυνατούσαν να προχωρήσουν σε ερμηνείες. Για παράδειγμα, συγκρίνοντας τις απαντήσεις των παιδιών που αφορούσαν στη Διάθλαση φωτός στο μεγεθυντικό φακό, στην Ανάλυση και Σύνθεση φωτός, στα Χρώματα και στο laser αντίστοιχα παρατηρούμε ότι το ποσοστό των αποδεκτών απαντήσεων των μαθητών/ριών των Ο.Ε. είναι μικρό. Αυτό σημαίνει ότι πολύ λίγα παιδιά κατάφεραν να συνδέσουν τα παραπάνω φαινόμενα με φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας σε αντίθεση με τα παιδιά της Π.Ο.

Ιδιαίτερα αναφορικά με το φαινόμενο της Διάθλασης του φωτός στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν οπτικοποιημένες αναλογίες και μεταφορές, η διαφορά στις ερμηνείες και αιτιολογήσεις του φαινομένου μεταξύ των παιδιών των δυο ομάδων ήταν στατιστικά σημαντικές.

Όσον αφορά στις έννοιες με διαθεματικό χαρακτήρα στην Π.Ο. το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων ήταν εναρμονισμένο με τις αποδεκτά επιστημονικές απόψεις. Ιδιαίτερη εντύπωση έκαναν τα αποτελέσματα της περιγραφής του μονοχρωματικού φωτός που εκπέμπεται από συσκευή laser, όπου το ποσοστό των επιστημονικά αποδεκτών απαντήσεων των παιδιών της Π.Ο. πλησίασε το 75%. Και σε αυτήν τη θεματική ενότητα έγινε χρήση της στρατηγικής των μεταφορών και αναλογιών. Συγκεκριμένα, φωτόνια μονοχρωματικού φωτός που εκπέμπονται από συσκευή laser παραλληλίστηκαν με άτομα που βαδίζουν συντονισμένα με ομοιόμορφο βηματισμό προς μια κατεύθυνση (σύμφωνο φως), ενώ φωτόνια του ασύμφωνου φωτός με άτομα που βαδίζουν ασυντόνιστα προς πολλές κατευθύνσεις. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι στην Π.Ο. μετά τη διδασκαλία της ενότητας «Φως και Αστρονομία» – «Ταχύτητα του φωτός», όπου εμπλέκονταν οι έννοιες της ταχύτητας και του χρόνου (παρελθόν - παρόν), οι απαντήσεις των παιδιών σε δραστηριότητες του λογισμικού ταυτίζονταν σε μεγάλο ποσοστό με τις επιστημονικές απόψεις. Για παράδειγμα από τις απαντήσεις στις ερωτήσεις του λογισμικού «Το φως που ταξιδεύει 100 χρόνια ξεκινώντας από ένα μακρινό γαλαξία και φτάνει στη Γη μας δείχνει πώς……» ή «Όταν οι αστρονόμοι με τα τηλεσκόπια τους παρατηρούν το σύμπαν, βλέπουν ουσιαστικά το……», αλλά και από τη συζήτηση που αναπτύχθηκε στις ομάδες εργασίας των παιδιών, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά προβληματίστηκαν και κατανόησαν ότι όταν πρόκειται για μακρινές αποστάσεις, της κλίμακας του σύμπαντος, αυτό που θεωρούμε παρόν τη στιγμή της παρατήρησης ταυτίζεται με το παρελθόν, και η έννοια του χρόνου (παρελθόν, παρόν, μέλλον) είναι τελικά σχετική.

Γενικά, εκτός από τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά μέσα από την διαθεματική ολιστική προσέγγιση, τη χρήση των αναλογιών και των μεταφορών, την εμπλοκή τους σε σενάρια για την επίλυση προβληματικών καταστάσεων, τις εκμαιεύσεις συμπερασμάτων και τις αυτοαξιολογήσεις ανέπτυξαν μεταγνωστικές δεξιότητες, δεξιότητες επικοινωνίας και κριτική σκέψη και στάση απέναντι στη χρήση τεχνολογίας, κατανοώντας ότι η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης μπορεί να έχει χρήσιμα, αλλά και επιβλαβή αποτελέσματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στο Ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα μέχρι την ηλικία των έντεκα ετών (Ε΄ Τάξη) τα παιδιά προσεγγίζουν το φως και τις ιδιότητές του επιφανειακά, αποσπασματικά σε συνολικά τρεις διδακτικές ώρες (δυο στην Α΄ και μια στην Δ΄ τάξη), χωρίς να αντιμετωπίζονται αρχικά οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών. Συγκεκριμένα, η επικρατέστερη αντίληψη της ταύτισης του φωτός με τις φωτεινές πηγές δεν αντιμετωπίζεται μέχρι την Ε΄ τάξη, θεωρώντας δεδομένο ότι στην ηλικία αυτή (11 ετών) τα παιδιά από μόνα τους θα έχουν αναθεωρήσει αυτήν την αρχική τους ιδέα. Στην Δ΄ τάξη όπου αφιερώνεται μια διδακτική ώρα, οι διδακτικοί στόχοι που τίθενται (αναγνώριση ιδιοτήτων του φωτός -ευθύγραμμη διάδοση, ταξινόμηση σωμάτων σε διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή, διαπίστωση ταυτόχρονης εκπομπής φωτός και θερμότητας από φωτεινές πηγές, βλ. Βιβλίο Δασκάλου Μελέτης Περιβάλλοντος της Δ΄ τάξης, σελ. 90) είναι υπερβολικοί για την περιορισμένη χρονική διάρκεια της διδασκαλίας και, επιπλέον, δεν γίνεται σύνδεση της διάδοσης του φωτός με τη δημιουργία των σκιών όταν αυτό παρεμποδίζεται από διαφορά σώματα.

Στα αναλυτικά προγράμματα άλλων χωρών (Αγγλία, Αυστραλία- Βικτώρια, Φινλανδία) η εισαγωγή βασικών εννοιών της Οπτικής (Φωτεινές πηγές, Διάδοση, Διαφανή-αδιαφανή σώματα, Σκιές) και η σύνδεση μεταξύ αυτών των θεματικών ενοτήτων εντάσσεται στα δυο πρώτα έτη της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη διάρκεια περίπου 10-12 διδακτικών ωρών. Στη συνέχεια μελετώνται εκτενέστερα τα φαινόμενα που προκαλεί το Φως και η διάρθρωση των ενοτήτων συνάδουν μερικώς με τη διάρθρωση των αντίστοιχων ενοτήτων στο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι προτάσεις που ακολουθούν σχετίζονται με τη μερική αναμόρφωση των προγραμμάτων σπουδών που αφορούν στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών (Μελέτη Περιβάλλοντος και Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο) για την αποτελεσματικότερη διδασκαλία των βασικών εννοιών της Οπτικής στο Δημοτικό Σχολείο.

Προτείνεται να γίνει σταδιακή εισαγωγή βασικών εννοιών που αφορούν στο Φως που θα βασίζεται στην παρατήρηση από την Α΄ ή τη Β΄ τάξη Δημοτικού και μελέτη αυτών σε κάθε τάξη ως την Ε΄ τάξη που θα γίνει εκτενέστερη και αναλυτικότερη μελέτη των φαινομένων που προξενεί το φως. Η χρονική διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας να κυμαίνεται στις πέντε διδακτικές ώρες. Με τον τρόπο αυτό η αντιμετώπιση των επικρατέστερων εναλλακτικών ιδεών των παιδιών θα γίνεται στην αρχή της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μέχρι

την Δ΄ τάξη. Οι θεματικές ενότητες με τις οποίες προτείνεται να εμπλακούν τα παιδιά στις πρώτες τάξεις (Α΄, Β΄, Γ΄) είναι οι ακόλουθες: «Φωτεινές πηγές», «Φως του ήλιου και σκιές», «Ήλιος και γη», «Πώς οι σκιές αλλάζουν στη διάρκεια της ημέρας;» και «Πώς ταξιδεύει το φως;». Η διδακτική προσέγγιση των θεμάτων θα πρέπει να ευνοούν τη διαθεματικότητα και τη διεπιστημονικότητα. Η προσέγγιση μπορεί να γίνεται μέσω γενικών εννοιών (ενέργειας, σύστημα, μοντέλο σχέση, χρόνος), όπου το «Φως» εξετάζεται παράλληλα με τον ήχο, τη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό και σε συνδυασμό με άλλα διδακτικά αντικείμενα, όπως Μυθολογία-Λαογραφία, Τέχνη, Βιολογία, Τεχνολογία κλπ. Επιπλέον να γίνεται σύνδεση των φαινομένων του φωτός που εξετάζονται στην Ε΄ και Στ΄ τάξη και να μην μελετώνται αποσπασματικά. Για παράδειγμα θεωρούμε ότι πρέπει να γίνεται σύνδεση του φαινομένου της Ανάκλασης του φωτός με τον τρόπο λειτουργίας της όρασης, των Χρωμάτων με την Ανάλυση και σύνθεση του φωτός και με την Απορρόφηση φωτός.

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η συγκεκριμένη διδασκαλία σε κάθε τάξη της Π.Ο. με βάση τα μαθησιακά αποτελέσματα που προέκυψαν από τη σύγκριση των απαντήσεων μεταξύ των παιδιών της Π.Ο. και της Ο.Ε., τα οποία όπως ήταν φυσικό διδάσκονταν στις προηγούμενες τάξεις τους φαινόμενα του φωτός σύμφωνα με τα περιεχόμενα του ισχύοντος ΑΠΣ. Η προτεινόμενη από την παρούσα μελέτη μερική αναδόμηση του αναλυτικού προγράμματος, ως προς τις διδακτικές ώρες και τις ενότητες που περιλήφθηκαν, θα μπορούσε να αξιολογηθεί σε μια διαχρονική έρευνα, στην οποία τα παιδιά θα ξεκινούσαν να διδάσκονται τις έννοιες της Οπτικής από την αρχή της εκπαίδευσής τους (Α΄, Β΄ τάξη). Να διερευνηθεί δηλαδή το κατά πόσο τα παιδιά της Στ΄ τάξης στα οποία θα έχει εφαρμοστεί το προτεινόμενο Α.Π. στο τέλος της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσής τους θα πλεονεκτούν στην κατανόηση των φαινομένων του φωτός, από εκείνα που διδάσκονται την Οπτική σύμφωνα με τη δομή του ισχύοντος Α.Π. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε να διαπιστωθεί η επίδραση της διδασκαλίας των εννοιών αυτών στην αρχή της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στα παιδιά όταν αυτά φτάνουν στην Ε΄ και Στ΄ τάξη και διδάσκονται έννοιες και φαινόμενα της Οπτικής που θεωρούνται δύσκολο να κατανοηθούν. Συνεπώς η διδασκαλία των φαινομένων της Οπτικής σύμφωνα με το προτεινόμενο αναλυτικό πρόγραμμα θα μπορούσε να αξιολογηθεί αν γινόταν μια πιλοτική εφαρμογή αυτού σε ορισμένα σχολεία της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Επίσης, η εφαρμογή αυτού του προγράμματος θα μπορούσε να ενταχθεί στο πλαίσιο της ευέλικτης ζώνης εφόσον στη διδασκαλία και μάθηση των φαινομένων της Οπτικής εμπλέκονται διαθεματικές έννοιες και δίνεται η δυνατότητα της σύνδεσης με άλλα διδακτικά αντικείμενα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brickhouse, N.W. (1994). Children's observations, ideas, and the development of classroom theories about light. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(6), 639–656.
2. Cottrell, J.E. & Winer, G.A. (1994). Development in the understanding of perception: The decline of extramission perception beliefs. *Developmental Psychology, 30*, 218-228.
3. Department for Education an Employment. (2011). *The National Curriculum for England- Science* ανακτήθηκε στις 8/8/2012 από http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning.
4. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-Δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. Τυπωθήτω-Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα.
5. Feher, E. & Meyer, K. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(5), 503-520.
6. Fetherstonhaugh, T. & Treagust, D.F. (1992). Students' understanding of light and its properties: teaching to engender conceptual change. *Science Education, 76*(6), 653–672.
7. Finish National Board of Education. (2004). *National Core Curriculum for Basic Education*, Helsinki, Finland, ανακτήθηκε στις 6/9/2012 από http://www.oph.fi/english/publications/2009/national_core_curricula_for_basic_education.
8. Galili, I. & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education, 22*(1), 57-88.
9. Galili, I. (1996). Student's conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education, 18*(7), 847-868.
10. Guesne, E. (1985). Light. In R. Driver, E. Guesne and A. Tiberghien (Eds), *Children's Ideas in Science* (pp.10-32). Open University Press, Milton Keynes.
11. Langley, D., Ronen, M. & Eylon, B. (1997). Light propagation and visual patterns: preinstruction learners' conceptions. *Journal of research in science teaching, 34*(4), 399–424.
12. Osborne, J., Black, P., Smith, M. & Meadows, J. (1990). *Light* (Primary SPACE Project research report), Liverpool University Press, Liverpool.
13. Selley, N. (1996b). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education, 18*(6), 713–723.
14. Shapiro, B. (1994). *What children bring to light: A constructivist perspective on Childrens' learning in science*, Teachers College Press, Columbia New York.

15. Tekos, G., Solomonidou, C. (2009). Constructivist learning and teaching of optics concepts using ICT tools in Greek primary school: A pilot study. *Journal of Science Education and Technology, 18*(5), 415-429.
16. VCAA, (2005). Victorian essential learning standards, discipline-based learning strand, science, Victorian curriculum and assessment authority, Melbourne, Victoria, Australia ανακτήθηκε στις 3/3/2011 από http://vels.vcaa.vic.edu.au/vels/science.html.
17. Κουλαϊδής, Β. (1994). *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου*. Gutenberg, Αθήνα.
18. Πράμας, Χ. & Κουμαράς, Π. (2007). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) – Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» και τα νέα βιβλία Ε' – ΣΤ' Δημοτικού: Τάσεις και Αντιφάσεις. *Εκπαιδευτική Κοινότητα, 80*, 10-15.
19. Ραβάνης, Κ. (2004). *Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση (Διδακτική προσέγγιση)*. Τυπωθήτω-Γ. Δαρδανός, Αθήνα.

Το πανηγύρι της επιστήμης στο σχολείο ως μέσο καλλιέργειας θετικών στάσεων για τις φυσικές επιστήμες

Πηνελόπη Βλέτση
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ
pinvletsi@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία προσπάθεια μεταφοράς των εκδηλώσεων "φυσικά μαγικά" που πραγματοποιείται από την ομάδα των physics partizani κάθε άνοιξη στο προαύλιο της παιδαγωγικής σχολής, στα προαύλια των δημοτικών σχολείων. Ο κύριος στόχος αυτής της μεταφοράς του "πανηγυριού επιστήμης" είναι η ανάπτυξη θετικών στάσεων των μικρών μαθητών και μαθητριών απέναντι στην επιστήμη της Φυσικής. Παρακάτω, παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκε το όλο εγχείρημα. Πρόκειται για ανάπτυξη σχεδίου εργασίας (μέθοδος project) με τελικό προϊόν ένα "πανηγύρι επιστήμης" από μαθητές Ε' δημοτικού. Συνεπώς, αναλύεται η παρέμβαση στο δημοτικό σχολείο. καθώς και οι αντιδράσεις των παιδιών μετά το πέρας της εκδήλωσης. Τέλος, από όλη αυτή τη προσπάθεια προκύπτουν συμπεράσματα για συζήτηση γύρω από το περιεχόμενο του μαθήματος των φυσικών επιστημών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *πανηγύρι επιστήμης, θετικές στάσεις, άτυπες μορφές εκπαίδευσης, μέθοδος project*

ΥΠΟΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην παρούσα εργασία βασικός στόχος είναι η εύρεση ενός εναλλακτικού τρόπου διδασκαλίας των φυσικών επιστημών που δε θα εστιάζει τόσο σε στόχους γνωστικούς αλλά κυρίως σε στόχους συναισθηματικούς.

Οι συναισθηματικοί στόχοι εστιάζονται σε τρεις άξονες:

- Η πρόκληση ενδιαφέροντος για τη μάθηση φυσικών επιστημών.
- Η ανάπτυξη κινήτρων για τη μάθηση φυσικών επιστημών.
- Η διαμόρφωση θετικής στάσης για τη μάθηση φυσικών επιστημών.

(Σέρογλου, 2006, σελ. 78-80)

Συνεπώς υπόθεση της έρευνας αποτελεί η θέση: "Η εισαγωγή άτυπων μορφών εκπαίδευσης στο σχολείο θα είναι η μέθοδος που θα αναπτύξει θετικές στάσεις απέναντι στις φυσικές επιστήμες και θα δημιουργήσει τα κίνητρα που θα οδηγήσουν όλους τους μαθητές και όλες τις μαθήτριες σε ελεύθερη ενασχόληση με αυτές."

Υποθέτουμε πως η διεξαγωγή εργασιών μέσα στην τάξη με τη μέθοδο project και με κοινωνικό γεγονός την παραγωγή προϊόντος που συνδέεται με τις άτυπες μορφές εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες είναι μία ικανή συνθήκη για την επίτευξη των συναισθηματικών στόχων του μαθήματος των φυσικών επιστημών.

ΟΙ ΑΤΥΠΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Στην κύρια εκπαίδευση έρχονται με δημόσια ή και ιδιωτική πρωτοβουλία φορείς που προσφέρουν εκπαίδευση όμως με άτυπη μορφή. Πρόκειται για τις άτυπες μορφές εκπαίδευσης οι οποίες «αποτελούν ένα μη οργανωμένο και μη συστηματικό πεδίο εκπαίδευσης που σχετίζεται με τις καθημερινές εμπειρίες και συμβαίνει εκτός του τυπικού εκπαιδευτικού συστήματος. Η συμμετοχή σε αυτό (το πλαίσιο των άτυπων μορφών εκπαίδευσης) είναι εθελοντική.» (Κολιόπουλος, 2004,σελ.35)

Πιο συγκεκριμένα άτυπες μορφές εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες μπορούν να προσφέρουν σύμφωνα με τον Κολιόπουλο (2004):

- Τα μουσεία φυσικών επιστημών και τεχνολογίας
- Τα εργαστήρια φυσικών επιστημών
- Επιστημονικά κείμενα, εκπομπές στα ΜΜΕ με επιστημονικό ενδιαφέρον.
- Αφηγήσεις (λογοτεχνία, θέατρο, κόμικ κτλ)
- Εκθέσεις φυσικών επιστημών και τεχνολογίας (λ.χ. Πανηγύρι της Επιστήμης)

ΤΟ ΠΑΝΗΓΥΡΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

«*Το Πανηγύρι της Επιστήμης είναι το επιστέγασμα μιας μακράς διαδικασίας, στο τέλος της οποίας τα παιδιά εκθέτουν το έργο τους, τη μέθοδο που ακολούθησαν και τα αποτελέσματα της διερεύνησής τους. Επιπρόσθετα, στο πανηγύρι τα παιδιά αναλαμβάνουν να εμπλέξουν το κοινό σε μια αλληλεπιδραστική δραστηριότητα, την οποία τα*

ίδια σχεδίασαν με στόχο να διδάξουν κάποιες πτυχές των αποτελεσμάτων της διερεύνησής τους.» (Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Κύπρου)

Στη συγκεκριμένη εργασία επιλέχθηκε το πανηγύρι της επιστήμης (science fair) από τους τύπους μη τυπικής εκπαίδευσης για τους παρακάτω λόγους:

- Η γνώση της φυσικής ως μέσο για την πραγματοποίηση της εκδήλωσης
- Απαιτεί οργάνωση από την πλευρά των παιδιών.
- Ανοίγει τους ορίζοντες της τάξης.
- Στο κέντρο βρίσκεται το πείραμα.'

Η ΜΕΘΟΔΟΣ PROJECT

Γενικώς project ή σχέδιο εργασίας πραγματοποιείται όταν «μία ομάδα ατόμων αποφασίζει να ασχοληθεί με ένα συγκεκριμένο θέμα, προγραμματίζει μόνη της την πορεία των ενεργειών και διεκπεραιώνει αυτά που είχε προγραμματίσει.[…]Αν διεξαχθούν σωστά (οι ενέργειες) αποβαίνουν ουσιαστικές διαδικασίες μάθησης, γιατί η εμπειρία που αποκτούν τα μέλη κατά τη διάρκεια των εργασιών αποτελεί σημαντική πηγή μάθησης.[…] Η επεξεργασία, τέλος, του θέματος γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε ο τερματισμός των εργασιών να συνοδεύεται και από ένα προϊόν (π.χ. μία έκθεση, ένα βιβλίο, μία εκδήλωση)» (Frey,2002, σελ. 7-8).

Συνεπώς, η μέθοδος project είναι μία μέθοδος εργασίας που στηρίζεται στην πρωτοβουλία των παιδιών, στην αυτοοργάνωσή τους και τα ενδιαφέροντά τους. Δεν είναι υπερβολή να χαρακτηριστεί το project ως μαθητοκεντρική μέθοδος εργασίας, αφού η κύρια πηγή τροφοδότησής του προκύπτει από τα παιδιά. Ο χαρακτηρισμός αυτός είναι δυνατό να προκύψει και από τον ορισμό που έχει δώσει ο Killpatrick, ο παιδαγωγός που εισήγαγε το project στη σχολική διαδικασία. «*Σχέδιο εργασίας (project) σημαίνει την ιδέα μιας προγραμματισμένης δράσης που γίνεται με όλη την καρδιά μέσα σε ένα κοινωνικό περιβάλλον*» (Kilpatrick, 1918, σελ 319).

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ PROJECT ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

Η μικρή παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε στο 23ο Δημοτικό σχολείο Λάρισας, έγινε σύμφωνα με τις αρχές της μεθόδου project και με προσπάθεια να εκπληρωθούν σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό οι προβλέψεις της. Επιλέχθηκε, ακριβώς για τον μαθητοκεντρικό της χαρακτήρα και για την εμπιστοσύνη της μεθόδου στην πρωτοβουλία των παιδιών. Άλλωστε, ο στόχος της παρέμβασης είναι η επίτευξη συναισθηματικών στόχων και κάτι τέτοιο είναι εφικτό μόνο με την ελεύθερη συμμετοχή των παιδιών.

Συγκεκριμένα στις 16 ώρες μαθήματος ακολουθήθηκαν τα παρακάτω:

Πρόταση για πραγματοποίηση πανηγυριού της επιστήμης.

Σύμφωνα με τον Frey: «*Ερέθισμα για την διεξαγωγή του έργου μπορεί να αποτελέσει μία πρόταση του δασκάλου ή ενός μαθητή ή ενός οποιουδήποτε μέλους της ομάδας. Όλα τα μέλη πρέπει να εκφέρουν άποψη πάνω στην πρόταση που έγινε, να αποφασίσουν και να συμβάλουν στη διεξαγωγή των εργασιών*.» Στην προκειμένη περίπτωση έδωσα η ίδια το θέμα, σε περίπτωση όμως που δεν γινόταν αποδεκτό από την τάξη θα έπρεπε να απευθυνθώ σε άλλη ομάδα παιδιών. Ωστόσο, τα παιδιά ενθουσιάστηκαν και δέχθηκαν με χαρά να συμμετέχουν και να δημιουργήσουν το πανηγύρι της φυσικής.

Εργασία σε ομάδες

Φυσικά, για να υπάρξουν συνθήκες συνεργασίας, συζήτησης και ανταλλαγής απόψεων απαραίτητη είναι η ομαδοσυνεργατική μορφή διδασκαλίας. Άλλωστε μόνο μέσα στις ομάδες θα μπορούν τα παιδιά να αναπτύξουν τη δημιουργικότητά τους αλλά και να αναλάβουν πρωτοβουλίες. Για να δημιουργηθεί η ομαδοσυνεργατική μορφή διδασκαλίας οι ομάδες χωρίστηκαν σύμφωνα με τα κριτήρια της ανομοιογένειας (Σταυρίδου, 2003, σελ 18) αλλά και οι προϋποθέσεις και οι συνθήκες για την επιτυχία του εγχειρήματος δηλαδή:

- Ανομοιογένεια στη σύνθεση της ομάδας
- Περιορισμένος αριθμός μελών ανά ομάδα
- Θετική αλληλεξάρτηση μεταξύ των μελών της ομάδας
- Άμεση προσωπική επικοινωνία
- Ατομική και Συλλογική Ευθύνη από την πλευρά των μαθητών/τριών
- Συνεχής εξάσκηση σε δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας
- Αποκέντρωση της εξουσίας (από τον/την δάσκαλο/α στην πρωτοβουλία των μαθητών/τριών). (Ματσαγγούρας, 2001, σελ 515-518)

Οι ομάδες ήταν κάτι πρωτόγνωρο για τους μαθητές και τις μαθήτριες του Ε2 και γρήγορα εμφανίστηκαν δυσκολίες προσαρμογής. Ο χρόνος όμως στάθηκε σύμμαχος και τα παιδιά όσο περνούσαν οι εβδομάδες εναρμονίζονταν με το ομαδικό πνεύμα, γεγονός που διαπίστωσαν και τα ίδια. Μάλιστα πολλά παιδιά απέδωσαν την επιτυχία της ομάδας τους στην εκδήλωση, στην καλή τους συνεργασία.

Πρωτοβουλία παιδιών

Τα παιδιά συμμετέχουν στο project με δική τους προθυμία και θέληση δίνοντας συνεχώς τις δικές τους ιδέες και προτάσεις στην ομάδα για την εξέλιξη του project. Είναι αδιαμφισβήτητο ότι τέτοιου είδους αρχές τηρηθήκαν καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών στο 23ο δημοτικό σχολείο. Οι μαθητές και οι μαθήτριες στις ομάδες τους αλλά και στο σύνολο της τάξης είχαν πρωταρχικό ρόλο. Μάλιστα πολλά στοιχεία του τελικού αποτελέσματος οφείλονται σε δικές τους προτάσεις ενδεικτικά όπως:

- Το πείραμα «το πνεύμα» του μπουκαλιού.
- Οι αφίσες και η λειτουργία τους στην εκδήλωση.
- Το μοίρασμα των πειραμάτων ανά ομάδα.

Διάλειμμα ενημέρωσης

«*Είναι μία διακοπή των δραστηριοτήτων για λίγα λεπτά ή και περισσότερο. Κατ' αυτήν ενημερώνονται τα μέλη μεταξύ τους για την κατάσταση που βρίσκεται το project, ρυθμίζουν οργανωτικές υποθέσεις, ηρεμούν, κάνουν διάλειμμα και προσπαθούν να αποσοβήσουν μια υπερένταση που προβλέπεται να έρθει*.» (Frey, 2002, σελ. 31)

Προφανώς χρειάστηκε να γίνουν πολλά τέτοια διαλείμματα ώστε να διευθετηθούν οργανωτικά θέματα. Το ευχάριστο είναι ότι τέτοια διαλείμματα ζητούσαν τα ίδια τα παιδιά για να μπορούν να έχουν τον έλεγχο και τη συνολική εικόνα του project. (βλ. παρακάτω, περιγράφονται αναλυτικά)

Διάλειμμα ανατροφοδότησης.

«*Κατ' αυτή τη φάση διακόπτονται οι οποιεσδήποτε ενέργειες με σκοπό να αντιμετωπίσουν τα μέλη κριτικά και από απόσταση τις ίδιες τους τις ενέργειες.*» (Frey, 2002, σελ. 34)

Η χρήση διαλειμμάτων ανατροφοδότησης αποσκοπούσε στην επανάληψη των όσων είχαν ειπωθεί και στην οργάνωση των όσων θα ακολουθούσαν. Συγκεκριμένα οι μαθητές και οι μαθήτριες στη μέση του project αλλά και πριν την εκδήλωση προχώρησαν σε «πρόβα» της παρουσίασής τους ανά ομάδες. Σε αυτή τη διαδικασία είχαν την ευκαιρία να δουν κατά πόσο είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν υπό τη μορφή παράστασης τα πειράματα. Σε αυτό βοηθούσαν οι συμμαθητές και οι συμμαθήτριες που μπήκαν σε ρόλο κοινού ακριβώς για να εντοπίσουν λάθη και αδυναμίες αλλά και να ενθαρρύνουν τις καλές προσπάθειες.

Τελικό προϊόν

Όπως αναφέρεται και πιο πάνω, η επεξεργασία του θέματος του project γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε ο τερματισμός των εργασιών να συνοδεύεται και από ένα προϊόν. Στην προκειμένη περίπτωση το προϊόν, δεν είναι άλλο από το ίδιο το πανηγύρι της επιστήμης.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

Το σχολείο

Το σχολείο ήταν το 23ο Δημοτικό Σχολείο Λάρισας. Αυτό βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της πόλης στην ευρύτερη συνοικία του Αγίου Γεωργίου. Η περιοχή είναι νεόκτιστη και κατοικείται κυρίως από οικογένειες μεσαίας οικονομικής τάξης. Το κτήριο του σχολείου είναι καινούργιο και έχει αρκετές ανέσεις όσον αφορά τους χώρους του. Σημαντικό είναι ότι διαθέτει αίθουσα-εργαστήριο φυσικής και χημείας. Η αίθουσα είναι πλήρως εξοπλισμένη με μεγάλα θρανία για τους μαθητές και ένα μεγάλο πάγκο σε υπερυψωμένο σημείο. Επίσης, η αίθουσα διέθετε υπολογιστή με προτζέκτορα.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες

Η παρέμβαση έγινε στο Ε2 τμήμα, το οποίο αποτελούνταν από 21 παιδιά, 10 αγόρια και 11 κορίτσια.

Όσον αφορά την ταξική προέλευση από τα εξωτερικά στοιχεία συμπεραίνουμε πως πρόκειται για παιδιά μεσαίων στρωμάτων. Όσον αφορά την εθνική προέλευση σίγουρα υπήρχαν δύο παιδιά από χώρα των Βαλκανίων, γεγονός που φαινόταν μόνο από τα ονόματα των παιδιών. Ακόμη, σε συζήτηση με τη δασκάλα της τάξης προέκυψε και η αλλοδαπή καταγωγή άλλης μίας μαθήτριας. Τέλος, δεν υπήρχαν παιδιά με εξόφθαλμες αναπηρίες.

Ημέρα 1η

Η πρώτη ημέρα στην τάξη ήταν και η πιο κρίσιμη, καθώς θα ήταν αυτή που θα έκρινε την πορεία του project. Σύμφωνα με τον Frey «*Ερέθισμα για τη διεξαγωγή του έργου (project) μπορεί να αποτελέσει μια πρόταση του δασκάλου ή ενός μαθητή ή ενός οποιουδήποτε μέλους της ομάδας. Όλα τα μέλη θα πρέπει να εκφέρουν άποψη πάνω στην πρόταση που έγινε, να αποφασίσουν από κοινού για την τελική μορφή του θέματος και να συμβάλλουν στην διεξαγωγή των εργασιών.*» (Frey K., 2002, σελ. 7) Από την παραπάνω θέση προκύπτει ότι η φοιτήτρια δικαιούται μεν να προτείνει το θέμα, αλλά αν δεν υπάρχει η καθολική αποδοχή από τα μέλη της τάξης, δεν

νοείται να υπάρξει συνέχεια. Για τους παραπάνω λόγους επιλέχτηκαν πειράματα που μοιάζουν με μαγικά κόλπα με στόχο να είναι πιο εντυπωσιακά.

Στην αρχή του μαθήματος δόθηκαν τα ερωτηματολόγια στα παιδιά που κύριο στόχο είχαν να αντλήσουν πληροφορίες για το πώς τα παιδιά αντιλαμβάνονται την επιστήμη της φυσικής και ποιες είναι οι εντυπώσεις τους από τον τρόπο που γίνεται το μάθημα. Αφού τα παιδιά ολοκλήρωσαν τις απαντήσεις τους άρχισε η παρουσίαση, με την ερώτηση: «Παιδιά γνωρίζεται ποιος είναι ο Χάρι Πότερ;». Φυσικά τα παιδιά απάντησαν θετικά και η παρουσίαση συνέχισε με την εντύπωση ότι θα πραγματοποιηθούν μαγικά.

Το πρώτο πείραμα που παρουσιάστηκε ήταν «Τα κεριά που σβήνουν μόνα τους». Το πείραμα απέσπασε επιφωνήματα ενθουσιασμού αλλά και απορίας, οπότε και εξηγήθηκε η διαδικασία του πειράματος και «η φυσική» που κρύβεται πίσω από αυτό. Με αυτή τη μεθοδολογία πραγματοποιήθηκε και η παρουσίαση των υπόλοιπων πειραμάτων.

Στο τέλος της διδακτικής ώρας τέθηκε η ερώτηση στα παιδιά για το αν θα ήθελαν να συμμετέχουν στην προετοιμασία και υλοποίηση μιας παρουσίασης πειραμάτων στο σχολείο τους. Φυσικά, η απάντηση ήταν θετική και με αυτό τον τρόπο επιτεύχθηκε ο στόχος της πρώτης ημέρας.

Ημέρα 2η

Σε συνεργασία με τη δασκάλα της τάξης έγινε από την προηγούμενη μέρα ο χωρισμός των παιδιών σε ομάδες. Για τις ομάδες κρατήθηκαν τα κριτήρια που θέτονται στη βιβλιογραφία της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας.

Όταν άρχισε το μάθημα ανακοινώθηκαν οι ομάδες των παιδιών και οι θέσεις τους στην αίθουσα. Φυσικά προέκυψαν και οι πρώτες αναμενόμενες αντιδράσεις καθώς τα κριτήρια δεν ήταν αυτά που θα ανταποκρίνονταν στις φιλίες των παιδιών (Σταυρίδου, 2003, σελ. 19). Στη συνέχεια, μοιράστηκαν τα φύλλα εργασίας στα οποία πρώτη δουλειά των παιδιών ήταν να βρουν ονόματα για τις ομάδες τους. Οι ομάδες των παιδιών που δημιουργήθηκαν ήταν:

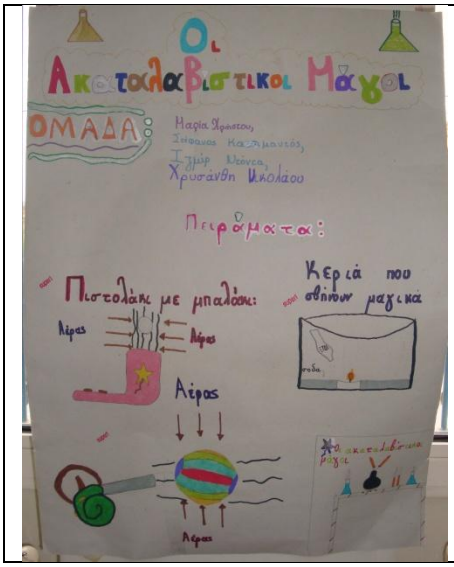
«Παντογνώστες της φυσικής»
«Οι επιστήμονες»
«Ακαταλαβίστικοι μάγοι»
«Οι Φυσικοί»
«Τα ξεφτέρια» (η ομάδα με τα 5 παιδιά)

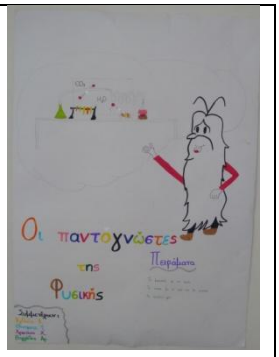
Ημέρα 3η, 4η, 5η και 6η

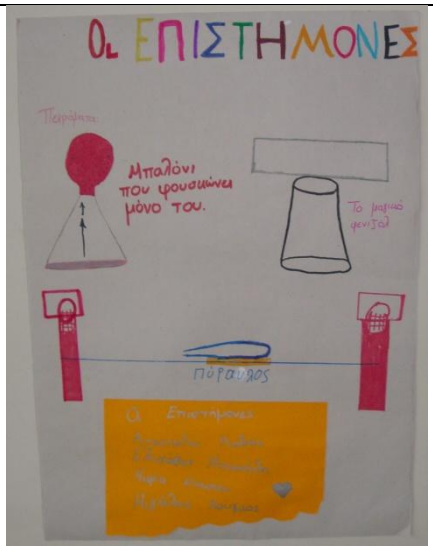
Στις επόμενες συναντήσεις μέλημα των παιδιών ήταν να μάθουν τα πειράματα και να οργανώσουν την εκδήλωση. Σε κάθε συνάντηση οι ομάδες συμπλήρωναν ένα φύλλο εργασίας ώστε να μάθουν τα πειράματα και οργάνωναν την εκδήλωσή τους.

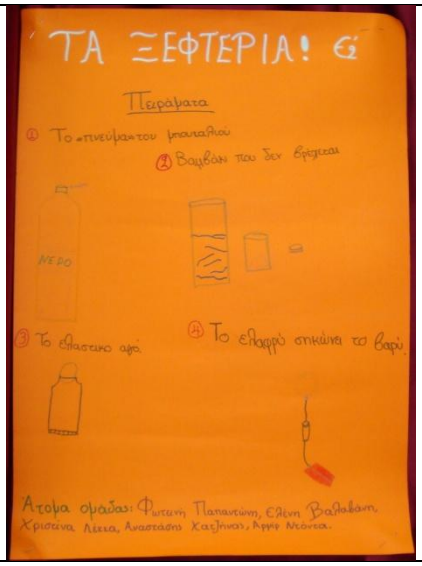
Ημέρα 7η

Η έβδομη συνάντηση με τα παιδιά ήταν η προτελευταία αφού όλα είχαν ετοιμαστεί. Τα παιδιά ολοκλήρωσαν τις αφίσες τους, έκαναν και πάλι πρόβα τα πειράματά τους και τον τρόπο με τον οποίο θα τα παρουσίαζαν.









Σχήματα 1: Οι αφίσες των παιδιών

Ημέρα 8η

Εκείνη την ημέρα ο καιρός, δυστυχώς, ήταν κακός. Το κρύο εμπόδιζε να γίνει η εκδήλωση στην αυλή του σχολείου όπως αρχικά είχε σχεδιαστεί. Έτσι επιλέξαμε την αίθουσα πολλαπλών χρήσεων για την πραγματοποίηση της εκδήλωσης.

Οι πάγκοι δημιουργήθηκαν και πίσω από κάθε πάγκο τοποθετήθηκαν οι αφίσες της κάθε ομάδας και μοιράστηκαν τα υλικά που αντιστοιχούσαν στα πειράματα. Αφού όλα είχαν ετοιμαστεί ήρθαν πρώτα τα δύο τμήματα της έκτης. Τα παιδιά ήταν μεγαλύτερα και είχαν διδαχτεί αρκετά κομμάτια φυσικής που απαντούσαν στα πειράματα. Την επόμενη ώρα ήρθαν ως θεατές τα παιδιά των δύο τμημάτων της τετάρτης τάξης. Στην τελευταία ώρα της παρουσίασης η άλλη Πέμπτη απόλαυσε μία μοναδική παράσταση.

Η όλη παράσταση περιείχε 17 πειράματα. Σε κάθε πείραμα οι μαθητές ή οι μαθήτριες που το εκτελούσαν έπαιρναν ρόλο συντονιστή και ζητούσαν με ερωτήσεις τα παιδιά να βρουν γιατί συμβαίνει το φαινόμενο που παρατηρούνταν στο πείραμα. Οι μαθητές και οι μαθήτριες της έκτης, εφόσον γνώριζαν ορισμένα πράγματα από τη φυσική κατάφερναν να απαντήσουν σε πολλές ερωτήσεις. Αντίστοιχα και οι μαθητές της άλλης Πέμπτης απαντούσαν σε ερωτήσεις αλλά σε μικρότερη κλίμακα και όχι πάντα επιτυχημένα. Και από τις δύο μεγάλες τάξεις προέκυπτε ότι οι έννοιες της φυσικής είναι μπερδεμένες και δεν υπήρχε καμία ξεκάθαρη ανταπόκριση. Ωστόσο, σε καμία περίπτωση δεν πίστευαν ότι πρόκειται για μαγικά και πάντα περίμεναν μία λογική φυσική εξήγηση.

Από την άλλη πλευρά οι μαθητές και οι μαθήτριες της τετάρτης όντας μικρότεροι και μικρότερες δεν μπορούσαν ναν ερμηνεύσουν με τη χρήση της φυσικής τα πειράματα για αυτό και τους βοηθούσαν οι ομάδες. Αν και δεν καταλάβαιναν πολλά τα παιδιά της τετάρτης έδειξαν το μεγαλύτερο ενθουσιασμό. Μάλιστα, μετά από κάθε πετυχημένο πείραμα τα παιδάκια χειροκροτούσαν τους μαθητές του Ε2.

Όσον αφορά τα παιδιά του Ε2 η συμπεριφορά τους ακολούθησε την παρακάτω πορεία. Στην πρώτη παράσταση είχαν άγχος και αμηχανία, ωστόσο εκτέλεσαν όλα τα πειράματα με μεγάλη ευκολία. Στη δεύτερη παράσταση έχοντας την εμπειρία της προηγούμενης είχαν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στις δυνάμεις τους και παρουσίαζαν τα πειράματα πιο ευχάριστα. Σε αυτό σημαντική ήταν και η ενίσχυση που δέχονταν από τους μικρούς θεατές καθώς ο ενθουσιασμός τους ήταν διάχυτος. Τέλος, στην Τρίτη και τελευταία παράσταση τα παιδιά είχαν να δώσουν παράσταση στο άλλο τμήμα. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των δύο τμημάτων ήταν μεγάλος και φάνηκε ξεκάθαρα καθ' όλη τη διάρκεια των μαθημάτων του project. Η πρόκληση ήταν μεγάλη. Όμως, και η κούραση των παιδιών μετά από ένα εξαντλητικό δίωρο παρουσιάσεων ήταν μεγάλη. Το αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό μεν αλλά κατώτερο των δυνατοτήτων των παιδιών. Ίσως εδώ θα έπρεπε να υπάρξει πρόβλεψη για να αποφευχθεί η κούραση που μείωνε την ποιότητα της απόδοσης των παιδιών.

Μετά τις παραστάσεις, και αφού καθαρίστηκε η αίθουσα έγινε η τελική ανασκόπηση όλου του project. Ζητήθηκε από τα παιδιά να γράψουν ελεύθερα μια μικρή περίληψη των όσων έγιναν και μια κριτική γράφοντας τι άρεσε αλλά και τι δεν άρεσε στα παιδιά. Έτσι ολοκληρώθηκε το project της Φυσικής.

ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε όλη τη διάρκεια του project. Παρουσιάζονται με τη σειρά που έγιναν στην τελική εκδήλωση των παιδιών και ανάλογα με την ομάδα που τα εκτέλεσε. Τα περισσότερα πειράματα βρίσκονται στο βιβλίο "Οδηγός πειραματικής διδασκαλίας" του Π. Κουμαρά από τις εκδόσεις Χριστοδουλίδη.

Παντογνώστες της φυσικής

1. Το μπαλάκι του πινγκ πόνγκ που αιωρείται
2. Το τόπι που αιωρείται
3. Το κερί που σβήνει μόνο του

Οι επιστήμονες

1. Το φελιζόλ που ισορροπεί
2. Το μπαλόνι που φουσκώνει μόνο του
3. Το μπαλόνι-πύραυλος

Οι ακαταλαβίστικοι μάγοι

1. Το μη νευτώνιο υγρό *(από τις εκδηλώσεις των physics partizani)*
2. Μπουκάλι με τρύπα
3. Αναποδογυρισμένο ποτήρι με νερό

Οι Φυσικοί

1. Το κερί που κολυμπάει
2. Το νερό που δε χύνεται στο μπουκάλι
3. Το μπαλόνι που φουσκώνει μόνο του

Τα ξεφτέρια (η ομάδα με τα 5 παιδιά)

1. Το βαμβάκι που δε βρέχεται/ το καπάκι που δεν στριμώχνεται
2. Το ελαφρύ σηκώνει το βαρύ.
3. Το πνεύμα του μπουκαλιού (από το σχολικό βιβλίο των παιδιών)

Η ομάδα αυτή, λόγω του μεγαλύτερου αριθμού μελών ανέλαβε να εξηγεί τα πειράματα: α) το αυγό που μπαινοβγαίνει στο μπουκάλι και β) το τενεκεδάκι που τσαλακώνεται. Τα δύο αυτά πειράματα θεωρήθηκαν επικίνδυνα από την ομάδα και για αυτό δεν επιτράπηκε στα παιδιά να τα εκτελέσουν, παρά μόνο να τα παρουσιάζουν.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της έρευνας αφορούν το κατά πόσο η πραγματοποίηση του project με τελικό προϊόν ένα πανηγύρι επιστήμης από τα παιδιά κάνει τα παιδιά να εκδηλώνουν θετικές στάσεις και σκέψεις απέναντι στις φυσικές επιστήμες. Τα δεδομένα που αποτέλεσαν το υλικό της ανάλυσης ήταν οι απαντήσεις των παιδιών που δόθηκαν σε γραπτή μορφή μετά το τέλος της εκδήλωσης. Ουσιαστικά, πρόκειται για εξατομικευμένες συνεντεύξεις που όμως απαντήθηκαν γραπτώς με ελεύθερη ανάπτυξη του θέματος.

Οι ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν τα παιδιά ήταν τρεις γενικού τύπου με μεγάλο εύρος απαντήσεων. Ο λόγος που επιλέχθηκαν είναι ότι τα παιδιά θα έγραφαν ελεύθερα αυτό που ένιωθαν ενώ ήταν σε θέση να προσθέσουν τη δική τους ματιά στα όσα έγιναν. Οι τρεις ερωτήσεις ήταν:

- Δώστε μία μικρή περίληψη των όσων έγιναν στο project.
- Ποια από τα όσα έγιναν σας άρεσαν;
- Ποια από τα όσα έγιναν δε σας άρεσαν;

Η λογική της πρώτης ερώτησης ήταν ότι εφόσον δεν υπήρχε κατεύθυνση στις απαντήσεις, τα παιδιά, στη σύντομη περιγραφή θα επέλεγαν να γράψουν όσα τους έκαναν εντύπωση περισσότερο.

Για να διαπιστωθεί από τις απαντήσεις αν το εγχείρημα εισαγωγής του πανηγυριού της επιστήμης στο σχολείο έχει θετικές συνέπειες στις στάσεις των παιδιών απέναντι στις φυσικές επιστήμες αρκεί να δούμε τις γενικές εντυπώσεις και τα σχόλιά τους αλλά και τις απόψεις των παιδιών για τις παρακάτω θεματικές: «πανηγύρι φυσικής», «πείραμα», «project», «ομάδες». Αυτές οι γενικές εντυπώσεις παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, για κάθε ένα παιδί ξεχωριστά.

Α.Ε.	Γενικά Σχόλια
1	Κανένα σχόλιο
2	«Πιστεύω ότι όλα τα παιδιά έφυγαν χαρούμενα»

3	*δεν υπάρχει γενικό σχόλιο*
4	*Άρεσε όλη η διαδικασία* (δεν υπάρχει ξεκάθαρο σχόλιο, μοιάζει όλη η απάντηση του παιδιού σαν ένα γενικό σχόλιο)*
5	«Ενθουσιαστήκαμε»
6	*δεν υπάρχει γενικό σχόλιο*
7	*Άρεσε όλη η διαδικασία*
8	Κανένα σχόλιο
9	«Περάσαμε φανταστικά/ ενθουσιαστήκαμε, γελάσαμε και περάσαμε υπέροχα./ Θα ήθελα να συνεχίσουμε να το κάνουμε»
10	«Άξιζε ο κόπος, δε θα το ξεχάσω ποτέ!» «Τα παιδιά έμειναν έκπληκτα και χαιρόμουνα για αυτό»
11	«Περάσαμε πάρα πολύ ωραία αυτό το μήνα»
12	«Ήταν ο καλύτερος μήνας, όλα μου άρεσαν»
13	«Όλα ήταν καταπληκτικά»
14	«Μου άρεσαν όλα»
15	«Ενθουσιάστηκα»
16	«Όλα μου άρεσαν»
17	Κανένα σχόλιο
18	«όλα ήταν τέλεια»
19	«Πέρασα υπέροχα αυτό το μήνα»
20	Κανένα σχόλιο
21	«Περάσαμε υπέροχα. Θα είναι μία υπέροχη ανάμνηση που όλοι θα τη θυμούνται»

Πίνακας 1: Τα γενικά σχόλια των παιδιών

Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα, γενικά σχόλια έδωσαν τα 15 από τα 21 παιδιά, δηλαδή τα 2/3 περίπου των παιδιών. Συνήθως αυτά τα σχόλια είναι γραμμένα με μεγάλα γράμματα σε ξεχωριστό σημείο της σελίδας Α4 που τους δόθηκε ως φύλλο απαντήσεων. Με αυτή τους την έκφραση τα παιδιά δηλώνουν τον ενθουσιασμό τους για όσα έκαναν και τη μεγάλη τους χαρά για την επιτυχία της εκδήλωσης. Συνεπώς, σε ένα πρώτο επίπεδο ανάγνωσης το project πέτυχε το σκοπό του καθώς ενίσχυσε το ενδιαφέρον τους.

Πέρα από το γενικό στίγμα αξίζει να εξεταστεί σε ποια σημεία έδωσαν έμφαση τα παιδιά και φυσικά, ποια ήταν τα στοιχεία που οδηγούν στην ενίσχυση των θετικών στάσεων των παιδιών απέναντι στις φυσικές επιστήμες. Από τα γραπτά κείμενα των παιδιών συχνά εμφανίζονται τα παρακάτω θέματα:

Το πανηγύρι της φυσικής: δηλαδή η τελική εκδήλωση που έδωσαν με τη μορφή παράστασης τα παιδιά.

Το πείραμα ως διαδικασία αλλά και ως μέσο για τη μελέτη ενός φυσικού φαινομένου.

Η μέθοδος εργασίας project που περιλαμβάνει μια σειρά από δραστηριότητες που συμμετέχουν τα ίδια τα παιδιά.

Η ομαδοσυνεργατική μέθοδος εργασίας (ομάδες).

Συνεπώς αυτά θα μπορούσαν να είναι και τα πιο βασικά στοιχεία που είναι δυνατό να οδηγήσουν σε θετικές στάσεις απέναντι στις φυσικές επιστήμες κατά τη διάρκεια των μαθημάτων στο δημοτικό σχολείο.

ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ

- **Το πανηγύρι της επιστήμης**

Αν και αναφέρεται μόνο από τα 10 παιδιά της τάξης, η εκδήλωση φαίνεται να τους έκανε εντύπωση. Όσοι/-ες την αναφέρουν δείχνουν στο λόγο τους τον ενθουσιασμό τους για το αποτέλεσμα της δουλειάς τους. (π.χ. «*Μετά από σκληρή δουλειά καταφέραμε και κάναμε μία πολύ ωραία εκδήλωση*», μέρος απάντησης παιδιού)

- **Πειράματα**

Η μεγάλη επιτυχία του όλου εγχειρήματος φαίνεται από την εντύπωση που κράτησαν τα παιδιά για τα πειράματα. Τα 20 από τα 21 παιδιά δεν ξεχνούν να αναφέρουν τα πειράματα ως μέρος των εργασιών, ενώ τα 17 δηλαδή το 80% από αυτά έβαλαν τη διεξαγωγή των πειραμάτων στα αγαπημένα κομμάτια του project. Φαίνεται πως ο κύριος σκοπός της εργασίας επιτεύχθηκε και μάλιστα με μεγάλη επιτυχία αφού οι μαθητές και οι μαθήτριες δηλώνουν πως τα πειράματα (με άλλα λόγια: η φυσική) ήταν αυτό που τους άρεσε περισσότερο.

- **Μέθοδος εργασίας**

Όπως έχει αναφερθεί και στα εισαγωγικά της εργασίας η μέθοδος project καθώς και η ομαδοσυνεργατική μορφή διδασκαλίας ήταν στοιχεία πρωτόγνωρα για τα παιδιά του Ε2. Ωστόσο, φαίνεται πως τα παιδιά δεν απογοητεύτηκαν, αλλά προσπάθησαν να δουλέψουν μέσα σε αυτό το μοτίβο εργασίας και μάλιστα ενθουσιάστηκαν από τα όσα κατάφεραν από τη συνεργασία με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριές τους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από την όλη διαδικασία οργάνωσης και εκτέλεσης του πανηγυριού της επιστήμης φαίνεται πως στο μικρό αυτό δείγμα τα αποτελέσματα να είναι αρκετά ενθαρρυντικά ως προς την εκπλήρωση της υπόθεσης της έρευνας.

- **Προσωπική ικανοποίηση**

Τα παιδιά μέσα από αυτή τη διαδικασία κέρδισαν εμπειρίες όχι μόνο γύρω από τις φυσικές επιστήμες αλλά και από τον τρόπο δουλειάς τους. Πέτυχαν τους στόχους που είχαν θέσει στην αρχή και έλαβαν αναγνώριση για το έργο τους όχι μόνο από τα παιδιά από τις άλλες τάξεις, αλλά και από τους ίδιους τους εαυτούς.

- **Απόκτηση κινήτρων**

Τα παιδιά προσέγγισαν τη φυσική με ενδιαφέρον. Απέκτησαν κίνητρα για να ασχοληθούν με αυτή, πράγμα που φαίνεται από τις πολλές και διαφορετικές ιδέες που έδωσαν κατά τη διάρκεια των εργασιών.

- **Θετικές στάσεις**

Οι θετικές τους στάσεις φαίνονται ξεκάθαρα από τις απαντήσεις στα ερωτηματολόγια μετά την παρέμβαση. (βλ. πίνακα 1)

Είναι ωστόσο, προφανές ότι οι αληθινές αποδείξεις για την εκπλήρωση των συναισθηματικών στόχων θα φανούν από την ευρύτερη στάση ζωής που θα έχουν τα παιδιά στο μέλλον και αργότερα στην ενήλικη ζωή τους. Ο μεγάλος στόχος είναι τα παιδιά έχοντας καλλιεργήσει το ενδιαφέρον, έχοντας βρει τα κίνητρα και κυρίως έχοντας αποκτήσει θετικές στάσεις απέναντι στις φυσικές επιστήμες να οδηγηθούν σε μία ευρύτερη προσέγγιση τους για να κατακτήσουν υψηλά επίπεδα γραμματισμού.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Για τη συγκεκριμένη εργασία οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα είναι ένα απαραίτητο στοιχείο για την ολοκλήρωσή της και τη διεξαγωγή ολοκληρωμένων και ασφαλών συμπερασμάτων. Τα επίπεδα των προτάσεων είναι τα παρακάτω τρία:

- **Εκ νέου εφαρμογή της έρευνας σε διαφορετικό δείγμα**

Για να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα και για να επιβεβαιωθεί χωρίς αμφιβολία η υπόθεση της έρευνας θα πρέπει να δημιουργηθεί ένας ικανοποιητικός όγκος δεδομένων. Οπότε, προτείνεται η εφαρμογή της παρούσας διδακτικής παρέμβασης σε περισσότερες τάξεις και σχολεία για την δημιουργία του απαραίτητου αρχείου δεδομένων. Φυσικά, η παρέμβαση μπορεί να προσαρμόζεται με μικρές αλλαγές στα ιδιαίτερα χαρακτηρίστηκα κάθε σχολείου και τάξης.

- **Θέμα που να πηγάζει από τα παιδιά**

Η έρευνα παρουσιάζει πολλά περιθώρια βελτίωσης και διεύρυνσής της. Στο συγκεκριμένο εγχείρημα το θέμα του πανηγυριού της επιστήμης ήταν η παρουσίαση πειραμάτων υπό τη μορφή μαγικών κόλπων. Θα μπορούσε να γίνει μία αντίστοιχη έρευνα - παρέμβαση με ένα θέμα που ξεκινάει από τις απορίες και ανησυχίες των παιδιών. Είναι λάθος να παραβλέπονται οι δικές τους ανησυχίες. Άλλωστε, αν οι εργασία τους στο σχολείο απαντά σε δικά τους ερωτήματα, τα παιδιά διαπιστώνουν με πιο άμεσο τρόπο την χρήση γνώσης στην καθημερινή ζωή. Συνεπώς, ο/η κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να ανιχνεύσει αυτές τις ανησυχίες και σε συνεργασία με τα παιδιά να προχωρούν σε ένα project, με τελικό προϊόν πανηγύρι επιστήμης καθαρά μαθητοκεντρικό. Σε αυτή την περίπτωση είναι πιθανό τα αποτελέσματα να είναι περισσότερο ενθαρρυντικά για την ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στις φ.ε.

- **Αλλαγή τελικού προϊόντος**

Το πανηγύρι της επιστήμης είναι μία μόνο από τις άτυπες μορφές εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Θα μπορούσε στη θέση του, ως τελικό προϊόν του project να βρίσκεται οποιαδήποτε άλλη άτυπη μορφή (βλ. ενότητα "άτυπες μορφές εκπαίδευσης στις φ.ε")

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Παναγιώτη Κουμαρά καθώς ήταν ο υπεύθυνος καθηγητής που παρακολουθούσε την εξέλιξη της εργασίας. καθώς και τον κύριο Θοδωρή Πιερράτο για τη βοήθειά του. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Ευγενία Οικονόμου, δασκάλα του Ε2 του 23ου Δημοτικού σχολείου Λάρισας και τον διευθυντή του σχολείου, κύριο Νίκο Κοσμάνο για την βοήθειά τους στην εκπόνηση της εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Frey K. (2002) *«Η μέθοδος "project"»*, Θεσσαλονίκη: Αδελφοί Κυριακίδη
2. Kilpatrick,W.(1918) «The project method» στο Teachers College Record, vol 19, No4.
3. Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Κύπρου
4. Κασέτας Α. (1993) «Το παιχνίδι «πείραμα» έχει κανόνες» στο Κολιόπουλος (επιμ) *«Η πειραματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην Ελλάδα»*, Αθήνα: Εκδόσεις Γ. Πνευματικού
5. Κόκκοτας Π. (2000) *«Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες»*, Αθήνα: Τηπωθήτω
6. Κολιόπουλος Δ. (2004) *«Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών»*, Αθήνα: εκδόσεις Μεταίχμιο
7. Κουμαράς Π. (2000) *«Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της φυσικής»*, Θεσσαλονίκη: εκδόσεις Χριστοδουλίδη
8. Κουμαράς Π. (2009) *«Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Ο πραγματικός κόσμος ως αντικείμενο και μέσο διδασκαλίας»*, Θεσσαλονίκη: εκδόσεις Επίκεντρο
9. Ματσαγγούρας, Η. (2001) *«Στρατηγικές διδασκαλίας»,* Αθήνα: Gutenberg
10. Παπασταματίου (1993) «Ιστορική ανασκόπηση της (μη) πειραματικής διδασκαλίας της φυσικής στο ελληνικό σχολείο» στο Κολιόπουλος (επιμ) *«Η πειραματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην Ελλάδα»*, Αθήνα: Εκδόσεις Γ. Πνευματικού
11. Σέρογλου Φ. (2006) *«Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη»*, Θεσσαλονίκη: εκδόσεις Επίκεντρο
12. Σταυρίδου Ε. (2003) *«Συνεργατική μάθηση τις φυσικές επιστήμες – από τη θεωρία στην πράξη»*, Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας
13. Σταυρίδου Ε. και Σαχινίδου Ν. (2007) «Η διάσταση του φύλου στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών» στο Ντενογγιάννη Ε., Σέρογλου Φ., Τρέσσου Ε. (επιμ.) *« Φύλο και εκπαίδευση, Μαθηματικά, Φυσικές Επιστήμες, Νέες Τεχνολογίες»* Αθήνα: εκδόσεις Καλειδοσκόπιο

Συνεδρία Δ4

Εργαστηριακή διδασκαλία Φυσικής. Από τη χρήση «συνταγών» στη διερεύνηση προβλημάτων

Κωνσταντίνος Κεραμιδάς

Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04 Θεσσαλονίκης
kkeramidas@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία ξεκινά με τον προβληματισμό της αποτελεσματικότητας της εργαστηριακής διδασκαλίας στο σημερινό σχολείο. Οι απαιτήσεις για εργαστηριακούς χώρους, όπου προτείνεται να εκτελούνται τα πειράματα καθώς και τα ιδιαίτερα όργανα και συσκευές που απαιτούνται αποτελούν το επιχείρημα πολλών εκπαιδευτικών για τη μη εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων, ούτε ακόμη των υποχρεωτικών. Αλλά και ο τρόπος εκτέλεσης των εργαστηριακών ασκήσεων, το είδος και το εύρος συμμετοχής των παιδιών δημιουργούν προβληματισμούς για το τι στοχεύει και τι τελικά προσφέρει η εργαστηριακή άσκηση στη διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών. Αξιοποιώντας την έρευνα στη διδακτική προτείνουμε ένα μοντέλο εργαστηριακών ασκήσεων στο πλαίσιο της διερεύνησης προβλήματος και στην κατεύθυνση της καλλιέργειας ικανοτήτων κλειδιών με την παράθεση ενός παραδείγματος αναμόρφωσης εργαστηριακής άσκησης της Φυσικής Β' Γυμνασίου

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικά προγράμματα, βιβλιογραφικές αναφορές, πρακτικά συνεδρίου*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε ένα σύγχρονο σχολείο που προετοιμάζει τους μαθητές του ώστε να γίνουν πολίτες μιας κοινωνίας αλλαγών, προκλήσεων, κινδύνων και ευκαιριών οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν μαζί με τα Μαθηματικά και τη Γλώσσα βασικό πεδίο ανάπτυξης και καλλιέργειας γνώσεων, ικανοτήτων και στάσεων απαραίτητων για τη καθημερινή ζωή του πολίτη δηλαδή των ικανοτήτων κλειδιών (Χαραλάμπους, 2011, Κουμαράς. Π και Χαραλάμπους Μ, 2011).

Οι Φυσικές Επιστήμες χαρακτηρίζονται ως πειραματικές επιστήμες καθότι το πείραμα αποτελεί βασική παράμετρο της επιστημονικής μεθόδου και παίζει σημαντικό ρόλο στη διατύπωση υποθέσεων, στον έλεγχο μοντέλων και θεωριών και στην ανάδειξη και κατανόηση εννοιών.

Ο Hodson (1990), αναφέρει ότι η εργαστηριακή - πρακτική εργασία μπορεί να παρακινήσει τους μαθητές με την πρόκληση του ενδιαφέροντος και της απόλαυσης, να διδάξει τις εργαστηριακές δεξιότητες, να ενισχύσει τη μάθηση της επιστημονικής γνώσης, να επιδείξει την επιστημονική μέθοδο και να αναπτύξει την ικανότητα χρήσης της, να αναπτύξει επιστημονικές στάσεις, όπως η ευρύτητα σκέψης και η αντικειμενικότητα.

Αρκετοί ερευνητές της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών έχουν προτείνει διάφορα μοντέλα ένταξής της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Schwab, J.J. (1962), Herron, (1971), Banchi H.& Bell R (2008). Έτσι, τα μοντέλα αξιοποίησης του πειράματος και της διερεύνησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών που προτείνονται από τους Bell, Smetana, & Binns (2005) είναι τέσσερα με κριτήριο το είδος της διερεύνησης που κάνουν τα παιδιά και παρουσιάζονται στο σχήμα 1.

Οι δραστηριότητες των επίπεδων 1 και 2 χαρακτηρίζονται ως «χαμηλού επιπέδου» ερευνητικές δραστηριότητες. Συχνά αναφέρονται ως «εργαστήρια συνταγών» (Sterling D. et al, 2010), καθότι η διαδικασία συνήθως είναι μια αλληλουχία βήμα – προς – βήμα, που οφείλουν να ακολουθούν οι μαθητές. Στις δραστηριότητες του επίπεδου 1 παρέχονται στους μαθητές το ερευνητικό ερώτημα και η μέθοδος μέσω της οποίας μπορεί να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα. Επιπλέον η αναμενόμενη απάντηση είναι γνωστή εκ των προτέρων. Σε αυτές τις δραστηριότητες, οι μαθητές επιβεβαιώνουν όσα είναι ήδη γνωστά.

		Πόσες πληροφορίες δίνονται στους μαθητές;		
	Επίπεδο διερεύνησης	Ερώτημα	Μέθοδος	Λύση
Δασκαλοκεντρικό ↕ Μαθητοκεντρικό	1.Επιβεβαιωτικό	✓	✓	✓
	2. Δομημένο	✓	✓	
	3.Καθοδηγούμενη διερεύνηση	✓		
	4. Ανοικτή διερεύνηση			

Σχήμα 1. Μοντέλο 4 επιπέδων διερεύνησης - (Bell, Smetana, & Binns, 2005)

Οι διερευνητικές δραστηριότητες στο επίπεδο 2, που αναφέρονται ως δομημένη έρευνα, είναι εκείνες στις οποίες δίδεται στους μαθητές ένα ερευνητικό ερώτημα και η προβλεπόμενη διαδικασία, αλλά η απάντηση στην έρευνα δεν είναι γνωστή εκ των προτέρων.

Οι διερευνητικές δραστηριότητες στα επίπεδα 3 και 4 χαρακτηρίζονται ως «υψηλού επιπέδου» δραστηριότητες, καθώς απαιτούν σημαντικές γνωστικές ικανότητες από τους μαθητές. Στο επίπεδο 3 ο εκπαιδευτικός θέτει το ζήτημα της έρευνας, αλλά οι μαθητές επιλέγουν τη μέθοδο και οδηγούνται σε λύσεις για να απαντήσουν στο ερώτημα. Οι λύσεις μπορεί να είναι περισσότερες από μία και απαιτούν λήψη απόφασης για το ποια είναι η ορθότερη.

Στο επίπεδο 4 οι διερευνητικές δραστηριότητες είναι εκείνες στις οποίες οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για την επιλογή της έρευνας, το σχεδιασμό της διαδικασίας ώστε να φθάσουν στην απάντηση και αναπτύσσουν τις δικές τους λύσεις για το ερευνητικό ερώτημα.

Στην Ελλάδα, σε όλες τις εκδόσεις των εργαστηριακών οδηγών που διατίθενται στους μαθητές, συναντούμε κοινά χαρακτηριστικά παρουσίασης των εργαστηριακών ασκήσεων που εγείρουν ερωτήματα ως προς τους στόχους που αποσκοπούν και την αποτελεσματικότητα ένταξης του πειράματος στη διδασκαλία του μαθήματος.

Οι εργαστηριακές ασκήσεις παρουσιάζονται με μια σύντομη θεωρία, στην εισαγωγή, που περιέχει όλους τους απαραίτητους τύπους του μαθήματος. Συνεχίζει με λεπτομερή περιγραφή (και εικονογράφηση) των οργάνων και συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν. Παρουσιάζεται η διάταξη που θα πρέπει να συναρμολογηθεί, δίνεται ο σχεδιασμός του πειράματος, δίνονται σαφείς οδηγίες για το κάθε βήμα που θα ακολουθήσει ο μαθητής και τέλος πολλές φορές παρουσιάζεται και το αποτέλεσμα που θα επιβεβαιώσει ο μαθητής. Επίσης δίνονται έτοιμοι πίνακες όπου θα αποτυπωθούν οι μετρήσεις, περιγράφονται πόσες μετρήσεις πρέπει να γίνουν ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια μετρήσεων και τέλος δίνονται έτοιμες βαθμολογημένες γραφικές παραστάσεις με προσημειωμένα τα μεγέθη και βαθμονομημένους άξονες όπου θα αποτυπωθούν οι μετρημένες τιμές των μεγεθών και θα αποτυπωθεί η σχέση τους.

Ανεξάρτητα από τους διακηρυγμένους στόχους κάθε άσκησης φαίνεται ότι οι υποδηλούμενοι από τα παραπάνω στόχοι είναι οι μαθητές:

- να ακολουθούν με συνέπεια και ακρίβεια γραπτές οδηγίες
- να χειρίζονται σωστά και με ασφάλεια συσκευές που συχνά είναι αρκετά περίπλοκες
- να κατασκευάζουν γραφικές παραστάσεις
- αξιοποιώντας τις μαθηματικές τους γνώσεις να αναδεικνύουν τις σχέσεις των μεγεθών

Έτσι φαίνεται ότι το πλαίσιο της εργαστηριακής διδασκαλίας των μαθημάτων των Φ.Ε. στην Ελλάδα ακολουθεί το μοντέλο 1 του σχήματος 1, δηλαδή το επιβεβαιωτικό.

Αν και ο τρόπος αυτός εργαστηριακής εργασίας βοηθά στο να ολοκληρωθεί η άσκηση στον προγραμματισμένο χρόνο της μιας διδακτικής ώρας τίθεται σε αμφιβολία η αποτελεσματικότητα της ως προς την κατανόηση των βασικών εννοιών που εμπεριέχονται και του τρόπου που «λειτουργούν» οι Φ.Ε.

Η εργασία των μαθητών γίνεται βέβαια σε ομάδες αλλά η έλλειψη χρόνου περιορίζει την εποικοδομητική συζήτηση, την εναλλαγή ρόλων στην ομάδα, την αυτενέργεια και δημιουργικότητα των μαθητών. Η εργασία στην ομάδα βαρύνει τον πιο καλό ή επιδέξιο μαθητή και πολλοί μαθητές χάνουν γρήγορα το ενδιαφέρον τους και παραιτούνται.

Αλλά και άλλα ερωτήματα εγείρονται ως προς τον τρόπο εργασίας του κάθε μαθητή. Ο μαθητής ακολουθώντας οδηγίες δεν ενεργοποιεί ανώτερες νοητικές λειτουργίες και περιορίζεται στην παρατήρηση και τους μαθηματικούς υπολογισμούς. Έτσι γρήγορα το πείραμα γίνεται μια ανάμνηση χειρισμού ενός εργαλείου και ένα ευχάριστο συναίσθημα συμμετοχής σε μια δραστηριότητα σε ένα διαφορετικό χώρο μακριά από τη μονοτονία της τάξης.

Ως απάντηση στον παραπάνω προβληματισμό θα επιχειρήσουμε μια διαφορετική προσέγγιση της πειραματικής διδασκαλίας που θα παρωθεί το μαθητή να συμμετέχει ενεργά σε όλα τα βήματα της διαδικασίας από την διατύπωση της υπόθεσης μέχρι τον έλεγχο και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Μια διδασκαλία που προσομοιάζει στα μοντέλα 3 και 4 με τον καθηγητή να καθοδηγεί τους μαθητές να διατυπώσουν μόνοι τους το ερενητικό ερώτημα που στη συνέχεια θα διερευνήσουν.

Παίρνοντας ως αφορμή και παράδειγμα την εργαστηριακή άσκηση 8 της Β' Γυμνασίου, που αφορά την υδροστατική πίεση, αναλύουμε την πρόταση διδασκαλίας της άσκησης με τη χρήση του εργαστηρικου οδηγού και καταθέσουμε τις προτάσεις μας για μια διαδσκλία που ενεργοποιεί ουσιαστικά τους μαθητές εμπέκοντάς τους σε διδακασία διερέυνησης

Η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΚΗ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Σήμερα η διδασκαλία της υδροστατικής πίεσης ξεκινά με τη διδασκαλία της θεωρίας, με βάση το βιβλίο του μαθητή (απαιτεί μία διδακτική ώρα) και ολοκληρώνεται με την εργαστηριακή άσκηση 8 κατά την οποία οι μαθητές καλούνται στο εργαστήριο να επιβεβαιώσουν όσο έχουν διδαχθεί (απαιτεί άλλη μια διδακτική ώρα).

Η εργαστηριακή άσκηση 8 ξεκινά με τους στόχους της οι οποίοι ουσιαστικά αποτελούν και τα αναμενόμενα αποτελέσματα που θα επιβεβαιώσουν οι μαθητές.

Στην άσκηση αυτή θα προσπαθήσεις να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι η υδροστατική πίεση είναι:

α. ανάλογη του βάθους (h) του σώματος από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού,

β. ανάλογη της πυκνότητας ($\rho_{υγρού}$) του υγρού, στο οποίο έχουμε βυθίσει το σώμα,

γ. ανεξάρτητη του προσανατολισμού της επιφάνειας στην οποία ασκείται.

Στον εργαστηριακό οδηγό παρουσιάζονται συσκευές μέτρησης (μερικές φορές πολύπλοκες για τα παιδιά) και δίνονται οδηγίες για το πώς θα χρησιμοποιηθούν. Πολλές φορές δεν ενδιαφέρει καν η αρχή λειτουργία τους.

Την πίεση θα τη μετρήσεις με το **μανόμετρο** (εικόνα 1). Η τιμή της είναι ανάλογη της διαφοράς ύψους του νερού στα δύο σκέλη του σωλήνα σχήματος U του μανομέτρου. Έτσι, μπορούμε να τη μετράμε σε cm στήλης νερού.

Προετοιμασία πειραματικής διάταξης: Πριν προχωρήσεις στην εργαστηριακή διαδικασία, πρέπει να προετοιμάσεις το μανόμετρο για τις μετρήσεις. Η μεμβράνη της μανομετρικής κάψας πρέπει να είναι τεντωμένη και στεγανή. Γέμισε με νερό το σωλήνα τύπου U του μανομέτρου μέχρι την ένδειξη μηδέν. Για να φαίνεται το νερό, διάλυσε σε ένα ποτήρι ζέσης που περιέχει 100 mL νερού δυο τρεις κόκκους υπερμαγκανικού καλίου, έτσι το νερό θα πάρει ένα ελαφρά κοκκινωπό χρώμα.

Για την εκτέλεση του πειράματος δίνονται σαφέστατες οδηγίες τις οποίες οι μαθητές πρέπει να ακολουθήσουν κατά γράμμα με στόχο να φθάσουν όλες οι ομάδες στο στοχούμενο τελικό αποτέλεσμα.

Πείραμα 1: Σχέση υδροστατικής πίεσης ($p_{υδρ}$) – βάθους (h)

1. Ρίξε στο γυάλινο δοχείο το χρωματισμένο νερό μέχρι να φθάσει 10 cm από το χείλος του.
2. Τοποθέτησε τον κανόνα κατακόρυφα στην πλευρά του δοχείου με την ένδειξη μηδέν στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού.
3. Άρχισε να βυθίζεις τη μανομετρική κάψα του μανομέτρου μέσα στο νερό του δοχείου και σημείωσε τις ενδείξεις του μανομέτρου στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.

Πείραμα 2: Σχέση υδροστατικής πίεσης – πυκνότητας υγρού

1. Διάλυσε στο νερό του δοχείου όσο περισσότερο αλάτι μπορείς (ώστε να μην παραμένει ίζημα).
2. Μέτρησε την υδροστατική πίεση σε βάθος h_1=5 cm και h_2=20 cm. Απάντησε τις αντίστοιχες ερωτήσεις του φύλλου εργασίας.

Πείραμα 3: Σχέση της υδροστατικής πίεσης με τον προσανατολισμό της μανομετρικής κάψας

1. Τοποθέτησε τη μανομετρική κάψα σε βάθος 15 cm.
2. Περίστρεψε την κάψα, έτσι ώστε να αλλάζει ο προσανατολισμός της. Αλλάζει η ένδειξη του μανομέτρου; ΝΑΙ – ΟΧΙ. Απάντησε στην αντίστοιχη ερώτηση του φύλλου εργασίας.

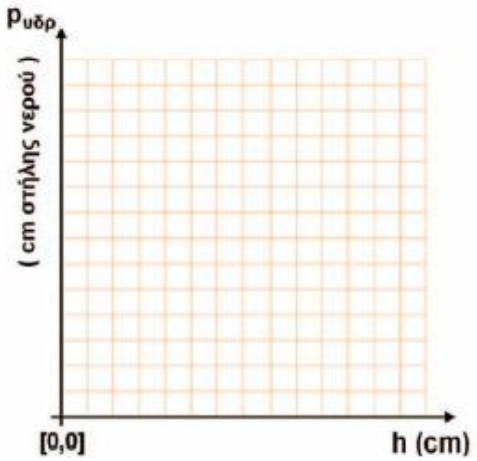
Πείραμα 1: Σχέση υδροστατικής πίεσης και βάθους

ΠΙΝΑΚΑΣ Α	
Βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού της λεκάνης (h) (cm)	**Διαφορά ύψους του νερού στους δύο σωλήνες του μανομέτρου ($p_{υδρ}$) (cm στήλης νερού)**
0	
5	
10	
15	
20	
25	

Η άσκηση ολοκληρώνεται με την απεικόνιση σε γραφική παράσταση των μετρήσεων. Οι μαθητές αποτυπώνουν τις μετρήσεις τους σε βαθμολογημένους άξονες που απεικονίζουν τα μετρούμενα μεγέθη και με

προτυπωμένες τις μονάδες μέτρησης. Ακολουθώντας τις αναλυτικές οδηγίες του οδηγού σχεδιάζουν το είδος της καμπύλης που αναπαριστά τη σχέση των μεγεθών. Βασικός στόχος του βήματος αυτού είναι να επιβεβαιωθεί και γραφικά η σχέση των μεγεθών.

1. Σημείωσε στο εικονιζόμενο σύστημα αξόνων τα πειραματικά σημεία υδροστατικής πίεσης ($p_{υδρ}$) – βάθους (h), σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα Α. Έλεγξε με το χάρακά σου αν βρίσκονται (περίπου) πάνω σε μια ευθεία γραμμή που διέρχεται από το μηδέν: **ΝΑΙ – ΟΧΙ**.



2. Σχεδίασε την ευθεία που περνά πλησιέστερα από το σύνολο των σημείων. Με βάση το γράφημα αυτό, σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη σχέση υδροστατικής πίεσης–βάθους;

.....

.....

Στη συνέχεια οι μαθητές ασκούνται στη διαδικασία ανάγνωσης γραφικών παραστάσεων και καλούνται να προβλέψουν τιμές με βάση την απεικόνιση της σχέσης στη γραφική παράσταση.

Πείραμα 2: Σχέση υδροστατικής πίεσης και πυκνότητας υγρού

1. Πόση είναι η υδροστατική πίεση στο αλατόνερο, σε βάθος h_1=5 cm και h_2=20 cm;

   Σε βάθος h_1=5 cm η υδροστατική πίεση του αλατόνερου είναι $p_{1αλ}$=.....

   Σε βάθος h_2=20 cm η υδροστατική πίεση του αλατόνερου είναι $p_{2αλ}$=.....

2. Σύμφωνα με τον πίνακα Α, η πίεση που ασκεί το καθαρό νερό στα ίδια βάθη (h_1=5 cm και h_2=20 cm), είναι:

   Σε βάθος h_1=5 cm η υδροστατική πίεση του νερού είναι $p_{1νερ}$=.....

   Σε βάθος h_2=20 cm η υδροστατική πίεση του νερού είναι $p_{2νερ}$=.....

3. Συμπλήρωσε τις προτάσεις:

   Στο ίδιο βάθος η υδροστατική πίεση του αλατόνερου είναι ..... από την πίεση του νερού. Η πυκνότητα του αλατόνερου είναι ..... από την πυκνότητα του νερού. Επομένως, όσο μεγαλύτερη πυκνότητα έχει ένα υγρό, τόσο ..... είναι η υδροστατική πίεση στο ίδιο βάθος.

Έτσι στο τέλος ως ερώτημα αξιολόγησης τους ζητείται να συμπληρώσουν τα κενά στη διατύπωση του ορισμού της πίεσης.

Παρατηρούμε ότι οι βασικοί στόχοι που επιτυγχάνονται με την συμμετοχή των παιδιών σε τέτοιου τύπου δραστηριότητες είναι

Στόχοι άσκησης εργαστηριακού οδηγού	
Γνωστικοί	Επιβεβαίωση της σχέσης πίεσης – βάθους, είδους υγρού Επιβεβαίωση ότι δεν υπάρχει σχέση πίεσης – προσανατολισμού μανομέτρου
Ικανότητες	Να χειρίζονται μανόμετρο Να διαβάζουν και να ακολουθούν οδηγίες Να σχεδιάζουν γραφικές παραστάσεις Να ερμηνεύουν διαγράμματα
Στάσεις	Θετική στάση στην συνεργασία και την ομαδική εργασία Εκτίμηση των κινδύνων και των κανόνων ασφαλείας σε ένα εργαστήριο

ΔΙΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΤΗΝ ΠΙΕΣΗ

Η διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προσομοιάζει με τον τρόπο που διεξάγεται η έρευνα στην επιστήμη. Σύμφωνα με το σχήμα 2, που αναφέρεται στον οδηγό για το πρόγραμμα PISA (Κουμαράς 2012) τέσσερεις είναι οι φάσεις της διερευνητικής προσέγγισης. Η διατύπωση ερωτήσεων, η καταγραφή των υποθέσεων και ο σχεδιασμός της έρευνάς τους, η εξαγωγή συμπερασμάτων και η ανακοίνωση και κοινωνικός έλεγχος των συμπερασμάτων. Στο σχήμα 1 φαίνονται οι τέσσερις ευρείς τομείς της επιστημονικής έρευνας και οι αλληλεπιδράσεις τους που αποτελούν και τις φάσεις της διδασκαλίας.

Σχήμα 1. Τομείς της επιστημονικής έρευνας

Η πρότασή μας για τη διδασκαλία της υδροστατικής πίεσης ακολουθεί το παραπάνω σχήμα και εστιάζεται στη διερεύνηση ερωτημάτων που θέτουν οι μαθητές και όχι επιβεβαίωσης όσων έχουν ήδη διδαχθεί. Προϋπόθεση για την ομαλή διεξαγωγή της διδασκαλίας είναι να αφιερωθούν δύο συνεχόμενες ώρες στη διάρκεια των οποίων οι μαθητές θα διερευνήσουν την έννοια της υδροστατικής πίεσης.

ΘΕΜΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

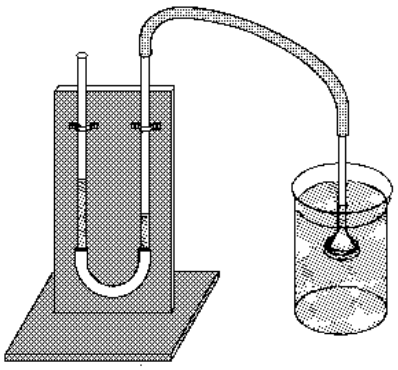
Η διδασκαλία ξεκινά με μια παρατήρηση, μια καθημερινή εμπειρία, ένα γεγονός οικείο σε αυτούς και συνοδεύεται με ερωτήσεις που σκιαγραφούν την έρευνα που θα ακολουθήσει. Γιατί δεν μπορούμε να καταδυθούμε βαθιά στη θάλασσα, γιατί βουτώντας στη θάλασσα αισθανόμαστε τα αυτιά μας να πονάνε; Τι πιστεύετε ότι προκαλεί τον πόνο αυτό;

Εναλλακτικά μπορεί να παρουσιαστεί ένα βίντεο με τις συνέπειες της υδροστατικής πίεσης. Τσαλάκωμα λαμαρινένιου δοχείου λόγω της πίεσης που ασκεί το νερό που έχει ένα κατακόρυφο σωληνάκι μεγάλου μήκους).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Οι μαθητές εμπλέκονται σε συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης με επίκεντρο την έννοια της πίεση (γνωστή από τη καθημερινή εμπειρία αλλά και από προηγούμενο μάθημα) και παρουσιάζεται ο όρος υδροστατική πίεση.

Στη συνέχεια συζητάμε στην ολομέλεια της τάξης τρόπους για να μετρήσουμε την υδροστατική πίεση. Δείχνουμε στα παιδιά μια φωτογραφία ενός απλού μανόμετρου και συζητούμε για την αρχή λειτουργίας του.



Έχοντας ένα μικρό μπαλόνι, ένα λαστιχάκι, ένα χάρτινο μέτρο (παρέχονται δωρεάν σε πολυκαταστήματα), ένα μαρκαδόρο, ένα σκληρό χαρτόνι, λίγο σύρμα, κόλα και ένα σωληνάκι ορού θα μπορούσατε να κατασκευάσετε μια συσκευή που να μετρά την πίεση; Η όλη κατασκευή γίνεται σε ομάδες και απαιτεί διδακτικό χρόνο ο οποίος μπορεί να βρεθεί σε συνεργασία με το μάθημα «βιωματικές εργασίες» ή μπορούν να αξιοποιηθούν έτοιμα μανόμετρα από προηγούμενη τάξη.

Τα παιδιά δοκιμάζουν το μανόμετρο βυθίζοντάς το σε ένα κουβά νερό και παρατηρώντας τη διαφορά στις στάθμες του υγρού στα δύο σκέλη του.

1. Διατύπωση ερωτήσεων

Στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός θέτει στους μαθητές ένα πρόβλημα:

— Τι μπορούμε να ψάξουμε, σχετικά με αυτά που είδατε, και πως;

Οι μαθητές συζητούν για το τι θα μπορούσαν να διερευνήσουν αξιοποιώντας και τη συσκευή του μανομέτρου

Έτσι για παράδειγμα τα παιδιά θα μπορούσαν να διερωτηθούν

- Για το πότε η πίεση στο νερό είναι μεγαλύτερη;
- Για το αν διαφέρει η πίεση από υγρό σε υγρό;

Σε κάθε ομάδα διατυπώνονται υποθέσεις τις οποίες οι μαθητές καταγράφουν

2. Προσδιορισμός των στοιχείων και της τεχνικής που απαιτούνται για την εξαγωγή συμπεράσματος

2^{α}. Διατύπωση υποθέσεων

Με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού τα παιδιά καλούνται να διατυπώσουν υποθέσεις σχετικές με το από τι νομίζουν ότι εξαρτάται η υδροστατική πίεση αλληλεπιδρώντας ενεργά με το αντικείμενο που εξετάζεται. Πιθανές υποθέσεις θα μπορούσαν να είναι:

1^{η}: Από το βάθος στο οποίο θα βυθίσουμε το μανόμετρο
2^{η}: Από το πώς είναι στραμμένο (προς την επιφάνεια, πλάγια ή προς τον πυθμένα
3^{η}: Από τη θερμοκρασία του νερού στο οποίο θα βυθίσουμε το μανόμετρο
4^{η}: Από την ποσότητα του νερό είναι σε φαρδύ ή στενό κουβά
5^{η}: Εξαρτάται από το είδος του υγρού, και είναι πιθανό στο αλατόνερο, στο λάδι ή στο οινόπνευμα η πίεση να είναι διαφορετική.

Οι μαθητές θα μπορούσαν να διατυπώσουν και άλλες υποθέσεις που να είναι ίσως και απίθανες κατά την άποψη του εκπαιδευτικού. Όμως όλες οι υποθέσεις είναι προς διερεύνηση. Επίσης είναι πιθανόν τα παιδιά να μη σκεφθούν κάποια υπόθεση που μπορεί όμως να είναι ουσιαστική για τη διδασκαλία στο σημείο αυτό ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να καθοδηγήσει τη συζήτηση με ερωτήματα του τύπου

— Ένας δύτης σε ένα υποβρύχιο σπήλαιο νιώθει μικρότερη πίεση ή ίδια με έναν έξω από το σπήλαιο.

Έτσι τα παιδιά μπορεί αν καθοδηγηθούν και στην υπόθεση:

6η: Η πίεση είναι διαφορετική εντός και εκτός υποβρύχιου σπηλαίου

Έτσι επιδιώκουμε οι μαθητές να αναπτύξουν μια στάση διερεύνησης των υποθέσεων που κάνουν οι ίδιοι ή διατυπώνουν τρίτοι. (ενταγμένη στην ιδιότητα του πολίτη) (Κουμαράς, 2012).

2^{β}. Έλεγχος υποθέσεων – σχεδιασμός και εκτέλεση του πειράματος

Ο εκπαιδευτικός ζητά από τα παιδιά να σχεδιάσουν πως θα ελέγξουν την 1η υπόθεση,

Κάθε ομάδα διατυπώνει τις προτάσεις και επιχειρηματολογεί. Ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να ζητήσει από τις ομάδες τις προβλέψεις τους για την πορεία του πειράματος οι οποίες θα συγκριθούν με τα αποτελέσματά του. Η τελική πρόταση, που θα διαμορφωθεί θα έχει τη μορφή:

Σε κουβά με νερό βυθίζουμε το μανόμετρο προσαρμοσμένο σε λάστιχό ορού στο οποίο έχουμε ζωγραφίσει με ανεξίτηλο μαρκαδόρο ενδείξεις μήκους. Στο άλλο άκρο του σωλήνα είναι προσαρμοσμένο σε υοειδή σωλήνα (μορφής U) με έγχρωμο υγρό (χρωματισμένο νερό).

Το μανόμετρο βυθίζεται σε διάφορα βάθη και σημειώνεται η διαφορά ύψους του νερού στον υοειδή σωλήνα. Έτσι συσχετίζεται η πίεση με το βάθος και ελέγχεται η πρώτη υπόθεση. Επισημαίνεται ότι ο προσανατολισμός του μανομέτρου είναι σταθερός ώστε νε εξετάζεται μια μεταβλητή κάθε φορά. Για θα μπορούσε να υπάρχει ως διευκόλυνση στο φύλλο εργασίας ένας πίνακας για κάθε διερεύνηση υπόθεσης της μορφής

Τι θα αλλάξει	**Τι θα μείνουν τα ίδια**	**Τι θα παρατηρήσει**

Έτσι, τα παιδιά καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και καταλήγουν σε συμπεράσματα. Στόχος αυτού του βήματος είναι τα παιδιά να μπορούν να σχεδιάζουν μια έρευνα που να μπορούν να την υλοποιήσουν στη συνέχεια.

Στην περίπτωση που οι προβλέψεις των ομάδων δεν επαληθεύτηκαν ακολουθεί συζήτηση για το ποια είναι αιτία του λάθους και πως μπορεί να διορθωθεί

Ανάλογα ελέγχονται και οι επόμενες υποθέσεις

Ο εκπαιδευτικός ανάλογα με τις δυνατότητες της τάξης του δίνει υποδείξεις με τη μορφή ερωτήσεων όπως:

— Πως θα δημιουργούσατε με τα υλικά που έχετε μπροστά σας μέσα στο κουβά με το νερό ένα υποβρύχιο σπήλαιο;

Εάν η τάξη δεν είναι εξοικειωμένη στην διερευνητική διδασκαλία θα μπορούσαν να παρουσιασθούν στην ολομέλεια τα σχέδια δράσης και να συζητηθούν πιθανές δυσκολίες που θα παρουσίαζαν κάποια από αυτά

Τα υλικά που θα χρησιμοποιήσει η κάθε ομάδα καλείται να τα ζητήσει από τον καθηγητή. Στη διάθεση των μαθητών υπάρχει χαρτί μιλιμετρέ για να αποτυπώσουν τις μετρήσεις τους. Το βήμα αυτό είναι αρκετά κρίσιμο και οι ενέργειες των μαθητών εξαρτώνται από προηγούμενες εμπειρίες τους σε διερευνητικού τύπου εργαστηριακές ασκήσεις αλλά και από την υποστήριξη που θα παρέχει ο εκπαιδευτικός. Η βοήθεια που θα παρέχεται στους σχετικά άπειρους μαθητές θα γίνεται μετά από συζήτηση στην ολομέλεια πάνω στις προτάσεις που η κάθε ομάδα παρουσιάζει.

3. Εξαγωγή και αξιολόγηση των συμπερασμάτων που έχουν προέλθει από τα δεδομένα στοιχεία.

Τα παιδιά στην ομάδα τους καταγράφουν τα συμπεράσματά τους και ελέγχουν αν αυτά στηρίζονται στα δεδομένα που έχουν συλλέξει.

4. Ανακοίνωση των συμπερασμάτων.

Όταν ολοκληρωθεί η διερεύνηση, κάθε ομάδα παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στην ολομέλεια της τάξης. Οι άλλες ομάδες κρίνουν αν τα συμπεράσματα της ομάδας που ανακοινώνονται στηρίζονται σε δεδομένα και ακολουθεί συζήτηση για τους λόγους της πιθανής ασυμφωνίας. . Αν στηρίζονται σε δεδομένα γίνονται αποδεκτά ακόμη και αν διαφέρουν από τα δικά τους.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΟΙΚΕΙΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΟΙΚΕΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Η συζήτηση μπορεί να επεκταθεί και σε θέματα καθημερινής ζωής που αφορούν την υγεία και την ασφάλεια των παιδιών και τα οποία μπορούν να απαντήσουν με βάση τις γνώσεις τους στις Φυσικές Επιστήμες

— Γιατί φορούν ωτοασπίδες οι καταδύτες

— Σε πόσο βάθος αρχίζουν να πονούν τα τύμπανα των αυτιών σας

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι στόχοι της εργαστηριακής άσκησης δεν περιορίζεται στο γνωστικό αποτέλεσμα αλλά διευρύνονται στην καλλιέργεια ικανοτήτων, όπως το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή πειράματος και στην καλλιέργεια στάσεων για τη ζωή όπως να αναζητούν και να αξιοποιούν αποδείξεις, να αλλάζουν ιδέες (όχι μόνο στη Φυσική) υπό το φως των αποδείξεων, να κάνουν κριτική ανασκόπηση των διαδικασιών (Harlen & Elstgeest 2005). Στη συνέχεια παρατίθενται οι ομάδες ικανοτήτων κλειδιών που στοχεύουμε να αναπτύξουν και να καλλιεργήσουν οι μαθητές και ενδεικτικά μια ικανότητα ανά ομάδα.

Στόχοι εργαστηριακής διερεύνησης της υδροστατικής πίεσης

Ικανότητες κλειδιά και παραδείγματα συνιστωσών τους	**ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ** π.χ. Ακούνε προσεκτικά τους άλλους και αποδέχονται τις απόψεις τους, όταν είναι τεκμηριωμένες. **ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)** π.χ. Διατυπώνουν υποθέσεις, προβλέψεις, θεωρητικά μοντέλα και σχεδιάζουν πώς θα ελέγχουν την ισχύ τους (ή και την εφαρμογή τους) σε πρακτικό επίπεδο (π.χ., με πείραμα, με τη συστηματική παρατήρηση ενός φαινομένου, με την εξέταση της καθημερινής εμπειρίας). **ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΚΟΤΗΤΑ** π.χ. Εργάζονται αποτελεσματικά σε μικρές ομάδες, δίνοντας έμφαση στο σεβασμό της προσωπικότητας και διαφορετικότητας του άλλου. **ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ** π.χ. Εξετάζουν τη συμβατότητα των συμπερασμάτων τους με τα στοιχεία και τα δεδομένα από τα οποία συνάγονται. **ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ** π.χ. Αξιοποιούν τις επιστημονικές γνώσεις και τις ικανότητες έρευνας σε καθημερινές καταστάσεις (οικείες και μη οικείες), χρησιμοποιούν την επιστημονική ορολογία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παραθέτοντας συγκριτικά τις δύο εργαστηριακές προσεγγίσεις διαπιστώνουμε ότι μπορούμε να διδάξουμε αποτελεσματικά την έννοια της υδροστατικής πίεσης με την διερευνητική διδασκαλία χωρίς να αφιερώνεται περισσότερος χρόνος από αυτόν που απαιτείται σε μια παραδοσιακή διδασκαλία που διαμορφώνεται με ένα μάθημα διδασκαλίας θεωρίας που προηγείται και το εργαστήριο που ακολουθεί κάποιες μέρες αργότερα. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να διερευνήσουν την έννοια της υδροστατικής πίεσης σε ένα συνεχόμενο δίωρο αποφεύγοντας έτσι την αποσπασματική παρουσίαση της έννοιας και του φαινομένου.

Ουσιαστικό είναι επίσης ότι τα περάματα που θα γίνουν δεν έχουν επιβεβαιωτικό χαρακτήρα αλλά εστιάζονται στην ανάδειξη του φαινομένου μέσω των απαντήσεων που δίνουν οι μαθητές στα ερευνητικά ερωτήματα.

Η διερεύνηση των φαινομένων και των εννοιών δεν απαιτεί εξειδικευμένα όργανα και ειδικούς χώρους και συνεπώς μπορεί να γίνει σε κάθε σχολική τάξη με το μικρότερο δυνατό κόστος. Τα υλικά και όργανα που αξιοποιούνται είναι οικεία στους μαθητές και έτσι, αφενός είναι εύκολο να βρεθούν σε κάθε σχολείο και αφετέρου δεν αποσπούν τη προσοχή των μαθητών διατηρώντας τους συγκεντρωμένους στο ίδιο το πείραμα και το περιεχόμενο που διερευνούν.

Σε αντίθεση με την παθητική ανάγνωση και συμμόρφωση με τις οδηγίες ενός παραδοσιακού εργαστηρίου οι μαθητές, όταν διερευνούν πειραματικά τα φαινόμενα, καλούνται να σκεφθούν, να συζητήσουν, να σχεδιάσουν, να πειραματιστούν, να καταγράψουν, να συσχετίσουν, να συνοψίσουν, και να παρουσιάσουν τα δεδομένα και τα συμπεράσματά τους.

Έτσι οι μαθητές γίνονται κοινωνοί της φύσης της επιστήμης και του τρόπου που διεξάγεται η επιστημονική έρευνα και έτσι καλλιεργούνται ανώτερες ικανότητες – ικανότητες κλειδιά- που περιλαμβάνουν γνώσεις, ικανότητες και στάσεις και οι οποίες οδηγούν σε ενεργητικούς τρόπους μάθησης και θετικές στάσεις ζωής

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Banchi H.& Bell R 2008, Inquiry comes in various forms. Science and Children, 26-29
2. Bell, R., Smetana L. and Binns I., 2005, Simplifying inquiry instruction, The Science Teacher 72(7): 30–34
3. Canada, (2008α), The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10, αναρτημένο την 4/3/2011 στην ιστοσελίδα http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science910_ 2008.pdf

4. Harlen, W. & Elstgeest, J. (1995) Διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Τυπωθήτω-Γιώργος Δάρδανος, Αθήνα.
5. Herron, M.D. 1971. The nature of scientific inquiry. School, Review 79(2): 171–212.
6. Hodson, D. 1990, A critical look at practical work in school science, School Science Review, Vol 70 (Number 256), pp 33-40)
7. Schwab, J.J. 1962. The teaching of science as inquiry. In The teaching of science, eds. J.J. Schwab and P.F. Brandwein, 3–103. Cambridge, MA: Harvard University Press.
8. Sterling Donna et al, 2010, Scientific Inquiry and the Nature of Science Task Force Report, Virginia Mathematics and Science Coalition, (ιστοσελίδα)
9. Κουμαράς Π. (2012), Πανεπιστημιακές σημείωσεις για το μάθημα Διδακτική των Φυσικών Επιστημών με έτος 2012
10. Κουμαράς Π. και Χαραλάμπους, Μ., 2011, Οι "Ικανότητες - κλειδιά" στα σύγχρονα προγράμματα και πως καλλιεργούνται με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ημερίδα Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικών Επιστημών για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση
11. Χαραλάμπους, Μ., 2011, Διδακτορική Διατριβή Οι ικανότητες - κλειδιά και η καλλιέργεια τους μέσω της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών Key - competencies and their development via science teaching

Συνεδρία Δ5

«Βγείτε στο προαύλιο να γράψουμε διαγώνισμα»

Κώστας Βουρλιάς[1] και Φανή Σέρογλου[2]

[1]Υποψήφιος Διδάκτορας Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ.
kvourlias@yahoo.gr

[2]Επίκουρη Καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε. Α.Π.Θ
seroglou@eled.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών και των μαθητριών για το μάθημα της φυσικής που θεωρείται από τη πλειοψηφία τους ένα βαρετό, αδιάφορο, χωρίς σημασία μάθημα. Αυτό βρίσκεται σε άμεση σχέση με τα υπάρχοντα αναλυτικά προγράμματα και τον τρόπο διδασκαλίας της φυσικής στα σχολεία. Στην εργασία αυτή προσπαθούμε να συνδέσουμε δύο χώρους: τη διδασκαλία της φυσικής και τον αθλητισμό. Επιχειρούμε να μετασχηματίσουμε κάποιες δραστηριότητες όπως ερωτήσεις, ασκήσεις, ερευνητικές εργασίες, πειράματα στο προαύλιο ή σε άλλους αθλητικούς χώρους και να παρουσιάσουμε κάποιες ιδέες – προτάσεις που όπως πιστεύουμε μπορούν να αυξήσουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών και των μαθητριών για τη φυσική. Ταυτόχρονα προσπαθούμε να προβάλουμε τη φύση της επιστήμης και να ενθαρρύνουμε στάσεις και αξίες για τη ζωή και τον άνθρωπο.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Διδασκαλία της φυσικής, αθλητισμός, πειράματα στο προαύλιο, φυσική και καθημερινότητα μαθητών, ενδιαφέρον των μαθητών για τη φυσική.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φυσική όπως διδάσκεται σήμερα στα σχολεία είναι ένα μάθημα που προκαλεί στους περισσότερους μαθητές και μαθήτριες φόβο και άγχος, ενώ πολύ σύντομα τους καθιστά αδρανείς και αδιάφορους (Fischer & Horstendalh, 1997; Logan & Skamp, 2008; OECD, 2006; Woolnough & Cameron, 1991). Μελέτες και αναλύσεις πάνω στα αποτελέσματα της PISA καταδεικνύουν μια μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών και των μαθητριών για τη φυσική στις περισσότερες χώρες, την αποφυγή του μαθήματος της φυσικής στις σπουδές τους, όπως και τη μη ενασχόληση τους με σχετικά επαγγέλματα (Hodge, 2006; OECD, 2006; Olsen, Prenzel & Martin, 2011;). Υπάρχει σαφής σύνδεση ανάμεσα σε αυτή τη μείωση του ενδιαφέροντος για τη φυσική με τον τρόπο που αυτή διδάσκεται (Osborne & Collins, 2001; Osborne, Simon & Collins, 2003) αφού αυτή τους αφήνει αδιάφορους και δεν ανταποκρίνεται στις ανάγκες τους.

Το ερώτημα λοιπόν τίθεται αυθόρμητα και με αγωνία για όλους τους διδάσκοντες: Ποια φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα; Αυτή που διδάσκεται ήδη; Αρκούνε οι επιδόσεις των μαθητών και μαθητριών μας και η στάση τους, ιδιαίτερα αυτών της τρίτης λυκείου απέναντι στο μάθημα της φυσικής γενικής παιδείας για να ομολογήσουμε την αποτυχία μας. Μήπως θα έπρεπε να διδάσκουμε τη φυσική που τους χρειάζεται για να βρουν μια δουλειά; Σίγουρα κάτι τέτοιο θα ενθουσίαζε τους εργοδότες και τους γονείς, ποιος όμως γνωρίζει τι πρέπει να ξέρουν οι εργαζόμενοι δέκα χρόνια μετά; Μήπως τη φυσική που θέλουν και χρειάζονται για να απαντήσουν στα ερωτήματα που τους απασχολούν, που θα κάνει τα παιδιά να ενδιαφέρονται, να συμμετέχουν, που θα απολαμβάνουν τη διαδικασία της μάθησης και γιατί όχι να διασκεδάζουν; Νομίζουμε ότι η φυσική που έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά είναι μόνο μία και είναι αυτή που απαντά ταυτόχρονα και ισοβαρώς σε όλα τα παραπάνω. Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη για τη δημιουργία νέων αναλυτικών προγραμμάτων, πιο αποτελεσματικών και… φιλικών προς τους μαθητές, τα οποία θα στοχεύουν όχι μόνο στο περιεχόμενο και τους γνωστικούς στόχους, αλλά θα αποσκοπούν παράλληλα στην ανάδειξη της φύσης της επιστήμης, τις αρχές και μεθόδους που αυτή χρησιμοποιεί (Goldberg, Otero & Robinson, 2010).

Η σύνδεση της διδασκαλίας της φυσικής με τα σπορ δεν είναι κάτι καινούργιο. Από τις αρχές τις δεκαετίας του ΄70 αποτέλεσε μάλιστα και ξεχωριστό αντικείμενο σε πανεπιστήμια των ΗΠΑ. Πολλοί δάσκαλοι χρησιμοποιούνε παραδείγματα από τον χώρο του αθλητισμού για να αυξήσουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών και μαθητριών στο μάθημα. Ένας μεγάλος αριθμός βιβλίων, περιοδικών, δημοσιεύσεων και ιστοσελίδων, αποδεικνύει τη σχέση της φυσικής με τα σπορ (Frohlich, 2011; Hubisz, 2004; MacIsaac, 2006). Τα ελληνικά σχολικά βιβλία φυσικής είναι γεμάτα με εικόνες, παραδείγματα, ασκήσεις και ερωτήσεις από το χώρο τον σπορ. Ο χώρος αυτός είναι οικείος προς τους μαθητές και τους δασκάλους τους, συνδέει άμεσα τη φυσική με την καθημερινότητα αλλά και την επικαιρότητα. Τα παραδείγματα από το χώρο του αθλητισμού γίνονται στην πλειοψηφία τους κατανοητά από τους μαθητές και τις μαθήτριες και ευνοούν τη συζήτηση μέσα στην τάξη.

Ο χώρος των σπορ είναι μια περιοχή που τα παιδιά αφιερώνουν ένα μεγάλο μέρος του ελεύθερου χρόνου τους, είτε με την ενεργή τους ενασχόληση με κάποιο άθλημα είτε σαν φίλαθλοι. Μπορούμε λοιπόν να αξιοποιήσουμε αυτές τις γνώσεις, εμπειρίες, απόψεις που τα παιδιά έχουν συλλέξει τρέχοντας στο πάρκο, παίζοντας στην αλάνα ή παρακολουθώντας σπορ στην τηλεόραση για να μιλήσουμε για φυσική. Οι μαθητές και οι μαθήτριες έρχονται στο σχολείο με αρκετές εμπειρίες από το χώρο του αθλητισμού και έχουν βιώσει ποιοτικά αρκετές έννοιες της φυσικής. Κάνοντας ποδηλασία έχουνε μάθει ότι δεν μπορούν να ισορροπήσουν πάνω σε ένα ακίνητο ποδήλατο, ότι αν σπρώξουν το σώμα τους μπροστά θα ξεκινήσουν πιο εύκολα και θα μειώσουν την αντίσταση του αέρα, ενώ αν ρίξουν το σώμα τους προς τα "μέσα" θα στρίψουν πιο εύκολα. Γνωρίζουν ότι αν αφήσουν μια μπάλα μπάσκετ να πέσει από κάποιο ύψος αυτή δε θα επιστρέψει ποτέ στα χέρια τους ενώ ο καλύτερος τρόπος να βάλουν καλάθι με ταμπλό είναι η μπάλα να έχει ανάποδο spin. Δεν ξέρουν το νόμο του Bernoulli η τον Magnus ξέρουν όμως να καμπυλώνουν τη πορεία μιας μπάλας βάζοντας το κατάλληλο φάλτσο. Ξέρουν ότι ευκολότερα επιπλέουν στη θάλασσα από ότι σε μια πισίνα και πως πρέπει να λυγίσουν τα γόνατά τους όταν πέφτουν από κάποιο ύψος για να μη τραυματιστούνε. Ίσως να μην έχουν διδαχτεί την ορμή ή τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα αλλά ξέρουν πως αν σπρώξουν προς τα πίσω το νερό θα κολυμπήσουν πιο γρήγορα, ενώ αν "σπρώξουν" τη γη με τα πόδια τους θα πηδήξουν πιο ψηλά. Μπορούμε λοιπόν να αξιοποιήσουμε όλη αυτή την προϋπάρχουσα γνώση για να αντιμετωπίσουμε το διαρκές παράπονο μαθητών και μαθητριών ότι όλες οι γνώσεις που έχουν αποκτήσει εκτός σχολείου, αποδεικνύονται άχρηστες για το μάθημα της φυσικής και αντίστροφα ότι οι γνώσεις που αποκτούνε στο μάθημα της φυσικής τους είναι άχρηστες εκτός σχολείου.

Αυτό που προσπαθούμε να κάνουμε, είναι να αφήσουμε για λίγο στην άκρη την αυστηρή γλώσσα της φυσικής, τους ορισμούς, τις περίπλοκες εξισώσεις και να προσπαθήσουμε να διδάξουμε θέματα της φυσικής εισβάλλοντας στην περιοχή των ενδιαφερόντων μαθητών και μαθητριών. Η χρήση παραδειγμάτων από το χώρο των σπορ ευνοεί όχι μόνο γνωστικούς στόχους αλλά προωθεί την ερευνητική μέθοδο και την κατασκευή μοντέλων (Armenti, 1974). Παρακάτω παρουσιάζουμε ορισμένα παραδείγματα κάποιων δραστηριοτήτων, με κύριο άξονα τα σπορ.

ΔΙΑΤΥΠΩΝΟΝΤΑΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΝΟΗΜΑ

Οι ερωτήσεις μέσα από το χώρο των σπορ συνήθως τραβούν την προσοχή και το ενδιαφέρον των παιδιών αυξάνοντας τη συμμετοχή τους στο μάθημα. Τέτοια ερωτήματα μπορούν να αποτελέσουν μια καλή εισαγωγή για το μάθημα αφού προκαλούν το ενδιαφέρον ακόμα και την έκπληξη της τάξης. Υπάρχουν πολλοί τρόποι να ξεκινήσει κάποιος να μιλά για κρούσεις ή για μεταφορά ενέργειας, αν όμως τοποθετήσει πάνω σε μια μπάλα του μπάσκετ ένα μπαλάκι του γκολφ και τα αφήσει να πέσουν μαζί από κάποιο ύψος είναι βέβαιο ότι έχει εξασφαλίσει για αρκετή ώρα, το ενδιαφέρον όλης της τάξης: το μπαλάκι του γκολφ αναπηδά σε ύψος 6-7 φορές μεγαλύτερο από το αρχικό και η τάξη είναι γεμάτη νέες ερωτήσεις. Πολλά αντικείμενα (π.χ. το δαχτυλίδι) έχουν το κέντρο μάζας τους έξω από αυτά. Αυτό όμως το παράδειγμα που προκαλεί την περιέργεια και τον θαυμασμό των μαθητών και μαθητριών είναι η περίπτωση του άλτη του ύψους. Πραγματικά τη στιγμή που ο αθλητής περνά τον πήχη, το κέντρο μάζας του, που είναι έξω από το σώμα του, περνά κάτω από αυτό. Είναι διαφορετικό να μιλάμε στους μαθητές για "σώματα Α και Β που έρχονται σε επαφή" από το να συζητάμε μέσα στην τάξη για το περίφημο επεισόδιο Zidane – Materazzi προσεγγίζοντας τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα. "Ποια δύναμη είναι μεγαλύτερη;" "ποια προηγείται χρονικά, η δράση ή η αντίδραση;" "μήπως τελικά έπρεπε να αποβληθεί και ο ιταλός αφού άσκησε και αυτός ίδια δύναμη;" είναι ορισμένα ερωτήματα που μπορούμε να θέσουμε για να αντιμετωπίσουμε κάποιες εναλλακτικές απόψεις των μαθητών και των μαθητριών.

Αλλά και τα παιδιά έχουν πολλές σχετικές απορίες αφού σχεδόν όλα ασχολούνται με κάποιο σπορ. Οι ερωτήσεις προκύπτουν αυθόρμητα: Γιατί τα παπούτσια στο στίβο έχουν καρφιά, γιατί αυτά του ποδοσφαίρου τάπες και γιατί του μπάσκετ αερόσολα; Γιατί το μπαλάκι του γκολφ έχει λακουβίτσες ενώ η μπάλα του μπάσκετ σπυριά; Γιατί δε γλιστράει η μπάλα του πόλο; Ποιες είναι οι δυνατότητες του ανθρώπινου σώματος; Πόση δύναμη ασκούμε με μια κλωτσιά; πόσο χρόνο μπορούμε να μείνουμε στον αέρα σε ένα άλμα; Πόση ενέργεια καταναλώνουμε όταν τρέχουμε 100 μέτρα; Πόση δύναμη δεχόμαστε από μια μπάλα ποδοσφαίρου που μας χτυπά στο πρόσωπο; Πώς γίνεται να πηδάμε άλμα εις ύψος μεγαλύτερο από το ύψος μας (Blazevich, 2007); Γιατί οι αθλητές της ενόργανης γυμναστικής είναι μικρόσωμοι ενώ οι δισκοβόλοι μεγαλόσωμοι; Γιατί οι αθλητές ταχυτήτων στον στίβο είναι συνήθως αφροαμερικανοί ενώ οι κολυμβητές λευκοί;

Μπορεί οι ερωτήσεις αυτές να φαίνονται παράξενες ή και για κάποιους ασήμαντες, αλλά είναι… δικές τους και αποτελούν μοναδικές ευκαιρίες να εμβαθύνουμε σε έννοιες της φυσικής και να συζητήσουμε για φυσική μέσα στην τάξη αντιμετωπίζοντας ακόμα και σχετικά δύσκολες έννοιες (Armenti, 1992; Spathopoulos, 2010). Ακόμα και η διατύπωση μιας ερώτησης αποτελεί ζητούμενο για τους διδασκόμενους οι οποίοι πρέπει να μάθουν να αναγνωρίζουν ποιες ερωτήσεις μπορεί να απαντηθούνε από τις φυσικές επιστήμες (Κουμαράς, 2006). Τις ερωτήσεις και τις απαντήσεις αυτές θα τις μεταφέρουν στο σπίτι τους, θα τις συζητήσουν με τους γονείς και τους φίλους τους, θα εντάξουν τελικά τον επιστημονικό λόγο στην καθημερινότητά τους και τις φυσικές επιστήμες σαν το μέσο ερμηνείας του κόσμου γύρω τους (Bevilacqua, 1988; Bevilacqua & Giannetto, 1996; Blanco & Niaz, 1997).

ΑΛΛΑΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ

Η φυσική για την πλειοψηφία μαθητών και μαθητριών ισοδυναμεί με επίλυση ασκήσεων, τις περισσότερες φορές αποκομμένων από την καθημερινότητα ή τα ενδιαφέροντα των μαθητών (Κουμαράς, 2006; Σέρογλου, 2006; Seroglou & Aduriz-Bravo, 2007). Οι περισσότερες ασκήσεις που περιέχουν τα σχολικά βιβλία δεν είναι τίποτα περισσότερο από απλές εφαρμογές τύπων και επίλυση τελικά μαθηματικών προβλημάτων. Τα αποτελέσματα δεν έχουν συνήθως καμιά φυσική σημασία και δεν παρέχουν κάποια πληροφορία χρήσιμη για τους μαθητές και τις μαθήτριες. Ο πολίτης του μέλλοντος πρέπει να εντοπίζει το πρόβλημα που τον απασχολεί, να το αναλύει, να βρίσκει τις τεχνικές επίλυσης του, να το επιλύει αποτελεσματικά, να αντλεί από το αποτέλεσμα μια χρήσιμη πληροφορία για τη ζωή του ή την κοινωνία και να την επικοινωνεί με τον υπόλοιπο κόσμο. Αυτό για τη φυσική σημαίνει ότι πρέπει να είναι σε θέση να αναλύει το "στιγμιότυπο" που τον ενδιαφέρει και να έχει εκείνες τις ικανότητες που θα τον οδηγήσουν στην επίλυσή του.

Συνήθως οι εκφωνήσεις των ασκήσεων στα σχολικά βιβλία αναφέρονται σε "σώματα" ή "υλικά σημεία". Σίγουρα η μελέτη του στερεού σώματος είναι απαιτητική ωστόσο θα ήταν προτιμότερο να αναφέρονται σε πραγματικά αντικείμενα ή ακόμα και σώματα ανθρώπων. Ας πάρουμε για παράδειγμα την παρακάτω άσκηση:

Έστω δύο σώματα που έχουν ίσες ορμές $P_1=P_2$ και οι μάζες τους συνδέονται με τη σχέση $m_1=2m_2$. Ποια σχέση συνδέει τις κινητικές τους ενέργειες;

α) $K_1=K_2$, β) $K_1=2K_2$, γ) $K_2=2K_1$

Η άσκηση με τον τρόπο που διατυπώνεται, απαιτεί απλά μια τυπική εφαρμογή κάποιων τύπων και δεν προσφέρει τίποτα παραπάνω στα παιδιά. Μπορούμε να κερδίσουμε όμως περισσότερα από αυτήν αν τη δούμε ως εξής:

Κατά την διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα συγκρούεστε μετωπικά με έναν αντίπαλό σας. Αν οι ορμές σας είναι αντίθετες, τι σχέση έχουν οι κινητικές σας ενέργειες και σε ποια περίπτωση κινδυνεύετε να τραυματιστείτε;

α) Αν συγκρουστείτε με έναν αθλητή που έχει τα μισά κιλά από εσάς;

β) Αν συγκρουστείτε με έναν αθλητή με διπλάσια κιλά από σας;

γ) Δεν έχει σημασία η μάζα του αθλητή.

Όπως θα έλεγε και ο Hewitt: προσοχή στα μικρά και γρήγορα ανθρωπάκια (Hewitt, 2002).

Ας δούμε το παράδειγμα της γωνιακής ταχύτητας και μιας τυπικής εκφώνησης της μορφής:

Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα του δευτερολεπτοδείκτη ενός ρολογιού. Ποια η γραμμική ταχύτητα του άκρου του αν το μήκος του είναι ένα εκατοστό;

Η άσκηση αυτή δε μας προσφέρει τίποτα περισσότερο από μια τυπική εφαρμογή των τύπων, ενώ το αποτέλεσμα της δεν έχει την παραμικρή φυσική σημασία ή χρησιμότητα στην καθημερινή ζωή των μαθητών και των μαθητριών. Αντί αυτής μπορούμε να θέσουμε το αντίστοιχο πρόβλημα:

Ένας ποδοσφαιριστής εκτελεί "ψαλιδάκι" (περιστρέφει το πόδι του 180°). Αν ο χρόνος περιστροφής του ποδιού του είναι 0,1 δευτερόλεπτα και το μήκος του ποδιού του ένα μέτρο να υπολογίσετε τη γωνιακή και τη γραμμική ταχύτητα που έχει το παπούτσι του.

Το αποτέλεσμα που προκύπτει (5 στροφές το δευτερόλεπτο) είναι περίπου όσο η ταχύτητα περιστροφής της έλικας ενός ελικοπτέρου, δίνει λοιπόν την ευκαιρία στα παιδιά να συγκρίνουν τις επιδόσεις τους με κάτι άλλο π.χ. μια μηχανή. Ενδιαφέρον θα ήταν να αφαιρούμε σταδιακά από τις εκφωνήσεις των προβλημάτων κάποια δεδομένα, όταν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να τα εξάγουν μόνοι τους από τη μελέτη του προβλήματος. Για να πραγματοποιήσεις ένα "ανάποδο ψαλίδι" πρέπει να περιστρέψεις το πόδι σου 180ο κατακόρυφα, επομένως η αρχική πληροφορία ήταν ίσως περιττή. Τα παιδιά μπορούν να αναζητήσουν στο διαδίκτυο ένα τέτοιο στιγμιότυπο να παίξουν το βίντεο με ένα απλό πρόγραμμα αναπαραγωγής με ταχύτητα π.χ. στο 10% της πραγματικής και να βρουν το χρόνο για να πραγματοποιηθεί ένα "ψαλιδάκι". Αν μετρήσουν σαν χρόνο π.χ. ένα δευτερόλεπτο, αυτό σημαίνει ότι ο πραγματικός χρόνος είναι δέκα φορές μικρότερος δηλαδή 0,1 δευτερόλεπτα. Το μήκος του ποδιού τους θα μπορούσαν να το μετρήσουν με μια μεζούρα και έτσι να οδηγηθούν στη γραμμική ταχύτητα που έχει το παπούτσι τους.

Η εκφώνηση: "μια μπάλα κινείται με ταχύτητα 100 Km/h. Πόσο χρόνο χρειάζεται για να πάει από τα πόδια του ποδοσφαιριστή στην εστία του τερματοφύλακα που βρίσκεται σε απόσταση 20 μέτρα", μπορεί να ακούγεται σαν "πρόβλημα της καθημερινότητας" και να εξάπτει την περιέργεια των μαθητών και μαθητριών, ωστόσο δεν προάγει καμία απολύτως ικανότητα τους πέρα της τυπικής γνώσης ενός τύπου και της πράξης της διαίρεσης. Πιο ενδιαφέροντα θα ήταν προβλήματα που ωθούν τους μαθητές να διερευνήσουν κάποιο πρόβλημα. Το ίδιο πρόβλημα αποκτά μεγαλύτερο ενδιαφέρον όταν διατυπώνεται ως εξής: Πόσο χρόνο έχει ο τερματοφύλακας για να αποκρούσει ένα σουτ από το σημείο του πέναλτυ; Πραγματικά βλέπει τη μπάλα και πέφτει ή είναι απλά θέμα

τύχης σε ποια πλευρά της εστίας θα πέσει; Εδώ οι μαθητές και οι μαθήτριες θα πρέπει μόνοι τους να αναζητήσουν πληροφορίες για την απόσταση του σημείου του πέναλτυ από την εστία, για την ταχύτητα της μπάλας και τον χρόνο αντίδρασης ενός ανθρώπου. Ενδιαφέρον θα ήταν να τους ζητήσουμε να μετρήσουν με τη βοήθεια μιας κάμερας υψηλής ευκρίνειας την ταχύτητα της μπάλας. Αν χρησιμοποιήσουμε μια κάμερα 140 fps (frames per second) και παίξουμε το βίντεο καρέ – καρέ μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα της μπάλας. Πραγματικά αν μετρήσουμε 70 στιγμιότυπα για να πάει η μπάλα από το πόδι μας στην εστία αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται 0,5 δευτερόλεπτα και με γνωστή την απόσταση (10 μέτρα) υπολογίζουμε την ταχύτητα της μπάλας 20 m/s.

Οι παρακάτω χρονοφωτογραφίες (σχήματα 1 και 2) δείχνουν τη θέση του αθλητή σε ίσα χρονικά διαστήματα μας επιτρέπουν να μελετήσουμε τα είδη της κίνησης, ενώ θα μπορούσαν να αποτελούν το "σχήμα" μιας άσκησης. Με γνωστή την απόσταση ανάμεσα στους κώνους προπόνησης (5 μέτρα) και τη χρονική διάρκεια ανάμεσα στα στιγμιότυπα (0,2 δευτερόλεπτα), μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα ή την επιτάχυνση του αθλητή. Η δραστηριότητα αυτή μας θυμίζει το "παραδοσιακό" πείραμα μέτρησης της ταχύτητας του αμαξιδίου με τη βοήθεια της μετροταινίας και του ηλεκτρικού χρονομετρητή που προτείνει το σχολικό βιβλίο. Μας δίνεται λοιπόν η ευκαιρία να λύσουμε αληθινά προβλήματα, ενώ το αποτέλεσμά τους μας παρέχει μια χρήσιμη πληροφορία για τη ζωή μας (πόση ταχύτητα έχουμε).

Σχήμα 1: Η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

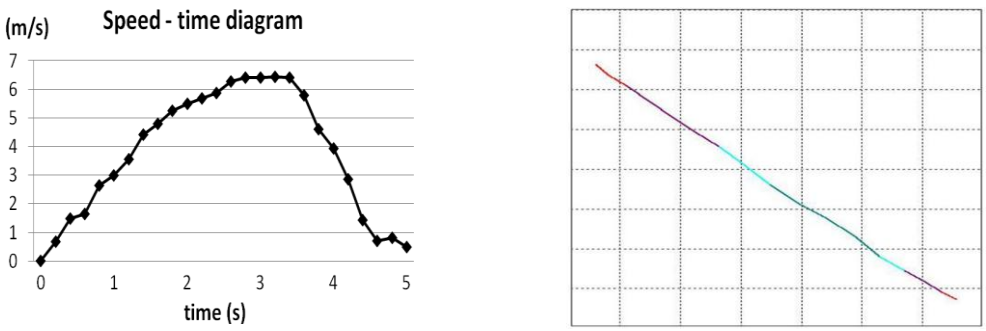
Σχήμα 2: Επιταχυνόμενη, ομαλή, επιβραδυνόμενη κίνηση.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες σπάνια συμμετέχουν στην επιλογή ή διαμόρφωση των προς επίλυση ασκήσεων. Ο ρόλος του καθηγητή θα πρέπει να είναι να τους μάθει να βρίσκουν μόνοι τους τα δεδομένα. Αποστολή μας είναι να τους εφοδιάσουμε με τις δεξιότητες και τις τεχνικές για να αντιμετωπίζουν ανάλογα προβλήματα.

ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΛΕΙΠΟΥΝ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Πολύ συχνά οι μαθητές και οι μαθήτριες κάνουν πειράματα και συγκεντρώνουν δεδομένα, χωρίς στην πραγματικότητα να αντιλαμβάνονται τον σκοπό του πειράματος. Ίσως και να ήταν προτιμότερο να θυσιάσουμε μέρος της ακρίβειας των πειραμάτων προκειμένου να τους κάνουμε να ασχοληθούνε με κάτι που αντιλαμβάνονται άμεσα τη σημασία του και τη χρησιμότητά του (Haugland, 2001).

Οι μαθητές και οι μαθήτριες έχουν τη δυνατότητα να βιώσουν τις έννοιες της φυσικής εκτελώντας ασκήσεις στο προαύλιο χρησιμοποιώντας το σώμα τους σαν κύριο πειραματικό όργανο. Σε ένα σπριντ 30-40 μέτρων μας δίνεται η ευκαιρία να εμπλέξουμε διάφορες έννοιες όπως χρονική στιγμή και χρονική διάρκεια, θέση, διάστημα, μετατόπιση, μέση ταχύτητα, στιγμιαία ταχύτητα, επιτάχυνση, αδράνεια. Το κίνητρο (πέρα από τη χαρά να κάνεις φυσική έξω από την αίθουσα) είναι μεγάλο: Να υπολογίσουνε πόση είναι η δική τους ταχύτητα, πόση είναι σε σχέση με ένα μηχανάκι, πόση σε σχέση με αυτή ενός πρωταθλητή; Οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν με απλά μέσα όπως μετροταινίες και κινητά τηλέφωνα για τη χρονομέτρηση, ωστόσο εμείς επιχειρήσαμε να πραγματοποιήσουμε μετρήσεις με τη χρήση επιταχυνσιομέτρων για την εύρεση της ταχύτητας και GPS για την καταγραφή της τροχιάς. Αυτό έδωσε στους μαθητές και τις μαθήτριες τη δυνατότητα να συγκρίνουν διαφορετικές πειραματικές μεθόδους και να εκτιμήσουν τη συνεισφορά της τεχνολογίας στην πειραματική διαδικασία. Πόσο ευθύγραμμη είναι στα αλήθεια η τροχιά μας όταν τρέχουμε; Διαγράμματα που απαντούν σε τέτοιες ερωτήσεις (πέρα από τον θόρυβο των μετρήσεων) μας δείχνουν μια άλλη όψη της φυσικής πέρα από τις εξιδανικεύσεις των γραφικών παραστάσεων του σχολικού βιβλίου (σχήμα 3).



Σχήμα 3: Η ταχύτητα μας σε διαδρομή στο γήπεδο μπάσκετ και η τροχιά όπως προκύπτει με το GPS

Πόσο πιο εύκολη θα ήταν η διδασκαλία της άνωσης αν μπορούσαμε να πάμε τους μαθητές και τις μαθήτριες μας σε μια πισίνα. Τόσο εύκολη όσο το πάτημα ενός… κουμπιού. Στις καταδύσεις φοράς ένα γιλέκο που συνδέεται με μια φιάλη αέρα και έτσι μπορεί να φουσκώσει. Με ένα κουμπί αυξομειώνεις τον όγκο του γιλέκου και ανυψώνεσαι ή βυθίζεσαι αντίστοιχα. Μετά από λίγα λεπτά κάτω από το νερό η άνωση μοιάζει με… παιχνίδι.

Πόσο πιο διασκεδαστική και αποτελεσματική θα ήταν η διδασκαλία του πρώτου νόμου του Νεύτωνα σε ένα γήπεδο χόκευ; Υπάρχουν πολλές προσομοιώσεις, πειράματα σε αεροδιαδρόμους, ωστόσο για μας το πιο πειστικό παράδειγμα είναι αυτό ενός πακ (μπαλάκι χόκει) που κινείται σε ένα γήπεδο χόκευ. Μπορούμε μάλιστα να βιντεοσκοπήσουμε την κίνηση και να τη μελετήσουμε πιο αναλυτικά όταν επιστρέψουμε στο εργαστήριο πληροφορικής. Το τραμπολίνο είναι ιδανικό για να δούμε τις ενεργειακές μετατροπές, ενώ μια σκαστή πάσα στο μπάσκετ, αποτελεί εξαιρετική ευκαιρία για να δείξουμε το νόμο της ανάκλασης. Ελάχιστοι θυμούνται μετά την αποφοίτηση τους τον τύπο της κεντρομόλου δύναμης, οι περισσότεροι όμως που θα δοκιμάσουν να τρέξουν κυκλικά μόνοι τους ή με την επιπλέον "βοήθεια" ενός σχοινιού (Γκοτζαρίδης, 2001), θα αποτυπώσουν την εμπειρία στο σώμα τους (σχήμα 4). Την κεντρομόλο δύναμη και τις αυξομειώσεις της την "αισθάνεται" τόσο αυτός που κρατά το σχοινί στο κέντρο, όσο και αυτός που τρέχει. Αν μάλιστα ο τελευταίος εκτελέσει την άσκηση με διαφορετικά είδη παπουτσιών, ή σταματήσει να κρατά το σχοινί και κινηθεί ευθύγραμμα, θα αποκομίσει μια πολύ ωφέλιμη πληροφορία για τη ζωή του (γιατί δεν πρέπει να τρέχουμε με το αυτοκίνητο στις στροφές, ιδιαίτερα αν έχουμε φθαρμένα λάστιχα).

Σχήμα 4: Μια άσκηση για την κεντρομόλο δύναμη.

Επίσης μπορούμε να μελετήσουμε τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα και την ορμή με τη βοήθεια των roller skates, αναπαριστώντας εκφωνήσεις ασκήσεων του σχολικού βιβλίου, η προσπαθώντας να αποδείξουμε ότι τελικά στη διελκυστίνδα δεν κερδίζει ο δυνατότερος, αλλά όποιος σπρώχνει πιο δυνατά το έδαφος (Hewitt, 2002), (σχήμα 5).

Σχήμα 5: Δραστηριότητες με πατίνια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η μέχρι τώρα εφαρμογή αυτών των δραστηριοτήτων σε μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου μας δείχνει ότι μπορούμε να αλλάξουμε την εικόνα που έχουν μαθητές και μαθήτριες για τη φυσική. Η πραγματοποίηση του μαθήματος εκτός σχολικής αίθουσας, προκαλεί πάντα ενθουσιασμό και ενδιαφέρον στα παιδιά αν και πάντα υπάρχει ο κίνδυνος να το εκλάβουν σαν ένα μεγάλο διάλειμμα. Οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούνε να δουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της φυσικής και μπορούν να μεταφράσουν τη γλώσσα των φυσικών επιστημών σε γλώσσα της καθημερινότητας ενώ αντίστροφα χρησιμοποιώντας καθημερινά επεισόδια να κάνουνε επιστήμη. Τέτοιες δραστηριότητες μας δίνουν την ευκαιρία να φύγουμε από τη σχολική ρουτίνα και σχολική καθημερινότητα και επαναφέρουν μια ξεχασμένη παράμετρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας: να περνάμε καλά και να απολαμβάνουμε τη διαδικασία της μάθησης.

Πολύ συχνά η "αντιπάθεια" των παιδιών για τη φυσική προέρχεται από την αδυναμία τους στα μαθηματικά ή τη γλώσσα των φυσικών επιστημών. Οι τύποι και η επίλυση εξισώσεων ορθώνουν ένα τοίχος μπροστά τους που τους εμποδίζει να δούνε τη φυσική απομυθοποιημένη. Δραστηριότητες που συνδυάζουν τη φυσική με τα σπορ δίνουν την ευκαιρία σε όλους τους μαθητές και σε όλες τις μαθήτριες, ακόμα και σε παιδιά με χαμηλότερες επιδόσεις, με χαμηλό μαθηματικό υπόβαθρο, προβλήματα στη γλώσσα, ή κάποιες μαθησιακές δυσκολίες να ενσωματωθούν πιο εύκολα, να διακριθούν και να επαναπροσδιορίσουν τη σχέση τους με το μάθημα και το σχολείο.

Επίσης μας δίνεται η δυνατότητα να αλλάξουμε την εικόνα που έχουν τα παιδιά για τις φυσικές επιστήμες και τους επιστήμονες. Οι επιστήμονες (άνδρες και γυναίκες) συχνά παρουσιάζονται και θεωρούνται απόμακροι, απρόσωποι, μονολιθικοί, κάτι τύποι με λευκές ποδιές που περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους στο εργαστήριο εκτελώντας παράξενα πειράματα. Ωστόσο στην πλειοψηφία τους είναι πολύπλευρες προσωπικότητες με αρκετά ενδιαφέροντα, κάποιοι μάλιστα ασχολήθηκαν και με τα σπορ. Έτσι ο Heisenberg λάτρευε το σκι, ο Bohr ήταν τερματοφύλακας σε ποδοσφαιρική ομάδα ενώ ο Howking ασχολήθηκε με την κωπηλασία (έστω σαν πηδαλιούχος στην οκτάκωπο επειδή βαριόταν να παρακολουθεί σαν φοιτητής τις διαλέξεις στο Κέμπριτζ). Αυτή η ανθρώπινη διάσταση του χαρακτήρα τους είναι καλό να αναδειχτεί στους μαθητές για να βελτιώσει την εικόνα που έχουν για τον επιστήμονα και την επιστήμη. Ο καλύτερος τρόπος να συστήσεις τον Αρχιμήδη σε έναν 10χρονο είναι να τον βάλεις να μετρήσει τα πεντάγωνα και τα εξάγωνα μιας μπάλας ποδοσφαίρου, η οποία είναι ένα από τα στερεά του (κόλουρο εικοσάεδρο). Από την άλλη πλευρά το εργαστήριο προβάλλεται ως το καταλληλότερο, ίσως και το μοναδικό μέρος για την πραγματοποίηση πειραμάτων. Αξιοποιώντας το σχολικό προαύλιο και άλλους χώρους άθλησης σαν μαθησιακά περιβάλλοντα και χώρους στους οποίους μπορούμε να εκτελέσουμε πειράματα, τους αποδεικνύουμε ότι τα ερμηνευτικά πλαίσια που η φυσική μας προσφέρει μπορούν να χρησιμοποιηθούν παντού.

Η σύνδεση της φυσικής και του αθλητισμού μας προσφέρει εξαιρετικές ιδέες για το μάθημα της ερευνητικής εργασίας αλλά και μια εισαγωγή στην επιστημονική μεθοδολογία. Οι περισσότεροι έφηβοι ασχολούνται με κάποιο άθλημα στον ελεύθερο χρόνο τους. Θα αρκούσε η "ερμηνεία" του αγαπημένου τους αθλήματος με τη βοήθεια της φυσικής για μια εισαγωγή τους σε αρκετές έννοιες της φυσικής. Οι σταρ του αθλητισμού λειτουργούν συχνά σαν πρότυπα ή υπερ-ήρωες για τα παιδιά, οπότε αξίζει να διερευνήσουμε, γνωρίσουμε και τελικά συγκρίνουμε τις δυνατότητες τους με αυτές των παιδιών. Στο μάθημα της ερευνητικής εργασίας η πλειοψηφία των μαθητών και μαθητριών μας θέλησε να μελετήσουμε το φαινόμενο Usain Bolt.

Συχνά μαθητές και μαθήτριες δείχνουν να έχουν κατανοήσει μεμονωμένα κάποιες φυσικές έννοιες, δυσκολεύονται όμως να τις συνδυάσουν και να τις εφαρμόσουν όλες μαζί. Ο χώρος του αθλητισμού μπορεί να μας δώσει την αφορμή να διδάξουμε πολλές έννοιες μαζί συνδυάζοντάς τες στην ερμηνεία ενός σπορ. Στην περίπτωση του Bolt μπορούμε να γνωρίσουμε σχεδόν όλες τις έννοιες φυσικής του πρώτου τετραμήνου της Α΄ Λυκείου. Επίσης στο αγώνισμα του μήκους μπορούμε να εμπλέξουμε πολλές έννοιες της φυσικής. Ο άλτης πρέπει σε σύντομο απόσταση να αποκτήσει μεγάλη ταχύτητα, δηλαδή πρέπει να έχει μεγάλη επιτάχυνση. Η

τροχιά του άλματος εξαρτάται από τον παρατηρητή. Έτσι αν δούμε το άλμα κάθετα στο σκάμμα φαίνεται παραβολική, ενώ αν δούμε το άλμα από ψηλά φαίνεται ευθύγραμμη. Μπορούμε να μελετήσουμε το άλμα "κατά άξονες" και να αναδείξουμε την ανεξαρτησία των κινήσεων. Πραγματικά ο άλτης στο "οριζόντιο άξονα" εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση αφού καμιά οριζόντια δύναμη δεν ασκείται πάνω του και ο μόνος λόγος που προσγειώνεται είναι η βαρύτητα. Πόσο θα ήταν λοιπόν το άλμα του αν πραγματοποιόταν στη Σελήνη, στη Ρώμη ή στο Μεξικό; Τη στιγμή του άλματος ο αθλητής ή η αθλήτρια "σπρώχνουν" και ταυτόχρονα ασκούν κάθετη δύναμη στο έδαφος όταν απογειώνονται και το έδαφος τους ασκεί μια αντίθετη δύναμη που τους ωθεί προς τα μπρος και προς τα πάνω. Το πάτημα του ποδιού πρέπει να είναι δυνατό και απότομο, να αναπτύσσεται δηλαδή μεγάλη ισχύς, ενώ η γωνία για να πετύχουμε το μέγιστο βεληνεκές είναι περίπου 20ο (Linthorne, Guzman & Bridgett, 2005) σε αντίθεση με τις 45ο που προβλέπει η φυσική για μια πλάγια βολή. Μπορούμε επίσης να μιλήσουμε για τη μεταβολή της ορμής και γιατί στο σκάμμα υπάρχει άμμος ή για το ρόλο της αντίστασης του αέρα. Στην Τρίτη Λυκείου μπορούμε να εξηγήσουμε γιατί οι αθλητές αρχικά απομακρύνουν τα πόδια και τα χέρια τους από τον κορμό τους (για να αυξήσουν τη ροπή αδράνειας και να μειώσουν τη γωνιακή τους ταχύτητα) ενώ στη φάση της προσγείωσής τους περιστρέφουν τα χέρια τους προς τα πίσω, προκαλώντας μια αντίθετη ροπή στα πόδια τους που κινούνται προς τα εμπρός, επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερο άλμα. Πιθανότατα οι αλτήρες που χρησιμοποιούσαν οι αθλητές στην αρχαιότητα να είχαν αυτό το σκοπό.

Αντίστροφα μπορούμε να αναζητήσουμε μία και μόνο έννοια, αρχή ή νόμο της φυσικής σε διάφορα σπορ. Για παράδειγμα ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα συναντάται σχεδόν σε όλα τα σπορ. Μπορούμε να εμπλουτίσουμε τη διδασκαλία μας για τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα με παραδείγματα και εφαρμογές του, εξετάζοντας διαφορετικές περιπτώσεις αθλημάτων. Αθλήματα όπως το τένις, η επιτραπέζια αντισφαίριση, το μπέιζμπολ, το γκολφ, το ποδόσφαιρο, το βόλεϊ στα οποία χτυπάμε μια μπάλα με το σώμα μας ή με κάποιο όργανο, και η μπάλα μας "επιστρέφει" το χτύπημα. Αθλήματα όπως το μπάσκετ το βόλεϊ, όπου οι αθλητές κάνουν άλματα ασκώντας δύναμη με τα πόδια τους στο έδαφος (ακόμα και 8 φορές το βάρος τους) και το έδαφος τους ωθεί προς τα πάνω. Αθλήματα που ο αθλητής γενικά τρέχει, "σπρώχνοντας" ουσιαστικά το έδαφος προς τα πίσω και το έδαφος ωθεί τον αθλητή ή την αθλήτρια προς τα μπροστά. Αθλήματα όπως η κολύμβηση στα οποία ο αθλητής σπρώχνει προς τα πίσω το νερό, και το νερό ωθεί προς τα μπρος τον αθλητή ή την αθλήτρια. Αθλήματα όπως η πάλη, η πυγμαχία, το τζούντο, το καράτε, γενικά αθλήματα που υπάρχουν επαφές μεταξύ των αθλητών. Εδώ οι δυνάμεις που ανταλλάσσουν μεταξύ τους οι αθλητές είναι πάντα αντίθετες. Αθλήματα όπως οι δρόμοι ταχύτητας στον στίβο, η κολύμβηση, οι καταδύσεις, στα οποία οι αθλητές ασκούν δυνάμεις σε ένα βατήρα και ο βατήρας τους ωθεί προς τα εμπρός.

Στο εργαστήριο φυσικής σε λίγα χρόνια ίσως συναντάμε πειραματικά όργανα διαφορετικά από τα σημερινά: δυναμοδάπεδα για τη μέτρηση της κάθετης αντίδρασης του εδάφους, επιταχυνσιόμετρα ενσωματωμένα σε παπούτσια ή μπάλες για τη μελέτη κινήσεων, κάμερες υψηλής ευκρίνειας και αισθητήρες για την καταγραφή της κίνησης, όργανα για τη μέτρηση του χρόνου αντίδρασης, του χρόνου επαφής με το έδαφος, της γωνιακής ταχύτητας και της γωνιακής επιτάχυνσης. Τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα διαθέτουν επιταχυνσιόμετρα και GPS, που μπορούν να μας επιτρέψουν να εκτελέσουμε πειράματα και να μελετήσουμε την κίνηση μας. Στο κινητό τηλέφωνο κάθε μαθητή και μαθήτριας θα βρίσκεται ένα μικρό εργαστήριο φυσικής. Με μηδενικό κόστος και ελάχιστη εκπαίδευση, κάθε παιδί σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου θα έχει τη δυνατότητα να κατεβάζει εφαρμογές και να μετρά μήκος, απόσταση, ταχύτητα, επιτάχυνση, κλίσεις, ένταση ήχου. Να καταγράφει, θέση τροχιά, εικόνα. Ταυτόχρονα να επεξεργάζεται και να κοινοποιεί τα δεδομένα και τα συμπεράσματά του. Ίσως από το να κυνηγάμε τα παιδιά στα σχολεία για τα κινητά τους, να αρχίσουμε να τους διδάσκουμε τη σωστή χρήση τους, τον τρόπο που μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν για να πραγματοποιήσουν πειράματα φυσικής και να τους προετοιμάζουμε για το μέλλον.

Μπορούμε να μετρήσουμε την ταχύτητα ενός μαθητή που κάνει ένα σπριντ με διάφορούς τρόπους. Χρησιμοποιώντας μετροταινία και χρονόμετρο, χρησιμοποιώντας ένα επιταχυνσιόμετρο, χρησιμοποιώντας ένα GPS, βιντεοσκοπώντας απλά το φαινόμενο και βρίσκοντας το χρόνο από την αναπαραγωγή του βίντεο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές και τις μαθήτριες να εκτιμήσουν τις διαφορετικές πειραματικές μεθόδους και να εκτιμήσουν την εξέλιξη της μεθοδολογίας και τη συνεισφορά της τεχνολογίας.

Ταυτόχρονα μας δίνεται η δυνατότητα να ενθαρρύνουμε στάσεις και αξίες μιλώντας για θέματα όπως ισότητα των φύλων, ρατσισμός, ντόπινγκ και βιομηχανία παραγωγής υπερπρωταθλητών. Το καλύτερο μάθημα για τον ρατσισμό είναι η βιο-μηχανική μελέτη του ανθρώπινου σώματος, ώστε να αναδειχτούν οι διαφορές μεταξύ των ανθρώπων και όχι των φυλών. Οι αθλητικές δραστηριότητες ευνοούν την συνεργασία, τον ανταγωνισμό, την άμιλλα, τον σεβασμό στους κανόνες, τη μεθοδολογία, την ακρίβεια, τη συνέπεια. Δίνεται ταυτόχρονα η ευκαιρία να αναπτύξουν κάποιες ικανότητες τους, να εκτελέσουν απλές μετρήσεις μήκους, χρόνου, να κάνουν διαγράμματα, να επικοινωνήσουν τα αποτελέσματα τους. Πέρα από τις γνωστικές, παρουσιάζεται η δυνατότητα σε μαθητές και μαθήτριες να ξεδιπλώσουν κοινωνικές, κιναισθητικές και συναισθηματικές τους δεξιότητες.

Έτσι διαπιστώνουν ότι οι γνωστικές και όχι μόνο εμπειρίες τους, όχι μόνο δεν τους είναι άχρηστες αλλά αντίθετα μπορούν να τους βοηθήσουν να ερμηνεύσουν την καθημερινότητα τους και τα αληθινά προβλήματα που τους απασχολούν. Τα παιδιά εκτιμούν τη συνεισφορά της φυσικής στην βελτίωση της καθημερινότητας τους και διαπιστώνουν ότι η φυσική μπορεί να τους βοηθήσει να γίνουν καλύτεροι ακόμα και στο αγαπημένο

τους σπορ. Τελικά η φυσική που διδάσκεται στα σχολεία θα πρέπει να απευθύνεται σε όλα τα παιδιά και να τα αντιμετωπίζει σαν τους αυριανούς πολίτες που θα κληθούν να πάρουν αποφάσεις για τη ζωή τους και την κοινωνία. Μια τέτοια φυσική είναι αποτελεσματική, έχει νόημα, ενδιαφέρον, είναι σύγχρονη, επίκαιρη, δίνει κίνητρο και πάνω απ' όλα μπορεί να είναι απολαυστική!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Armenti, A. (1974). Physics and Sport: A New Course for Nonscience Majors. *Physics Teacher*, 12, (6), 349-351.
2. Armenti, A. (1992). *The Physics of Sports*. New York: AIP Press.
3. Bevilacqua, F. (1988). *'The duck, the rabbit and the principle of conservation of energy'*. In Blondel, C. & Brouzeng, P. (eds.) Science Education and the History of Physics. Cite des Sciences et de l' Industrie, Paris, (pp. 91-96).
4. Bevilacqua, F. & Giannetto, E. (1996). The history of physics and European physics education. *Science Education*, 5, 235-246.
5. Blanco, R. & Niaz, M. (1997). Epistemological beliefs of students and teachers about the nature of science: from 'Baconian inductive ascent' to the 'irrelevance' of scientific laws. *Instructional Science*, 25, 203-231.
6. Blazevich, A. (2007). *Sports Biomechanics: The basics, Optimizing Human Performance.* A&C Black Publishers
7. Γκοτζαρίδης, Χ. (2001). *Κάνω γυμναστική και μαθαίνω φυσική: Φυσική στον αυλόγυρο του σχολείου*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
8. Fischer, H.E. & Horstendalh, M. (1997). Motivation and Learning Physics. *Research in science education*, 27(3), 411-424.
9. Frohlich, C. (2011). Resource Letter PS-2: Physics of Sports. *American Journal of Physics*, 79(6), 565-574.
10. Goldberg, F., Otero, V. & Robinson, S. (2010). Design principles for effective physics instruction: A case from physics and everyday thinking *American Journal of Physics*, 78, (12), 1265-1277.
11. Haugland, A.O. (2001). Physics measurements for sports. *The Physics Teacher, 39*, 350- 353.
12. Hubisz, J. (2004). Book reviews. *The Physics Teacher*, 42, 317-318.
13. Hewitt, P. (2002). *Οι Έννοιες της φυσικής*, Τόμος 1, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
14. Hodge, R. (2006). What Europeans really think (and know) about science and technology, *Science in School*, 3.
15. Κουμαράς, Π. (2006). Είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ενδιαφέρον στους μαθητές για τη φυσική; Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΔΙΦΕ, 30- 39.
16. Linthorne, N., Guzman, M., Bridgett, L. (2005). Optimum take-off angle in the long jump, *Journal of Sports Sciences* 23(7), 703–712.
17. Logan, M. & Skamp, K. (2008). Engaging Students in Science Across the Primary Secondary Interface: Listening to the Students' Voice. *Research in science education*, 38, 501–527.
18. MacIsaac, D. (2006). More physics of sports. *The physics teacher*, 44, 556.
19. OECD. (2006). Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report. Paris: OECD.
20. Olsen, R., Prenzel, M. & Ron Martin, R. (2011). Interest in Science: A many-faceted picture painted by data from the OECD PISA study. *International Journal of Science Education,33, (1), 1–6.*
21. Osborne, J. & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23, 441 – 467.
22. Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049–1079.
23. Σέρογλου, Φ. (2006). *Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη*, Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
24. Seroglou, F. & Aduriz-Bravo, A. (2007). 'Designing and Evaluating Nature - of - Science Activities for Teacher Education, paper presented at the 9th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, June 24-28, 2007, Calgary, Canada.
25. Spathopoulos, V.M. (2010). A physics heptathlon: Simple models of seven sporting events, *Physics Education*, 6, 594-601.
26. Woolnough, J.A. & Cameron, R.S. (1991). Girls, boys and conceptual physics: an evaluation of a senior secondary physics course. *Research in science education*, 21, 337- 344.

Ενσωματώνοντας πειράματα με καθημερινά υλικά στη διδασκαλία μαθημάτων τεχνικής φυσικής για την ανάπτυξη ικανοτήτων - κλειδιών σε μαθητές Επαγγελματικού Λυκείου

Ανθούλα Μαΐδου[1], Χαρίτων Πολάτογλου[2]

[1] Εκπαιδευτικός δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
anthoula_maidou@yahoo.gr
[2] Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ
hariton@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πειράματα με υλικά από την καθημερινή ζωή είναι χρήσιμα, επειδή μέσα από αυτά μπορούν οι μαθητές/τριες να συνδέσουν τις νέες γνώσεις με προηγούμενες εμπειρίες από την καθημερινή τους ζωή, να ανασκευάσουν λανθασμένες απόψεις και να αποκτήσουν επίγνωση των φαινομένων. Επιπλέον, μέσα από τα πειράματα με υλικά και διαδικασίες από την καθημερινή ζωή μπορούν να καλλιεργηθούν βασικές ικανότητες που θα χρησιμεύσουν στους/τις μαθητές/τριες σε όλη τους τη ζωή, τις ονομαζόμενες ικανότητες – κλειδιά. Στη μελέτη αυτή θα παρουσιαστούν πειράματα δράσης με υλικά της καθημερινής ζωής που χρησιμοποιήθηκαν στη διδασκαλία του μαθήματος «Τεχνική Μηχανική – Αντοχή των Υλικών» σε Επαγγελματικό Λύκειο, με σκοπό να διερευνηθεί αν μέσα από αυτά οι μαθητές έχουν καλύτερη κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών και αν συμβάλλουν στο να αυξηθεί η συμμετοχή τους και το ενδιαφέρον τους για το μάθημα, ενώ θα διερευνηθεί ακόμη αν συνεισέφεραν στην καλλιέργεια των ικανοτήτων – κλειδιά. Τα πειράματα δράσης πραγματοποιήθηκαν στην αίθουσα διδασκαλίας στα πλαίσια του μαθήματος στις ενότητες της δύναμης, ροπής δύναμης και της ισορροπίας – ευστάθειας. Τα πρώτα αποτελέσματα από την ένταξη των πειραμάτων δράσης στην εκπαιδευτική διαδικασία ήταν πολύ θετικά σχετικά με την κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών, ενώ οι μαθητές έδειξαν επιπλέον αυξημένο ενδιαφέρον, διάθεση για συνεργασία και συμμετοχή στο μάθημα και παράλληλα ανέπτυξαν κάποιες ικανότητες - κλειδιά.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *πειράματα, καθημερινά υλικά, Επαγγελματικό Λύκειο, ικανότητες – κλειδιά*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο τέλος της πρώτης δεκαετίας του εικοστού πρώτου αιώνα απαιτείται μια νέα προσέγγιση στην τεχνική και επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση ως απάντηση στις αλλαγές της οικονομίας, της συνεχόμενης τεχνολογικής εξέλιξης, της αυξημένης ζήτησης για αειφόρα ενεργειακή χρήση και των δημογραφικών και κοινωνικών αλλαγών (Cutts, κ.ά., 2011). Η επαγγελματική εκπαίδευση πρέπει να είναι δυναμική και να προσαρμόζεται στα νέα δεδομένα. Συνεχείς και γρήγορες εξελίξεις στην τεχνολογία και τους τρόπους απασχόλησης, στη δημογραφική διαμόρφωση και τις κοινωνικές ανάγκες οδηγούν στην ανάγκη μεταρρύθμισης της τεχνικής και επαγγελματικής εκπαίδευσης.

Πολλά κράτη προσπαθώντας να προσαρμοστούν στις νέες απαιτήσεις, εφαρμόζουν νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις στην επαγγελματική εκπαίδευση, όπως τη μαθητοκεντρική διδακτική προσέγγιση (Shor, 1992, Gibbs, 1981, Overby, 2011), την ομαδοσυνεργατική μάθηση (Johnson & Johnson, 1987, Dillenbourg, 1999, Tielman, κ.ά., 2012), ενώ οι εκπαιδευτικοί μετατρέπονται σε αρωγούς στη διαδικασία μάθησης (Biemans κ.ά., 2009, Katelaar, κ.ά, 2012) και ενθαρρύνουν τους μαθητές τους στην ενεργή και διαρκή μάθηση (Edwards, κ.ά., 2009, Cunning, 2012).

Διεθνώς τα νέα αναλυτικά προγράμματα στηρίζονται στην ανάπτυξη των ικανοτήτων – κλειδιά (competency-based education), τόσο για την υποχρεωτική εκπαίδευση (Χαραλάμπους, 2010, Κουμαράς, 2010) όσο και για την γενική και την επαγγελματική εκπαίδευση (Straka, 2004, Brockmann κ.ά., 2008, Mulder κ.ά, 2006).

Τα μαθήματα ειδικότητας, τα οποία διδάσκονται στα Επαγγελματικά Λύκεια (ΕΠΑ.Λ) των τεχνικών τομέων (Μηχανολογίας, Οχημάτων, Δομικών Έργων, Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής, κλπ), είναι ουσιαστικά κλάδοι Τεχνικής Φυσικής. Αυτά περιλαμβάνουν τόσο καθαρά θεωρητικά μαθήματα, όσο και μαθήματα που έχουν θεωρητικό και εργαστηριακό μέρος. Τα θεωρητικά μαθήματα διδάσκονται συνήθως με τον παραδοσιακό τρόπο, δασκαλοκεντρικά, παραδίνοντας θεωρία και λύνοντας ασκήσεις, ενώ δεν προβλέπονται πειράματα για την καλύτερη κατανόηση της διδασκόμενης ενότητας. Στα διδακτικά εγχειρίδια παρατίθεται ορισμοί, παραδείγματα λύσης ασκήσεων και ασκήσεις, ενώ λείπει η σύνδεση με την καθημερινή ζωή, δεν υπάρχει η στόχευση να αποκτήσουν οι μαθητές εξοικείωση με την επιστημονική μέθοδο και τη μεθοδολογία διερεύνησης

των Φυσικών Επιστημών ή να καλλιεργήσουν ικανότητες-κλειδιά. Επιπλέον, για τα μαθήματα αυτά δεν υπάρχει υποστηρικτικό εποπτικό υλικό, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση των εννοιών που διδάσκονται. Οι μαθητές πρέπει λοιπόν να κατανοήσουν αφηρημένες επιστημονικές έννοιες από τη θεωρητική διδασκαλία με τη χρήση μαθηματικών.

Από συζητήσεις με τους μαθητές προέκυψε ότι επέλεξαν να έρθουν στα ΕΠΑ.Λ., επειδή θεωρούνται λιγότερο «απαιτητικά» ως προς την απόδοση που πρέπει να έχουν οι μαθητές και επειδή μαθαίνουν επιπλέον μια ειδικότητα, ώστε να μπορούν να έχουν προοπτική για επαγγελματική αποκατάσταση. Πέρα από το απολυτήριο επαγγελματικού λυκείου, που είναι ισοδύναμο με το απολυτήριο του Γενικού Λυκείου, παίρνουν επαγγελματικό πτυχίο επιπέδου 3. Το γνωστικό επίπεδο των μαθητών είναι γενικά χαμηλότερου επιπέδου σε σύγκριση με αυτό των Γενικών Λυκείων, με ελλείψεις στα Μαθηματικά και τη Φυσική. Επειδή κάποιοι μαθητές εργάζονται τα απογεύματα ή και μέχρι αργά το βράδυ, αυτοί είναι πολλές φορές κουρασμένοι και δεν θέλουν να συμμετάσχουν στα μαθήματα. Από την άλλη μεριά έχουν πρακτικές ικανότητες από την εμπειρία τους από την καθημερινή ζωή, γιατί πολλοί εργάζονται ή έχουν εργαστεί, αλλά και από την εμπειρία που αποκομίζουν από τα εργαστηριακά μαθήματα.

Οι ελλείψεις σε βασικές γνώσεις, σε συνδυασμό με τον τρόπο που διδάσκονται τα τεχνικά μαθήματα και η έλλειψη υποστηρικτικού υλικού έχουν ως αποτέλεσμα οι μαθητές να μην προσπαθούν να συμμετάσχουν στα μαθήματα, αλλά στην πλειοψηφία να είναι αδιάφοροι και πολλές φορές να γίνεται φασαρία στη διάρκεια των μαθημάτων.

Η υπάρχουσα οργάνωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στοχεύει μόνο στην απόκτηση γνώσεων και όχι στην ανάπτυξη των ικανοτήτων – κλειδιά, όπως συμβαίνει στη διεθνή πρακτική. Θα πρέπει εκτός από τις γνώσεις να μάθουν οι μαθητές/τριες τη μεθοδολογία της επιστήμης και να αποκτήσουν θετικές στάσεις, ώστε να μπορέσουν να αναπτύξουν τις ικανότητας – κλειδιά,

Τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης συμβάλλουν στη σύνδεση των διδασκόμενων στο σχολείο με την καθημερινή ζωή, ενώ μπορούν επίσης να συμβάλλουν στην επίγνωση των φαινομένων και στη συνέχεια στη δημιουργία θετικής στάσης στους μαθητές απέναντι στην επιστήμη (Κουμαράς, 2000). Τα πλεονεκτήματα της χρήσης υλικών και καταστάσεων από την καθημερινή ζωή είναι μεταξύ άλλων, ότι οι μαθητές/τριες εστιάζουν την προσοχή τους στο φαινόμενο και όχι στη συσκευή που χρησιμοποιείται για το πείραμα. Έτσι αποφεύγεται ο κίνδυνος να θεωρήσουν οι μαθητές ότι το αποτέλεσμα του πειράματος οφείλεται στα ειδικά υλικά και τη συσκευή. Οι μαθητές/τριες λοιπόν μπορούν να συσχετίσουν τις Φυσικές Επιστήμες με την καθημερινή τους ζωή, ενώ ταυτόχρονα η επιστήμη δεν τους φαίνεται απόμακρη και μυστήρια, αλλά σχετίζεται με την καθημερινή τους εμπειρία. Επιπλέον, ενθαρρύνονται σημαντικά οι μαθητές από χαμηλότερα οικονομικά στρώματα, καθώς και οι θεωρούμενοι «κακοί» μαθητές να συμμετέχουν στο μάθημα (Κουμαράς, 2000). Ακόμη, αυτό το πλαίσιο προσφέρεται για να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές/τριες να αμφισβητήσουν τις διαμορφωμένες απόψεις που έχουν για ορισμένα καθημερινά φαινόμενα.

Στην μελέτη αυτή εισάγουμε τα χαρακτηριστικά των πειραμάτων δράσης που αποσκοπούν στο να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα μαθήματα και παράλληλα, να εξοικειωθούν με την μεθοδολογία της επιστήμης, να αποκτήσουν θετικές στάσεις απέναντι στην επιστήμη και να καλλιεργήσουν ικανότητες – κλειδιά. Προτείνουμε μια σειρά από πειράματα δράσης, τα οποία εφαρμόσαμε στα πλαίσια του μαθήματος «Τεχνική Μηχανική – Αντοχή των Υλικών» σε τάξεις ενός ΕΠΑ.Λ. της Θεσσαλονίκης

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΥΛΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Σκοπός της μελέτης είναι να δημιουργηθεί μια σειρά πειραμάτων με καθημερινά υλικά για να χρησιμοποιηθούν στην διδασκαλία του μαθήματος «Τεχνική Μηχανική - Αντοχή των Υλικών». Η ύλη του μαθήματος είναι χωρισμένη σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στην Τεχνική Μηχανική που περιλαμβάνει τα τέσσερα κεφάλαια: 1. Γενικά περί δυνάμεων, 2. Ροπές δυνάμεων, 3. Σύνθεση – ανάλυση δυνάμεων και 4. Κέντρο βάρους – Ευστάθεια. Στο δεύτερο μέρος (Αντοχή των Υλικών) αναφέρονται οι βασικές καταπονήσεις των φορέων: εφελκυσμός – θλίψη, διάτμηση, κάμψη, στρέψη, λυγισμός, φορτίσεις δοκού, κλπ. Επειδή οι έννοιες της Τεχνικής Μηχανικής αποτελούν προϋπόθεση για να μπορέσουν να διερευνήσουν τα παρακάτω κεφάλαια, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν πειράματα με υλικά από την καθημερινή ζωή για να κατανοηθούν αυτές οι βασικές έννοιες.

Τα πειράματα αυτά, όπως αναφέρθηκε ήδη, γίνονται με σκοπό να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών, ώστε να συμμετέχουν στο μάθημα, να ελαττωθεί η φασαρία που γίνεται στην τάξη και για να καλλιεργηθούν, όσο γίνεται, κάποιες ικανότητες – κλειδιά. Πρόκειται λοιπόν για πειράματα που έχουν ως κύριο σκοπό την δραστηριοποίηση των μαθητών και για το λόγο αυτό τα αναφέρουμε ως πειράματα δράσης. Θα πρέπει να γίνονται με υλικά από την καθημερινή ζωή και να εκτελούνται από όλους τους μαθητές κατά προτίμηση. Σε όποια πειράματα αυτό δεν είναι δυνατό, θα πρέπει το διαδραστικό μέρος να γίνει μέσα από τη συζήτηση και τις ερωτήσεις, ώστε να κάνουν υποθέσεις και να καταλαβαίνουν τη διαδικασία που ακολουθείται. Τα πειράματα δράσης θα πρέπει ακόμη να διεξάγονται μέσα στην τάξη και να εντάσσονται στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Τα πειράματα δράσης που προτείνουμε στηρίζονται στις διδακτικές προσεγγίσεις των αναλογιών και μεταφορών, ή της γνωστικής σύγκρουσης, τις οποίες θα παρουσιάσουμε παρακάτω με συντομία.

Η δυνατότητα των ανθρώπων να σκέπτονται με αναλογίες είναι κεντρικής σημασίας για την κατανόηση. Η εξέλιξη των επιστημονικών και τεχνολογικών πεδίων προέκυψε πολλές φορές από την ανακάλυψη μιας αναλογίας (Gentner κ.ά., 1997). Μελέτες πάνω στην αναλογική επεξεργασία και σε συλλογισμούς που βασίζονται σε έρευνες περιπτώσεων αποδεικνύουν τη σημασία της αναλογίας στη μάθηση και κατανόηση (Kolodner, 1997, Reed, 1987, Reeves & Weisberg, 1994, Ross, 1984, Thagard, 1992). Συχνά οι μαθητές/τριες μπορούν να αντιληφθούν μια καινούργια κατάσταση μεταφέροντας γνώσεις από μια κατάσταση που έχουν κατανοήσει καλά (Riesbeck & Schank, 1989). Ο Ross (1987) βρήκε ότι δίνοντας στους/τις μαθητές/τριες αναλογικά παραδείγματα για να περιγράψει μια αρχή των πιθανοτήτων, πέτυχε να έχουν μεγαλύτερη ευχέρεια στο να χρησιμοποιούν αργότερα τον τύπο των πιθανοτήτων για να λύσουν άλλα προβλήματα.

Οι εννοιολογικές μεταφορές περιλαμβάνουν ένα αφηρημένο εννοιολογικό τομέα (στόχο) που ερμηνεύεται με όρους ενός πιο συγκεκριμένου εννοιολογικού τομέα (πηγή), και αυτό αντικατοπτρίζεται συχνά στη χρήση της γλώσσας (Lakoff & Johnson, 1980). Οι πηγαίοι τομείς που ενσωματώνουν βιωματική αντίληψη των αντικειμένων, ουσιών, περιοχών, μονοπατιών, κλπ χρησιμοποιούνται ως πόροι στην επιστημονική επίλυση προβλημάτων (Jeppsson κ.ά, 2013).

Η γνωστική σύγκρουση επέρχεται όταν η επιστημονική ερμηνεία ενός φαινομένου είναι διαφορετική από τις απόψεις των μαθητών/τριών, προκαλώντας σύγκρουση με τις αρχικές προβλέψεις τους. Η γνωστική σύγκρουση αποτελεί μία από τις διαδικασίες που έχουν ως στόχο την αναδιοργάνωση των νοητικών σχημάτων σε άλλα ευρύτερα, πληρέστερα και κοντινότερα στο επιστημονικό μοντέλο. Για το λόγο αυτό υιοθετείται συχνά ως διδακτική στρατηγική (Tirosh & Graeber, 1990, Niaz, 1995, Behr & Harel, 1990, Movshovitz-Hadar, 1990). Μια σύγκρουση μπορεί να οδηγήσει σε έντονο συγκινησιακό φορτίο, εξαιτίας της διάψευσης των προηγούμενων γνώσεων, η οποία είναι μια κρίσιμη φάση για την αλλαγή (Posner κ.ά, 1982) και πρόκειται για μια κατάσταση έντασης (Zaslavsky κ.ά., 2002).

Οι Μαθητες

Οι μαθητές στους οποίους εφαρμόστηκαν τα πειράματα δράσης είναι μαθητές της Β' τάξης του μηχανολογικού τομέα ενός ΕΠΑ.Λ της Θεσσαλονίκης. Είναι δύο τμήματα των 18-20 που αποτελούνται αποκλειστικά από αγόρια. Από αυτούς οι περισσότεροι γυμνάζονται συστηματικά (σε γυμναστήρια ή κάνοντας αθλήματα) και ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για την εικόνα του σώματός τους. Θέλουν να φαίνονται μυώδεις και δυνατοί. Παρακολουθούν αθλήματα (κυρίως ποδόσφαιρο και λιγότερο μπάσκετ). Άλλα ενδιαφέροντα τους περιλαμβάνουν μουσική (κυρίως hip-hop και trans) και κινηματογράφο, αλλά και παιχνίδια στον υπολογιστή, ιδιαίτερα αυτά που παίζουν με τους φίλους τους στο διαδίκτυο. Σε κάποιους αρέσει να μαγειρεύουν. Δεν διαβάζουν βιβλία. Οι γνώσεις και οι δεξιότητές τους στα Μαθηματικά και τη Φυσική είναι γενικά περιορισμένες.

Ως προς το μάθημα της «Τεχνικής Μηχανικής – Αντοχή των Υλικών» τοποθετούνται αρνητικά σε μεγάλη πλειοψηφία, κυρίως επειδή θεωρούν τις γνώσεις αυτές άχρηστες για την επαγγελματική ή προσωπική ζωή τους. Θεωρούν ότι δεν θα τους ζητηθεί ποτέ να υπολογίσουν καταπονήσεις φορέων, ροπές, αντιδράσεις που αναπτύσσονται στα σημεία στήριξης κλπ. Οι μόνοι μαθητές που προσπαθούν να συμμετάσχουν στο μάθημα είναι αυτοί οι λίγοι που ενδιαφέρονται για σπουδές στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, επειδή το μάθημα αυτό αποτελεί βάση για το μάθημα «Στοιχεία Μηχανών» που διδάσκεται στην Γ' τάξη και το οποίο είναι πανελλαδικώς εξεταζόμενο. Πρόκειται λοιπόν για ένα μάθημα που θεωρείται δύσκολο, για το οποίο δεν ενδιαφέρονται οι περισσότεροι και για το λόγο αυτό είτε ασχολούνται με άλλα πράγματα, είτε κάνουν φασαρία. Η στάση τους για το μάθημα είναι γενικά αρνητική.

Πειραματα Δρασης

Παρακάτω θα παρουσιαστούν κάποια από τα πειράματα δράσης που χρησιμοποιήθηκαν στη διδασκαλία των δυνάμεων, της ροπής και της ισορροπίας – ευστάθειας. Ανάμεσα στα υλικά από την καθημερινή ζωή που σχετίζονται με τους μαθητές και με το μάθημα και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην τάξη είναι βάρη, σκοινιά, σπάγκοι, κουτιά, κώνοι τροχαίας, γεωμετρικά σχήματα από χαρτόνι ή φελιζόλ (για το κέντρο βάρους και την ευστάθεια), χαρτόνια για τον προσδιορισμό του κέντρου βάρους, μεταλλικές λάμες για τις ελαστικές και πλαστικές παραμορφώσεις και το νόμο του Hooke, τα έπιπλα της τάξης, θρανία, καρέκλες και η πόρτα της αίθουσας, ως αντικείμενα στα οποία ασκούνται δυνάμεις. Φυσικά έγινε συμφωνία να μη χρησιμοποιούν όλη τη δύναμή τους, αλλά για χάρη των πειραμάτων να βάζουν άλλοτε λίγη δύναμη, ώστε να φανεί η γενική ιδέα που θέλουμε να μελετήσουμε και να είναι προσεκτικοί για να μην υπάρξουν τραυματισμοί.

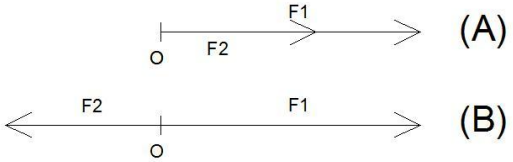
Τα πειράματα δράσης, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στηρίζονται στις διδακτικές προσεγγίσεις της αναλογίας, των μεταφορών και των γνωστικών συγκρούσεων.

Επιπλέον πρέπει να τονιστεί ότι δεν μπορούμε μόνο να μείνουμε στα πειράματα αυτά, αλλά θα πρέπει να προχωρήσουμε και στη θεωρητικοποίηση των εννοιών, ώστε οι μαθητές να εργαστούν με τις αφαιρετικές έννοιες για να λύσουν ασκήσεις. Τα πειράματα βοηθούν στο να ξεπεραστεί η αρχική απαρέσκεια για το μάθημα και η άρνησή τους να ασχοληθούν με αυτό, επειδή πολλοί μαθητές έχουν αποθαρρυνθεί με τα Μαθηματικά και

τη Φυσική και μόλις αντιλαμβάνονται ότι τα μάθημα αυτό μοιάζει με αυτά τα μαθήματα, παραιτούνται και είτε αδιαφορούν, είτε ασχολούνται με άλλα πράγματα και συνήθως κάνουν φασαρία.

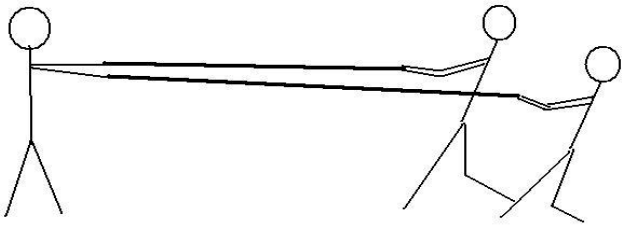
1ο Πείραμα αναφέρεται στις δυνάμεις που ενεργούν στην ίδια διεύθυνση

Μια από τις πολύ βασικές έννοιες που πρέπει να κατανοήσουν οι μαθητές στο μάθημα αυτό είναι οι δυνάμεις, τα χαρακτηριστικά τους και η σύνθεση - ανάλυση δυνάμεων. Όταν ζητούνται οι συνισταμένες δυνάμεων, ακόμη και στην απλή περίπτωση που έχουμε συγγραμμικές δυνάμεις, στη περίπτωση (Α) ομόφορες και στη περίπτωση (Β) αντίφορες (Σχήμα 1), οι μαθητές δυσκολεύονται να απαντήσουν. Σε ποσοστό περίπου 50% στα πρώτα μαθήματα και 30% στα επόμενα (επαναληπτικό διαγώνισμα) απαντούν λάθος.

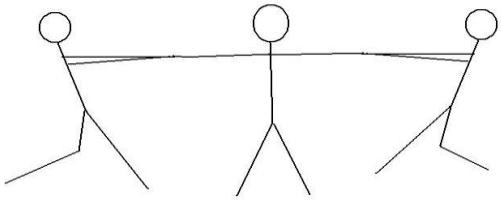


Σχήμα 1: Εύρεση συνισταμένης δύο συγγραμμικών δυνάμεων.

Στο πείραμα χρησιμοποιούμε σκοινιά ή πιάνονται από τα χέρια για να κατανοήσουν την επίδραση των δύο συγγραμμικών δυνάμεων, όταν δρουν προς την ίδια ή την αντίθετη φορά. Διαδικασία: Τρεις μαθητές σηκώνονται μπροστά στην τάξη για να δείξουν το πείραμα. Εξαιτίας του περιορισμένου χώρου δεν γίνεται να εκτελεστεί ταυτόχρονα από όλους τους μαθητές. Οι τάξεις είναι μικρές και υπάρχει μόνο λίγος ελεύθερος χώρος ανάμεσα στον πίνακα και πριν από τις σειρές των θρανίων. Τους δίνονται δύο σκοινιά. Ο ένας μαθητής κρατάει τα δύο άκρα και οι άλλοι δύο από ένα άκρο των σκοινιών. Οι δύο μαθητές στέκονται προς την ίδια πλευρά. Στην αρχή τραβάει μόνο ο ένας μαθητής. Ο μαθητής που κρατάει τα δύο άκρα αισθάνεται την δύναμη. Ύστερα τραβούν και οι δύο μαθητές παράλληλα και προς την ίδια φορά (Σχήμα 2). Σε αυτή την περίπτωση ο μαθητής που κρατάει τα δύο άκρα αντιλαμβάνεται εύκολα ότι οι δυνάμεις των δύο μαθητών προστίθενται. Τη θέση του μαθητή που κρατάει τα δύο άκρα προτρέπονται να την πάρουν όλοι οι μαθητές που έχουν γενικά δυσκολία να αντιληφθούν τα φαινόμενα. Με κατάλληλες ερωτήσεις καθοδηγούνται να συμμετάσχουν και να αντιληφθούν βιωματικά την επίδραση των δυνάμεων.



Σχήμα 2: Δυνάμεις παράλληλες και ομόφορες.



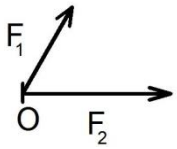
Σχήμα 3: Δυνάμεις παράλληλες και αντίφορες.

Παρόμοια, για την περίπτωση των παράλληλων και αντίφορων δυνάμεων (σχήμα 3), πάλι τρεις μαθητές καλούνται να σηκωθούν μπροστά στην τάξη, δύο μαθητές τραβούν έναν άλλο μαθητή ή ένα αντικείμενο, ό ένας προς τη μια μεριά και ο άλλος προς την άλλη. Εδώ πάλι αντιλαμβάνονται εύκολα ότι ο μαθητής που είναι στη μέση θα αισθανθεί τις δυνάμεις που ασκούν οι άλλοι δύο μαθητές. Για να οπτικοποιηθεί η επίδραση των δυνάμεων μπορούμε να προτρέψουμε τον έναν μαθητή μόνο να τραβήξει το συμμαθητή του ή ένα αντικείμενο, ενώ ο άλλος δεν βάζει μεγάλη αντίσταση και ακολουθεί τη δύναμη (περπατάει προς τα εκεί). Επαναλαμβάνουμε το πείραμα αυτή τη φορά με τον τρίτο μαθητή να τραβά τον συμμαθητή τους προς την αντίθετη φορά. Ο μαθητής που βρίσκεται στη μέση αισθάνεται και τις δύο δυνάμεις και αν ζητηθεί από τον τρίτο μαθητή να βάλει μκρή δύναμη, ο μεσαίος μαθητής θα προχωρήσει προς αυτόν που ασκεί τη μεγαλύτερη δύναμη, αλλά με συνολική δύναμη μειωμένη από την αντίθετη δύναμη. Στα πειράματα αυτά οι μαθητές μέσα από αναλογικά

διδακτικά μοντέλα μπορούν να κατανοήσουν την αφαιρετική παράσταση. Και στις δύο περιπτώσεις οι αφηρημένες δυνάμεις του σχήματος 1, «βγάζουν νόημα» και έτσι κατανοούν, γιατί άλλοτε προστίθενται και άλλοτε αφαιρούνται (οι λέξεις ή φράσεις σε εισαγωγικά είναι παρατηρήσεις των μαθητών). Κάνοντας το πείραμα με τα σκοινιά (σχήμα 2 και σχήμα 3), άρχισαν να καταλαβαίνουν τι σημαίνουν «αυτές οι δυνάμεις και γιατί άλλοτε προσθέτουμε και άλλοτε αφαιρούμε».

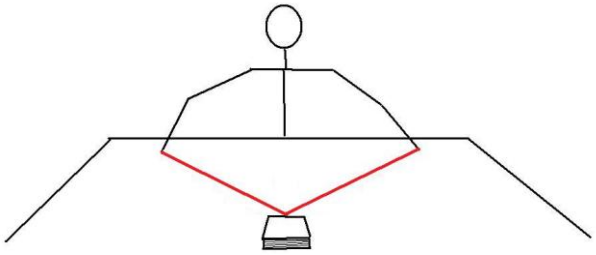
2ο Πείραμα αναφέρεται σε δυνάμεις που έχουν διαφορετική διεύθυνση

Οι μαθητές δυσκολεύονται ιδιαίτερα να κατανοήσουν την περίπτωση που εφαρμόζονται δυνάμεις με διαφορετική διεύθυνση σε ένα αντικείμενο (σχήμα 4).



Σχήμα 4: Δύο δυνάμεις που δρουν υπό γωνία.

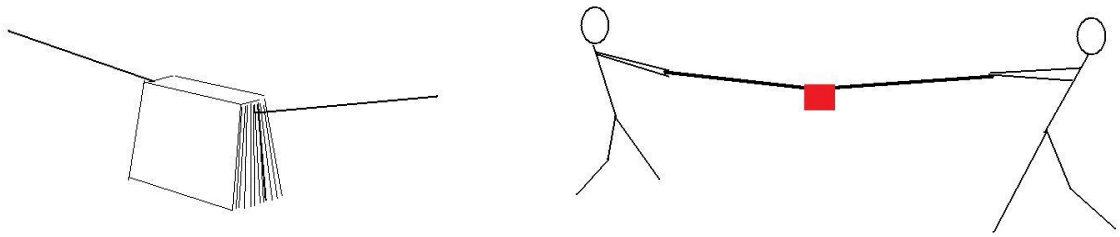
Για το πείραμα δράσης με δύο δυνάμεις που δρουν σε διαφορετικές διευθύνσεις (σχήμα 5), μοιράστηκαν στην τάξη (ανά δύο μαθητές) σπάγκος μήκους περίπου 1.5 μ, χάρακας και ένα χαρτόνι 30x50 εκ. Ζητήθηκε από τους μαθητές να δέσουν το σπάγκο γύρω από ένα αντικείμενο που έχουν μαζί τους (πχ βιβλίο. Διαδικασία: Ανοίγουμε τα φύλλα του βιβλίου και περνάμε το σπάγκο ανάμεσα στις σελίδες και δένουμε το σπάγκο εξωτερικά στη ράχη του βιβλίου, ώστε να έχουμε εκεί, στον κόμπο, την αρχική θέση). Ξεκινάει ο ένας μαθητής κρατώντας τα δύο άκρα του σπάγκου υπό γωνία, ενώ ο άλλος σημειώνει την αρχική θέση του αντικειμένου (στον κόμπο), καθώς και την προβολή του σπάγκου πάνω στο χαρτόνι. Ύστερα ζητείται από τον πρώτο να τραβήξει το αντικείμενο με τα χέρια του ανοιχτά, ώστε τα δύο τμήματα του σπάγκου να διατηρήσουν τη γωνία, μια φορά με ίσες δυνάμεις μια φορά τραβώντας μόνο με το ένα χέρι, μια φορά με το άλλο και βάζοντας διαφορετική δύναμη στο κάθε χέρι τις επόμενες φορές. Με το πέρας κάθε προσπάθειας επανατοποθετούν το αντικείμενο στην αρχική θέση, δηλαδή ο κόμπος να βρίσκεται πάνω από το σημάδι της αρχικής θέσης. Κάθε φορά ο δεύτερος μαθητής σημειώνει την τελική θέση και με το χάρακα ενώνει την αρχική με την τελική θέση. Ύστερα εναλλάσσονται οι ρόλοι και σημειώνουν στην άλλη πλευρά του χαρτονιού, ώστε να έχουν και οι δύο την εμπειρία της άσκησης, αλλά και της συνεργασίας. Από το πείραμα παρατήρησαν ότι το αντικείμενο μετακινείται σε πορεία που βρίσκεται μέσα στη γωνία που σχημάτιζαν αρχικά τα άκρα του σπάγκου. Όταν ασκούσαν δύναμη μόνο με το ένα χέρι το αντικείμενο κινιόταν στην κατεύθυνση του σπάγκου. Οι δύο περιπτώσεις αυτές αποτελούσαν και τις ακραίες διαδρομές. Στις υπόλοιπες πλησίαζε περισσότερο προς το χέρι με το οποίο έβαζαν μεγαλύτερη δύναμη, ενώ όταν έβαζαν ίδια δύναμη, το αντικείμενο κινιόταν με τροχιά περίπου στη διχοτόμο. Με αυτό το πείραμα δράσης ήταν ευκολότερο να καταλάβουν την επίδραση δύο δυνάμεων υπό γωνία και να δουν στην πράξη τη διεύθυνση της συνισταμένης των δυνάμεων αυτών.



Σχήμα 5: Διερεύνηση της συνισταμένης δύο δυνάμεων που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία.

3ο Πείραμα επίδραση του βάρους

Το πείραμα δράσης (σχήμα 6α και 6β) αναφέρεται στην ανάλυση των δυνάμεων. Τέθηκε η ερώτηση αν μπορούν δύο μαθητές, χρησιμοποιώντας ένα αρκετά μακρύ σκοινί, από το οποίο κρέμεται στη μέση περίπου ένα βιβλίο, να κρατήσουν το σκοινί έτσι ώστε να σχηματίζει ευθεία γραμμή, χωρίς να καμπυλώνεται (σχήμα 6β). Οι προβλέψεις τους ήταν ότι «φυσικά και είναι δυνατό» και επιπλέον ότι «αυτό είναι πανεύκολο». Διαδικασία: Δόθηκε ένα σκοινί 10 μ περίπου και ένα βιβλίο το οποίο περάστηκε πάνω από το σκοινί, όπως φαίνεται στο σχήμα 6α. Ζητήθηκε από δύο μαθητές να κρατήσουν το σκοινί τεντωμένο και ίσιο (σχήμα 6β).



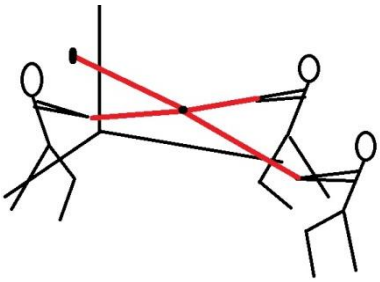
α β

Σχήμα 6: Διερεύνηση σχετικά με την επίδραση του βάρους στις οριζόντιες δυνάμεις. 6α: τρόπος ανάρτησης του βιβλίου, 6β: εκτέλεση του πειράματος

Το βάρος του βιβλίου τους φαινόταν ασήμαντο και όπως το σηκώνουν εύκολα με το χέρι, θεωρούσαν ότι επίσης θα μπορούσαν εύκολα να κρατήσουν τεντωμένο το σκοινί (σχήμα 6). Όταν δοκίμασε η πρώτη δυάδα και δεν τα κατάφερε, διαμαρτυρήθηκαν πολλοί μαθητές, επειδή θεώρησαν ότι αυτοί οι δύο δεν μπορούσαν να το κάνουν και ζήτησαν να πραγματοποιήσουν αυτοί το πείραμα. Αφού με αυτό τον τρόπο άλλαξαν αρκετές δυάδες, διαπίστωσαν στην πράξη, ότι ακόμη και οι πιο δυνατοί δεν μπορούσαν να το καταφέρουν και ότι πάντα υπήρχε μια γωνία. Μετά από συζήτηση κατέληξαν ότι αυτό οφείλεται στο βάρος του βιβλίου. Για να ισορροπήσει το βιβλίο θα πρέπει να υπάρχει δύναμη ίση και αντίθετη με το βάρος του. Αυτή η δύναμη θα προκύψει από τη συνισταμένη των δύο δυνάμεων που είναι κατά μήκος του σκοινιού. Το αποτέλεσμα του πειράματος ήταν αντίθετο με τις προβλέψεις τους. Αυτό ενεργοποίησε τους περισσότερους και έτσι αυξήθηκε η συμμετοχή τους στο μάθημα και στην ανάλυση/εξήγηση που ακολούθησε.

4^{ο} πείραμα αναφέρεται στη δράση και αντίδραση

Για το πείραμα δράσης σχετικά με τη δράση και αντίδραση τέθηκε η ερώτηση αν ένας μαθητής που κρατά το ένα άκρο ενός σκοινιού, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο στον τοίχο ή στο πόμολο της πόρτας, μπορεί να ισορροπήσει δύο μαθητές που κρατούν τα άκρα ενός άλλου σκοινιού – τα δύο σκοινιά περνούν μέσα από μεγάλο μεταλλικό κρίκο, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι τριβές (σχήμα 7). Διαδικασία: Δίνονται δύο δεκάμετρα περίπου σκοινιά και ένας μεταλλικός κρίκος. Το ένα άκρο του σκοινιού στερεώνεται στον τοίχο ή δένεται γύρω από το πόμολο της πόρτας. Αφού περάσει από μέσα του ο μεταλλικός κρίκος ζητείται να κρατήσει το σκοινί ένας μαθητής. Το άλλο σκοινί περνιέται μέσα από τον κρίκο και τα δύο άκρα του κρατούν οι άλλοι δύο μαθητές. Οι προβλέψεις των μαθητών ήταν στην πλειοψηφία ότι φυσικά οι δύο θα τραβήξουν εύκολα τον έναν μαθητή. Στην πράξη φάνηκε ότι δεν έγινε αυτό που περίμεναν. Και πάλι ζήτησαν να δοκιμάσουν οι πιο δυνατοί, γιατί θεώρησαν ότι οι συγκεκριμένοι συμμαθητές τους δεν τα κατάφερναν. Τα αποτελέσματα όμως ήταν γενικά ίδια. Μετά από συζήτηση στην τάξη κατέληξαν ότι δεν έλαβαν υπόψη τους την αντίδραση που αναπτύσσεται στον τοίχο ή στην πόρτα. Το πείραμα αυτό προκάλεσε γνωστική σύγκρουση. Ενώ έχουν ακούσει ήδη από το Γυμνάσιο για την δράση και αντίδραση, φαίνεται «περίεργο ο τοίχος να ασκεί δύναμη», επειδή θεωρούν ότι μια δύναμη μπορεί να ασκηθεί από κάποιον (άνθρωπο, έμβιο ον) και έτσι δεν εκλαμβάνουν την αντίδραση του τοίχου ως δύναμη, επειδή δεν «φαίνεται» να ασκείται από κάποιον. Με το πείραμα αυτό έγινε αντιληπτή η αντίδραση.

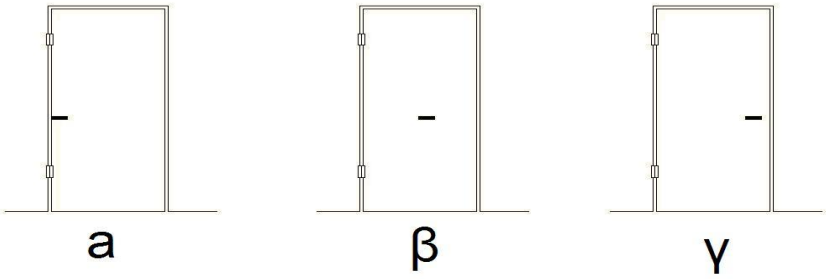


Σχήμα 7: Διερεύνηση σχετικά με το αν ένας μαθητής που κρατάει το ένα άκρο ενός σκοινιού, που το άλλο άκρο του είναι στερεωμένο στον τοίχο, μπορεί να ισορροπήσει δύο μαθητές που τραβούν τα άκρα ένας άλλου σκοινιού.

5^{ο} πείραμα αναφέρεται στη ροπή δύναμης ως προς σημείο

Η ροπή είναι άλλη μια βασική έννοια που πρέπει να κατανοήσουν οι μαθητές, γιατί μαζί με τις δυνάμεις αποτελούν τα φορτία που ενεργούν στους φορείς, με τους οποίους θα ασχοληθούν στο δεύτερο μέρος του

μαθήματος, στην «Αντοχή των Υλικών». Με σκοπό να καταλάβουν ποιοι παράγοντες και με ποιο τρόπο επιδρούν στη ροπή τέθηκε η ερώτηση που πρέπει να μπει το πόμολο μιας πόρτας, ώστε να ανοίγει εύκολα.

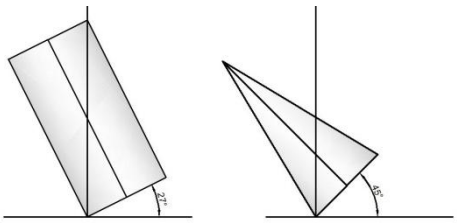


Σχήμα 8: Διερεύνηση σχετικά με την επίδραση της απόστασης του πόμολου από τους μεντεσέδες και τη δύναμη που πρέπει να βάλουμε για να ανοίξουμε μια πόρτα (διερεύνηση της έννοιας της ροπής).

Στην περίπτωση (α) το πόμολο βρίσκεται πολύ κοντά στους μεντεσέδες, δηλαδή στο εξάρτημα που τοποθετείται στην πόρτα και χρησιμοποιείται για να την στερεώσει στο πλαίσιό της, με σκοπό να ανοιγοκλείνει η πόρτα ελεύθερα. Στην περίπτωση (β) το πόμολο τοποθετήθηκε στη μέση της πόρτας, ενώ στην περίπτωση γ στο μακρύτερο σημείο από τους μεντεσέδες. Οι μαθητές, χωρίς να κάνουν δοκιμή, απάντησαν σωστά στην ερώτηση πότε θα έπρεπε να βάλουν μεγαλύτερη δύναμη για να ανοίξουν την πόρτα. Στη συνέχεια πραγματοποίησαν το πείραμα δράσης του σχήματος 8, πιέζοντας κάθετα στα αντίστοιχα σημεία της πόρτας για να την ανοίξουν. Έτσι διαπίστωσαν και στην πράξη ότι χρειάζεται να βάλουν μικρότερη κάθετη δύναμη στην πόρτα, όσο το σημείο πίεσης βρίσκεται μακρύτερα από τους μεντεσέδες. Φάνηκε λοιπόν πολύ λογικό, γιατί στα σπίτια μας χρησιμοποιούμε την περίπτωση γ. Για να καταλάβουν την ισορροπία των ροπών χρησιμοποιήθηκε η αναλογία της τραμπάλας, όπου τα ελαφριά παιδιά κάθονται πιο έξω (σε μεγαλύτερη απόσταση από το σημείο στήριξης της τραμπάλας), ενώ τα βαρύτερα παιδιά πιο μέσα, για να ισορροπήσουν. Η αναλογία με την πόρτα και την τραμπάλα βοήθησε στην κατανόηση της έννοιας της ροπής.

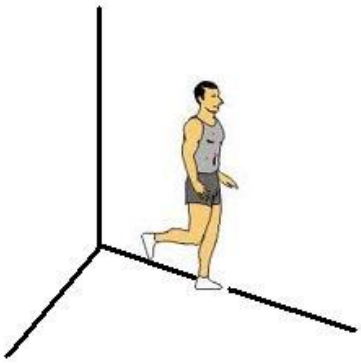
6^{ο} πείραμα αναφέρεται στην ισορροπία - ευστάθεια

Επειδή τα φαινόμενα που πρέπει να μελετήσουν αναφέρονται στην ισορροπία των φορέων και τις συνθήκες ισορροπίας, χρειάζεται οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις έννοιες της ισορροπίας και της ευστάθειας. Ζητήθηκε από τους μαθητές να διερευνήσουν αν η γεωμετρική μορφή μπορεί να επηρεάσει την ευστάθεια ενός αντικειμένου και πιο συγκεκριμένα να διερευνήσουν την ερώτηση αυτή συγκρίνοντας έναν κώνο και έναν κύλινδρο. Τους δόθηκαν γεωμετρικά στερεά από φελιζόλ, θα μπορούσαν όμως εξίσου εύκολα να κατασκευαστούν κώνοι και κύλινδροι από χαρτόνι. Μετά από συζήτηση κατέληξαν ότι θα έπρεπε να επιλέξουν κώνο και κύλινδρο με ίδιο ύψος και βάση, ώστε να έχουν τις παραμέτρους αυτές ίσες και να διερευνήσουν την επίδραση της γεωμετρικής μορφής. Οι μαθητές πρότειναν να διερευνήσουν μέχρι ποιο σημείο μπορούν να γείρουν και τα δύο σχήματα χωρίς να ανατραπούν. Διαπίστωσαν ότι ο κώνος μπορούσε να επιστρέψει στην όρθια θέση, όταν τον έγερναν σε μεγαλύτερες κλίσεις από τον κύλινδρο.



Σχήμα 9: Διερεύνηση σχετικά με την ευστάθεια κώνου και κυλίνδρου με ίδια βάση στήριξης και ίδιο ύψος. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα επιλέχθηκε το ύψος να είναι διπλάσιο από τη διάμετρο.

Η γωνία ανατροπής του κώνου και του κυλίνδρου μπορούν να προσδιοριστούν και σχεδιαστικά. Από το βιβλίο τους γνωρίζουν ότι στον κώνο το κέντρο βάρους βρίσκεται χαμηλότερα από ότι στον κύλινδρο, και συγκεκριμένα στον κύλινδρο το κέντρο βάρους βρίσκεται στη μέση του ύψους (ΚΒ = h/2), ενώ στον κώνο στο 1/4 του ύψους του (ΚΒ=h/4) (Ροζάκης 2008, σελ 78). Σχεδιάζοντας το ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει την άκρη της επιφάνειας στήριξης με το κέντρο βάρους και φέρνοντας κάθετη στην ευθεία αυτή μπορούν να μετρήσουν την γωνία που σχηματίζει η τελευταία με την επιφάνεια στήριξης. Ακολουθώντας αυτή τη διαδικασία, διαπίστωσαν ότι για τη συγκεκριμένη γεωμετρική μορφή (h=4r) ο κύλινδρος ανατρεπόταν περίπου στις 30^{ο}, ενώ ο κώνος στις 45^{ο}.



(A)

(B)

Σχήμα 10: Διερεύνηση σχετικά με την ισορροπία – ευστάθεια: μπορεί να ισορροπήσει ο άνθρωπος στη στάση του σχήματος (Α), δηλαδή ακουμπισμένος στον τοίχο πλάγια και πατώντας στο πόδι που είναι προς τη πλευρά του τοίχου; Γιατί μπορεί ο άνθρωπος του σχήματος (Β) να ισορροπήσει;

7ο πείραμα αναφέρεται στην ισορροπία

Όταν ρωτήθηκαν που είναι το κέντρο βάρους στον άνθρωπο απάντησαν σωστά ότι είναι περίπου στη μέση. Ζητήθηκε να προβλέψουν αν μπορεί να ισορροπήσει κάποιος που στέκεται ακουμπισμένος στον τοίχο στο πλάι, στηριζόμενος στο πόδι που ακουμπάει στον τοίχο (σχήμα 10Α). Οι προβλέψεις τους ήταν ότι μπορούν να ισορροπήσουν, επειδή ήξεραν από την εμπειρία τους, ότι μπορούν να ισορροπήσουν στο ένα τους πόδι. Οι μαθητές δοκίμασαν να ισορροπήσουν και διαπίστωσαν ότι δεν μπορούν. Από δοκιμές παρατήρησαν ότι όταν στέκονται στο ένα πόδι μετατοπίζουν το κέντρο βάρους τους έτσι, ώστε να περνάει από την επιφάνεια στήριξης που είναι τώρα το ένας πόδι (σχήμα 10Β). Αφού αναρωτήθηκαν γιατί δεν μπορούσαν να ισορροπήσουν όταν ακουμπούν στον τοίχο, κατάλαβαν με πειραματισμό, παρατήρηση και συζήτηση ότι το κέντρο βάρους τους βρίσκεται έξω από τη βάση στήριξης, γιατί ο τοίχος τους εμπόδιζε να μετατοπίσουν το κέντρο βάρους τους πάνω από το πόδι (βάση στήριξης).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι μαθητές γενικά συμμετείχαν στα πειράματα δράσης είτε με προβλέψεις και συμμετοχή στις ερωτήσεις στη διαδικασία επίδειξης, είτε δοκίμασαν μόνοι τους να εκτελέσουν τα πειράματα. Η συμμετοχή στο μάθημα αυξήθηκε πάρα πολύ και οι φασαρίες στην εκπαιδευτική διαδικασία μειώθηκαν. Έκαναν προβλέψεις, παρατήρησαν και σύγκριναν τα αποτελέσματα των πειραμάτων με τις προβλέψεις τους. Στα πειράματα που οι προβλέψεις τους δεν επιβεβαιώθηκαν, αναρωτήθηκαν γιατί και προσπάθησαν να καταλάβουν αυτά που παρατήρησαν, συνδέοντας τα αποτελέσματά τους με τη θεωρία, όπως με την ισορροπία στον τοίχο. Σε άλλες περιπτώσεις χρειάστηκε να επικαλεστούν τη θεωρία, όπως στη δράση – αντίδραση του πειράματος του σχήματος 7, ή στην ισορροπία του πειράματος 10 για να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματά τους, συνδέοντας έτσι τις αφηρημένες έννοιες που μαθαίνουν με την καθημερινή τους ζωή και την εμπειρία τους.

Με τη βοήθεια των πειραμάτων δράσης απέκτησαν βιωματική εμπειρία των φαινομένων, η οποία τους βοήθησε να κατανοήσουν τα φαινόμενα και να συνδέσουν αυτές τις εμπειρίες τους με τη θεωρητική γνώση.

Σκέφτηκαν απλά πειράματα με τη χρήση των οποίων θα μπορούσαν να δοκιμάσουν υποθέσεις. Ακόμη, όταν δοκίμαζαν να ισορροπήσουν ακουμπισμένοι στον τοίχο όπως στο πείραμα του σχήματος 10Α, ένας μαθητής πρόσθεσε ότι αν κάποιος στέκεται με ακουμπισμένη την πλάτη στον τοίχο, επίσης δεν μπορεί να σκύψει μπροστά, όπως για να σηκώσει ένα χαρτί από το πάτωμα και πάλι επειδή το κέντρο βάρους του σώματός του βρίσκεται έξω από την επιφάνεια στήριξης. Συνέδεσαν τις καινούργιες γνώσεις με την εμπειρία από την καθημερινή ζωή, συσχετίζοντας την επιλογή του κωνικού σχήματος των κώνων της τροχαίας με την ευστάθειά τους.

Η συμμετοχή τους στο μάθημα είχε επιπλέον θετική επίδραση στην επίδοσή τους στο μάθημα. Η βαθμολογία τους ήταν καλύτερη στα τεστ και το διαγώνισμα. Επιπλέον, η προσθήκη μιας ομάδας ερωτήσεων με σχέδια σχετικά με τα πειράματα δράσης και ερωτήσεις του τύπου «κυκλώστε τη σωστή απάντηση» στα τεστ και το διαγώνισμα, βοήθησε να μπορέσουν να απαντήσουν οι αδύνατοι μαθητές με σιγουριά αυτές τις ασκήσεις, ανεβάζοντας έτσι τη συμμετοχή τους, την αυτοπεποίθησή τους και την επίδοσή τους στο μάθημα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Χρησιμοποιώντας πειράματα δράσης με υλικά από την καθημερινή ζωή στο θεωρητικό μάθημα «Τεχνική Μηχανική – Αντοχή των Υλικών» στη β' τάξη του μηχανολογικού τομέα ενός ΕΠΑ.Λ., τα οποία πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της διδακτικής διαδικασίας μέσα στην τάξη, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές ανέπτυξαν τη δημιουργικότητά τους, προτείνοντας παραλλαγές των πειραμάτων, έκαναν συγκρίσεις και

αξιοποίησαν τις εμπειρίες τους. Καλλιέργησαν την κριτική σκέψη, θέτοντας λογικά ερωτήματα σχετικά με μια παρατήρηση ή μια εμπειρία. Διατύπωσαν τις αρχικές τους απόψεις, έκαναν συγκρίσεις με τα πειραματικά αποτελέσματα και έβγαλαν συμπεράσματα σχετικά με τις προβλέψεις τους. Παρουσίασαν την ικανότητα να λύνουν πρακτικά προβλήματα. Καλλιέργησαν την ενσυναίσθηση και δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας, εργαζόμενοι σε ομάδες.

Φυσικά όλες οι ικανότητες – κλειδιά δεν αναπτύχθηκαν στον ίδιο βαθμό και από όλους τους μαθητές. Υπήρχε μερικές φορές μεγάλη απροθυμία για ορισμένες εργασίες από κάποιους μαθητές, γεγονός που οφείλεται στο γεγονός ότι δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτό τον τρόπο εργασίας και συνεργασίας και ότι αυτός ο τρόπος διδασκαλίας δεν είναι ο τρόπος που εφαρμόζεται στα υπόλοιπα μαθήματα. Αυτά σε συνδυασμό με το γεγονός ότι πολλοί μαθητές των ΕΠΑ.Λ. εργάζονται τα απογεύματα και καμιά φορά μέχρι αργά το βράδυ, δυσχεραίνει τη διάθεσή τους για συμμετοχή στο μάθημα. Υπήρχαν όμως πολλά θετικά αποτελέσματα τόσο στην κατανόηση των εννοιών όσο και στη συμμετοχή και επίδοσή τους στο μάθημα. Τόσο τα πειράματα δράσης, με τα οποία ανακαλούν βιώματα από την καθημερινή ζωή, ή συνδέουν νέες γνώσεις με την εμπειρία τους, όσο και η ομαδική εργασία βοήθησαν να ενδιαφερθούν οι μαθητές και να συμμετάσχουν στο μάθημα και μέσα από την ομαδική ή ατομική πειραματική δουλειά να κατανοήσουν τα θέματα που διαπραγματευόμασταν στην τάξη, αλλά επιπλέον να καλλιεργήσουν, έστω σε κάποιο βαθμό κάποιες ικανότητες – κλειδιά που θα τους φανούν χρήσιμες στην προσωπική και επαγγελματική τους ζωή και στη στάση τους ως δημοκρατικοί πολίτες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Behr, M. & Harel, G. (1990). Students' Errors, Misconceptions, and Cognitive Conflict in Application of Procedures. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, *12*, 3 & 4, 75-84.
2. Biemans, H., Wesselink, R., Gulikers, J., Schaafsma, S., Verstegen, J. & Mulder, M. (2009). Towards competence-based VET: Dealing with the pitfalls. *Journal of Vocational Education & Training 61,* 3: 267–86.
3. Brockmann, M., Clarke, L., & Winch, C. (2008) Competence-Based Vocational Education and Training (VET): the Cases of England and France in a European Perspective. *Vocations and Learning 1*:227–244
4. Catts, R., Falk, I., & Wallace, R. (2011). Introduction: Innovations in Theory and Practice, στο R. Catts κ. ά. (εκδ.), *Vocational Learning*, Technical and Vocational Education and Training: Issues, Concerns and Prospects: Springer
5. Canning, R. (2012): The vocational curriculum in the lower secondary school: material and discursive practices, *Curriculum Journal, 23*:3, 327-343
6. Dillenbourg P. (1999) What do you mean by collaborative learning?. In P. Dillenbourg (Ed) Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches. (pp.1-19). Oxford: Elsevier
7. Edwards, R., Miller, K., & Priestley, M. (2009). Curriculum-making in school and college: The case of hospitality. *The Curriculum Journal 20*, 1: 27–42.
8. Gentner, D., Brem, S., Ferguson, R. W., Markman, A. B., Levidow, B. B., Wolff, P., & Forbus, K. D. (1997). Analogical reasoning and conceptual change:Acase study of Johannes Kepler. *The Journal of the Learning Sciences, 6*, 3–40.
9. Gibbs, G., Teaching Students to Learn: A Student-Centered Approach. Stratford: The Open University Press.
10. Jeppsson, F., Haglund, J., Amin T.G., & Strömdahl, H., (2013): Exploring the Use of Conceptual Metaphors in Solving Problems on Entropy, *Journal of the Learning Sciences, 22*:1, 70-120
11. Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1987). Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
12. Ketelaar, E., Perry den Brok, P., Beijaard, D., & Boshuizen, H.P.A. (2012): Teachers' perceptions of the coaching role in secondary vocational education, *Journal of Vocational Education & Training, 64*:3, 295-315.
13. Kolodner, J. L. (1997). Educational implications of analogy: A view from case-based reasoning. *American Psychologist, 52,* 57–66.
14. Lakoff, George & Mark Johnson (1980) *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
15. Movshovitz-Hadar, N. & Hadass, R. (1990). Preservice Education of Math Teachers Using Paradoxes. *Educational Studies in Mathematics, 21,* 265-287
16. Mulder, M., T. Weigel & K. Collins (2006). The concept of competence concept in the development of vocational education and training in selected EU member states. A critical analysis. *Journal of Vocational Education and Training, 59,*1, 65-85.
17. Niaz, M. (1995). Cognitive Conflict as a Teaching Strategy in Solving Chemistry Problems: A Dialectic – Constructivist Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 9, 959-970.
18. Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education, 66,* 2, 211-227.
19. Reed, S. K. (1987). A structure-mapping model for word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 13,* 124–139.

20. Reeves, L. M., & Weisberg, R. W. (1994). The role of content and abstract information in analogical transfer. *Psychological Bulletin, 3*, 381–400.
21. Riesbeck, C. K., & Schank, R. C. (1989). *Inside case-based reasoning.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
22. Ross, B. H. (1984). Remindings and their effects in learning a cognitive skill. *Cognitive Psychology, 16,* 371–416.
23. Ross, B. H. (1987). This is like that: The use of earlier problems and the separation of similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 13,* 629–639.
24. Thagard, P. (1992). Analogy, explanation, and education. *Journal of Research in Science Teaching, 29,* 537–544.
25. Tielman, K., den Brok, P., Bolhuis, S., & Vallejo, B., (2012): Collaborative learning in multicultural classrooms: a case study of Dutch senior secondary vocational education, *Journal of Vocational Education & Training, 64*:1, 103-118
26. Tirosh, D. & Graeber, A. (1990). Evoking Cognitive Conflict to Explore Preservice Teachers' Thinking About Division. *Journal for Research in Mathematics Education, 21*, 2, 98-108.
27. Κουμαράς, Π. (2000). Πειράματα Φυσικών Επιστημών με υλικά καθημερινής χρήσης. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.
28. Κουμαράς, Π. (2010). Πρόγραμμα σπουδών Φυσικών Επιστημών. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου, Κύπρος
29. Overby, K. (2011) Student-Centered Learning. *Essai, 9*:32, 109-112.
30. Ροζάκης, Ν., Σπυρίδωνος, Π., Παπαγεωργίου, Δ. (2008), Τεχνική Μηχανική – Αντοχή των Υλικών. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα
31. Shor, I. (1992). Empowering Education: Critical Teaching for Social Change. Chicago: University of Chicago Press.
32. Straka, J.A. (2004) Measurement and evaluation of competence. Στο Descy, P.; Tessaring, M. (eds) *The foundations of evaluation and impact research* (pp. 263-311). Luxembourg: Cedefop Reference series.
33. Zaslavsky, O., Sela H., & Leron, U. (2002). Being sloppy about slope: The effect of changing the scale. *Educational Studies in Mathematics, 49*(1), 119-140.
34. Χαραλάμπους Μ., (2010). Οι ικανότητες - κλειδιά και η καλλιέργειά τους μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη

Διδάσκοντας για τη βιοκλιματική και την οικονομία καυσίμων και ενέργειας στα πλαίσια ενός project στο Λύκειο

Αλεξάνδρα Γκιόκα[1], Δημήτριος Σταυρίδης[2]

[1]Υποψήφια διδακτόρισσα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών,
Ερευνητική Ομάδα ΑΤΛΑΣ, ΠΤΔΕ, Παιδαγωγική Σχολή, ΑΠΘ,
alexgkio@eled.auth.gr
[2]Καθηγητής Πληροφορικής Β΄βάθμιας εκπαίδευσης
tavdim@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή, παρουσιάζουμε τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και τα πρώτα αποτελέσματα ενός project που υλοποιήθηκε στο 2ο Γενικό Λύκειο Ευόσμου Θεσσαλονίκης και σε αυτό συμμετείχαν 20 μαθητές και μαθήτριες της Β' Λυκείου. Τα παιδιά χρησιμοποίησαν διαδραστικά μαθησιακά περιβάλλοντα και δημιούργησαν αφηγήσεις (animation, video, comic) χρησιμοποιώντας προγράμματα όπως το Scratch, το Cosy Comic Strip Creator, το power point και το Windows Movie Maker. Οι μαθητές και οι μαθήτριες χρησιμοποιώντας ακίνητες και κινούμενες εικόνες τοποθετούν έννοιες και διαδικασίες που αφορούν τη βιοκλιματική και την οικονομία καυσίμων και ενέργειας στο περιβάλλον των αφηγήσεών τους και οι εννοιολογικοί και οπτικοί μετασχηματισμοί που επιτυγχάνονται φαίνεται να ενθαρρύνουν σημαντικά τη μάθηση σύμφωνα με τα πρώτα αποτελέσματα της έρευνας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *διαδραστικές αφηγήσεις, βιοκλιματική και αειφορία*

ΕΝΑ PROJECT ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η σειρά μαθημάτων «Βιοκλιματική, οικονομία καυσίμων και ενέργειας» μέσα από πολυμεσικές εφαρμογές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες οδηγεί τους μαθητές και τις μαθήτριες στη γνωριμία και λειτουργική χρήση εννοιών και διαδικασιών σχετικών με την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και τη διαμόρφωση ενός φιλικού ανθρωπογενούς περιβάλλοντος που ενσωματώνεται στο φυσικό περιβάλλον χωρίς καταστροφικές συνέπειες. Τα στάδια της σειράς περιλαμβάνουν: α) αρχική πληροφόρηση για θέματα βιοκλιματικής και αειφορίας, β) έρευνα, συλλογή υλικού και οικειοποίηση της γνώσης από τους μαθητές και τις μαθήτριες, γ) ανάπτυξη ψηφιακών εφαρμογών (comic, animation, power point, video) από τους ίδιους τους συμμετέχοντες, δ) παρουσιάσεις των ψηφιακών εφαρμογών που αναπτύχθηκαν, και ε) κοινωνικές ενημερωτικές δράσεις (εκπαιδευτικό wiki, αφίσες).

Έχει πραγματοποιηθεί ήδη μια εφαρμογή στο 2ο Γενικό Λύκειο Ευόσμου, το Α΄τετράμηνο του σχολικού έτους 2012-1013, στα πλαίσια της ερευνητικής εργασίας της Β΄ τάξης του Λυκείου, ενώ μια δεύτερη εφαρμογή είναι σε εξέλιξη. Στην εφαρμογή συμμετείχαν 20 παιδιά από τη Β' Λυκείου (5 μαθήτριες και 15 μαθητές) και δύο εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (μία καθηγήτρια αρχιτέκτονας μηχανικός και ένας καθηγητής μηχανικός Η/Υ). Εκτός από τις εβδομαδιαίες συναντήσεις την ομάδας εργασίας, όλοι και όλες που συμμετείχαν στο project, είχαν τη δυνατότητα συνεχούς επικοινωνίας και συνεργασίας και εξ αποστάσεως μέσα από το εκπαιδευτικό wiki που σχεδιάστηκε ειδικά για να υποστηρίξει το project με πληροφοριακά video, power point, κείμενα και συνδέσεις σε σχετικές ιστοσελίδες στο διαδίκτυο στα οποία μπορούσαν να ανατρέχουν οι μαθητές και οι μαθήτριες για ενημέρωση και συλλογή πληροφοριών σχετικά με την βιοκλιματική και την αειφορία.

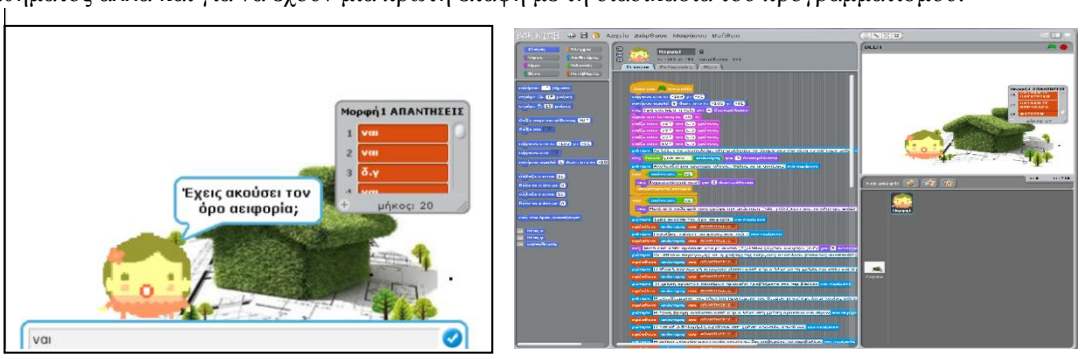
Οι ομάδες των μαθητών και των μαθητριών σχηματίστηκαν ακολουθώντας μια τεχνική που πρόσφερε ισορροπία στη κατανομή των δεξιοτήτων και των ενδιαφερόντων των παιδιών. Ο πρώτος πυρήνας περιλάμβανε ομάδες 4-5 ατόμων που επέλεξαν θέματα όπως: βιοκλιματική αρχιτεκτονική ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στη συνέχεια οι ομάδες διασπάστηκαν σε υποομάδες των δύο ατόμων με σκοπό την λεπτομερή προσέγγιση κάθε θέματος. Επίσης δόθηκε η δυνατότητα σε κάθε υποομάδα να προσεγγίσει και να διερευνήσει το θέμα με διαφορετικό τρόπο ώστε το αποτέλεσμα από τις εργασίες των παιδιών να είναι μία πρωτότυπη ποικιλόμορφη σύνθεση, δηλαδή πολλές διαφορετικές αφηγήσεις για τη βιοκλιματική και την εξοικονόμηση ενέργειας και καυσίμων (cartoon, video, power point, animation). Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στα ακόλουθα στάδια:

Στάδιο 1 - Εισαγωγή. Στην εισαγωγή παρουσιάστηκε η μέθοδος υλοποίησης του προγράμματος και το χρονοδιάγραμμα και έγινε η σύνθεση των ομάδων και των υποομάδων.

Στάδιο 2 - Διερεύνηση των γνώσεων των μαθητών. Στη συνέχεια για να μάθουμε το επίπεδο γνώσεων των μαθητών και των μαθητριών σε θέματα αειφορίας και βιοκλιματικής, δόθηκε ερωτηματολόγιο διαμορφωμένο στη γλώσσα προγραμματισμού scratch,το οποίο απαντήθηκε γραπτά από όλους τους μαθητές (εικόνα 1).

Η αξιοποίηση του scratch έγινε για να εξοικειωθούν τα παιδιά με τη χρήση του Η/Υ στα πλαίσια του μαθήματος αλλά και για να έχουν μία πρώτη επαφή με τη διαδικασία του προγραμματισμού.

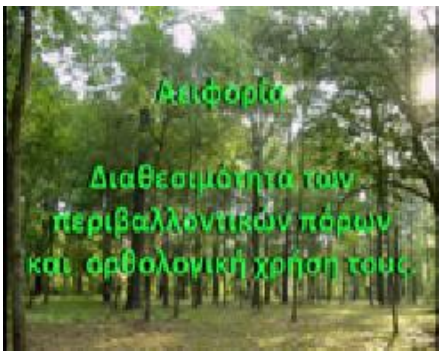


Εικόνα 1: Ερώτηση/απάντηση στο προγραμματιστικό περιβάλλον του scratch

Το ερωτηματολόγιο, με το ίδιο περιεχόμενο, σε μορφή comic απαντήθηκε προφορικά από τρείς μαθητές και μαθήτριες (εικόνα 2).

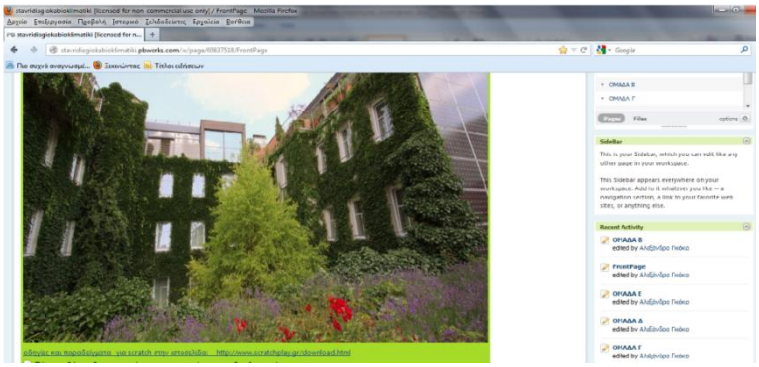
Εικόνα 2*: Ερωτήσεις σε μορφή comic*

Στάδιο 3 - Γενική πληροφόρηση για το θέμα του project και τη χρήση του wiki. Από τα πρώτα αποτελέσματα της ανάλυσης των ερωτηματολογίων, διαπιστώθηκε ότι το περιεχόμενο των εννοιών της βιοκλιματικής και της αειφορίας για τα περισσότερα άτομα δεν ήταν πλήρως κατανοητό. Για να κινήσουμε το ενδιαφέρον τους και να τους εισαγάγουμε ταυτόχρονα στο νόημα των νέων λέξεων και εννοιών, δημιουργήσαμε και προβάλαμε ταινία με γενικές πληροφορίες για την αειφορία και την βιοκλιματική (εικόνα 3).



Εικόνα 3: Η εισαγωγή της ταινίας

Το ανθρωπογενές περιβάλλον είναι μια έννοια που περιλαμβάνει όλες τις πτυχές του κατασκευασμένου από τον άνθρωπο περιβάλλοντος, που επηρεάζει άτομα και κοινωνικές ομάδες. Οι επιπτώσεις από την κατάληψη και αλλοίωση του φυσικού χώρου από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και κατασκευές σε συνδυασμό με την ένταση της εκμετάλλευσης δημιουργούν τον κίνδυνο μη ανατρέψιμης διαταραχής των φυσικών οικοσυστημάτων. Ειδικότερα ο κτηριακός τομέας, καταλαμβάνει περίπου το 18% της οικονομικής δραστηριότητας παγκοσμίως, απασχολεί και κινεί ένα μεγάλο κομμάτι της βιομηχανίας και κατ' επέκταση θεωρείται από τους περισσότερο ρυπογόνους σήμερα. Συγκεκριμένα ευθύνεται για την κατανάλωση του 40% της ενέργειας - είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας και του 16% του φρέσκου, πόσιμου νερού, σε παγκόσμια κλίμακα, ενώ παράγει το 50% του διοξειδίου του άνθρακα (CO2), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και σημαντικές ποσότητες απορριμμάτων και ρύπανσης. Το γεγονός αυτό κάνει επιτακτική την ανάγκη να τεθούν οι βάσεις για τη συνεχή βελτίωση των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών συνθηκών του δομημένου περιβάλλοντος. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός που αφορά κτίρια αλλά και οικιστικές περιοχές αποτελεί μια ελπιδοφόρα πρόταση, αναφορικά με την βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και την αρμονική σχέση του δομημένου με τον φυσικό του περίγυρο.



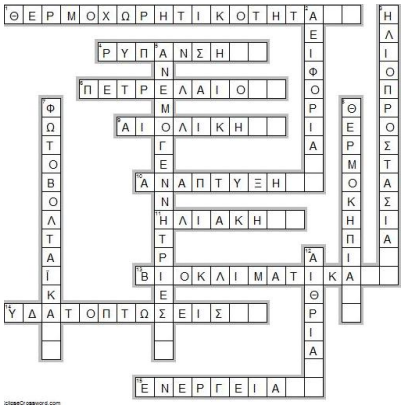
***Εικόνα 4**: Η Front Page του wiki*

Οι παραπάνω πληροφορίες παρουσιάζονται και στο wiki που σχεδιάσαμε, ένα κοινό και εύχρηστο τόπο διαχείρισης και διάχυσης της πληροφορίας, που σαν στόχο έχει την ενημέρωση των μαθητών και των μαθητριών, την επικοινωνία των διδασκόντων και των διδασκομένων και την επαφή των μελών των ομάδων εκτός των διδακτικών ωρών, και τη δημοσιοποίηση του αποτελέσματος των εργασιών των ομάδων (εικόνα 4).

Στάδιο 4 - Γνωριμία με τις έννοιες. Συμπληρωματικά, για την εμπέδωση των πρωτόγνωρων εννοιών χρησιμοποιήθηκαν σταυρόλεξα - κατασκευασμένα με τη χρήση του προγράμματος EclipseCrossword - σε δύο εκδοχές:

α. δόθηκε σταυρόλεξο το οποίο περιείχε λέξεις συναφείς με την αειφορία και την βιοκλιματική και ζητήθηκε να γραφούν οι ερμηνείες των λέξεων (Εικόνα 5).

β. δόθηκαν οι ερμηνείες ανάλογων με το θέμα λέξεων και ζητήθηκε να λυθεί το σταυρόλεξο.



***Εικόνα 5**:* Το σταυρόλεξο

Στάδιο 5 - Επιλογή θέματος και προτεινόμενα μέσα. Για να μελετηθούν συστηματικά όλες οι παράμετροι της βιοκλιματικής και της αειφορίας, ζητήθηκε από τις ομάδες να επιλέξουν θέμα από μία λίστα θεματικών ενοτήτων, να διερευνήσουν και να συνθέσουν το δικό τους υλικό (Πίνακας 1). Στον Πίνακα 1 παρατηρούμε ότι τα θέματα που περιέχουν την έννοια της αειφορίας ήταν τα πλέον δημοφιλή, ακολουθούμενα από αυτά που είχαν σχέση με τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και τη βιοκλιματική.

Για να διατηρήσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών και μαθητριών και για να γίνουν οι διαδικασίες μάθησης πιο ενδιαφέρουσες και διασκεδαστικές προτάθηκε η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνάς τους μέσω διαδραστικών δραστηριοτήτων σε προγράμματα Η/Υ. Στη συνέχεια έγινε ενημέρωση με παραδείγματα για τον τρόπο χρήσης των προτεινομένων προγραμμάτων Scratch, Cosy Comic Strip Creator, Power point και Windows Movie Maker και δόθηκαν προδιαγραφές για την ανάπτυξη των εφαρμογών τους. Κάθε υποομάδα ήταν ελεύθερη να επιλέξει τον τρόπο υλοποίησης της εργασίας (power point, video, ιστορία με concept cartoons με το πρόγραμμα comic strip creator, περιβαλλοντικό παιχνίδι ή animation με το πρόγραμμα scratch) πού θεώρησε προσιτό και ενδιαφέροντα. Ως προσχέδιο δόθηκε και συμπληρώθηκε έντυπο για την καταγραφή του σεναρίου ή πλάνου κάθε δραστηριότητας. Οι μαθητές και οι μαθήτριες, σε όλη τη διάρκεια της δημιουργίας, είχαν και μέσω του wiki τη δυνατότητα να κοινοποιήσουν την πορεία της έρευνάς τους και να ανατροφοδοτηθούν με σχόλια, προτάσεις και συμβουλές. Όλες οι εφαρμογές των παιδιών αναρτήθηκαν στο wiki και μια σειρά από θέματα βιοκλιματικής και αειφορίας παρουσιάστηκαν με πρωτότυπες μεθόδους και από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες θεώρησης.

θεματική ενότητα	**τίτλος εργασίας**	**αριθμός παιδιών**
ενέργεια	χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προβλήματα	0
	πλεονεκτήματα από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	0
	κατανάλωση ενέργειας και παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από τον κτιριακό τομέα.	0
	σύνδεση τοπικών προβλημάτων που προκαλεί η κατανάλωση ενέργειας με τα παγκόσμια.	0
	εφικτές και οικολογικές ενεργειακές λύσεις και τρόποι ενημέρωσης της κοινότητας σε θέματα οικονομίας ενέργειας και πόρων.	0
αειφορία & ενέργεια	αειφόρα κτίρια σε θέματα ενέργειας.	0
	η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως παράγοντας αειφορίας στην καθημερινή μας ζωή.	6
αειφορία	η έννοια της αειφορίας.	4
	η εφαρμογή της αειφορίας σε κτίρια, γειτονιές, πόλεις.	4
	αειφορικός τρόπος χρήσης της ενέργειας στην καθημερινή μας ζωή.	0
αειφορία & βιοκλιματική	βιοκλιματική αρχιτεκτονική και αειφορία.	4
βιοκλιματική	βιοκλιματική δόμηση και παραδοσιακή αρχιτεκτονική.	2
	οι βιοκλιματικές εφαρμογές σε νέα και υφιστάμενα κτίρια.	0
	ιστορική αναδρομή στην σχέση υλικών, κλίματος και τρόπου δόμησης.	0

Πίνακας 1: Οι προτεινόμενες εργασίες και η ανταπόκριση των παιδιών

Στάδιο 6 - Μια πρώτη αξιολόγηση. Δόθηκε σε κάθε υποομάδα Power point με ασκήσεις ελέγχου της κατανόησης των επί μέρους συνιστωσών του θέματος του project (Εικόνα 6).

***Εικόνα 6**: Παράδειγμα από την άσκηση ελέγχου*

Στάδιο 7 - Δημιουργία ψηφιακής αφίσας. Η δύναμη της εικόνας στη μετάδοση των μηνυμάτων είναι αδιαμφισβήτητη. Έτσι επιλέχθηκε η δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων με τη δημιουργία αφίσας. Για το σκοπό αυτό, δόθηκαν ανάλογα παραδείγματα και συζητήθηκαν τα κριτήρια με βάση τα οποία επιλέγεται το υλικό που συνθέτει μια αφίσα και ο τρόπος που παρουσιάζεται το μήνυμα. Ζητήθηκε από κάθε υποομάδα να δημιουργήσει μια δική της εκδοχή.

Στάδιο 8 – Αξιολόγηση. Μετά το τέλος της εφαρμογής οι μαθητές και οι μαθήτριες συμμετείχαν σε μια σειρά συνεντεύξεων για να διερευνήσουμε σε βάθος τις αντιδράσεις τους απέναντι στη συγκεκριμένη εφαρμογή, ενώ παράλληλα απάντησαν ξανά το διαδραστικό ερωτηματολόγιο στο Scratch σε εξελιγμένη μορφή και συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της εφαρμογής δομημένο στα πρότυπα της κλίμακας Linkert.

Προκειμένου να υλοποιήσουμε την εφαρμογή χρησιμοποιήσαμε διδακτικό υλικό που σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε χρησιμοποιώντας διαδικτυακές εφαρμογές και προγράμματα λογισμικού που εναρμονίζονται με αυτά που χρησιμοποιούν τα παιδιά για επικοινωνία και διασκέδαση. Επιδιώχθηκε η χρήση λογισμικών που διανέμονται δωρεάν για εκπαιδευτική χρήση και έχουν δημιουργηθεί από την εκπαιδευτική επιστημονική κοινότητα όπως:

α) Το Scratch (http://scratch.mit.edu/) μία νέα γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία animation, διαδραστικών ιστοριών, παιχνιδιών και εκμάθησης των αρχών του προγραμματισμού. Αναπτύχθηκε από το Lifelong Kindergarten group στο MIT με επικεφαλή τον Mitchel Resnick και πρωτοεμφανίστηκε το καλοκαίρι του 2007. Για την κατανόησή του Scratch είναι διαθέσιμο διαδικτυακά (με άδεια CC Creative Commons) το βιβλίο «Δημιουργώ παιχνίδια στο Scratch» από το τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Δικτύων και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

β) Το Cosy Comic Strip Creator για τη δημιουργία κόμικ το οποίο σχεδιάστηκε από φοιτητές του εργαστηρίου CosyLLab του τμήματος Διδακτικής της Τεχνολογίας και Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Η εικονογράφηση σε μορφή κόμικς συνιστά μια γλώσσα παγκοσμίως κατανοητή που προκαλεί τις αισθήσεις, μετατρέπει το αφηρημένο σε συγκεκριμένο και προσδίδει μια νότα περιπέτειας, αγωνίας και συχνά μυστηρίου, απογειώνοντας τη φαντασία των αναγνωστών (Burton, 1955).

γ) Το Movie Maker για τη δημιουργία και επεξεργασία ταινιών από φωτογραφίες και βίντεο.

δ) Το PowerPoint μέσω του οποίου γίνεται μία ολοκληρωμένη παρουσίαση.

ε) Το EclipseCrossword για τη δημιουργία εκπαιδευτικών σταυρολέξων.

Προσπαθήσαμε η αναζήτηση και η χρήση των πληροφοριών μέσω του διαδικτύου να είναι άμεση και πάντα επίκαιρη για τους μαθητές και τις μαθήτριες ενώ η εμπειρία τους με τη δημιουργία διαδραστικών αφηγήσεων να τους βοηθήσει να απομυθοποιήσουν την τεχνολογία (Κορδάκη & Κόμης 2000). Σε αυτό το μαθησιακό περιβάλλον τα παιδιά μετασχηματίζουν και αναπλαισιώνουν γνώσεις και εμπειρίες που αφορούν τη

βιοκλιματική και την αειφορία και δικές τους διαδραστικές αφηγήσεις ακολουθώντας διαφοροποιημένες μαθησιακές διαδρομές ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τις δραστηριότητες τους.

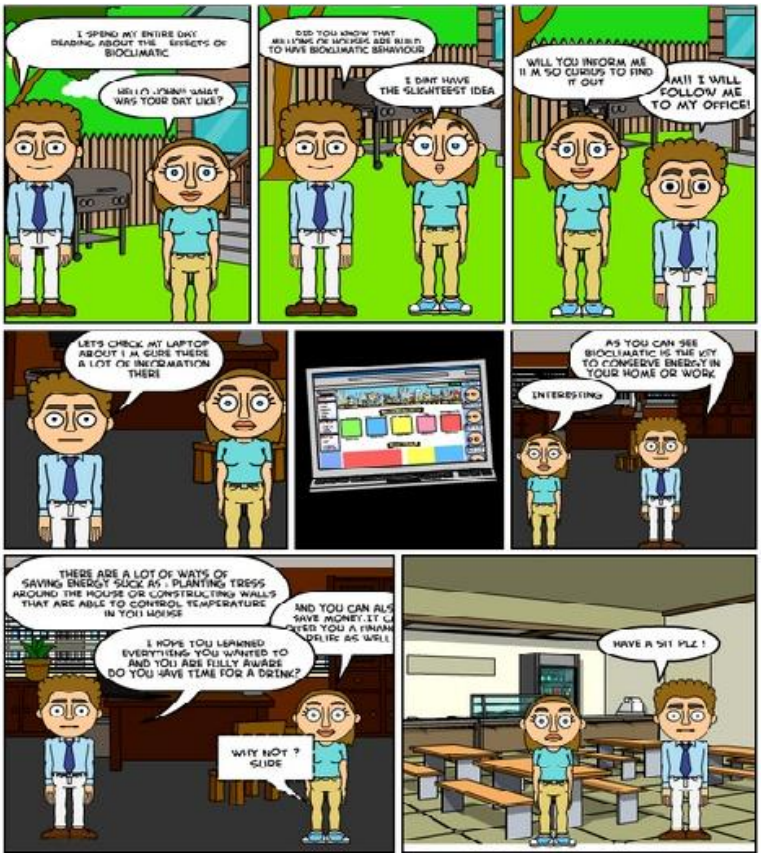
ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Τα παιδιά ανταποκρίθηκαν με ενθουσιασμό μια και η διασύνδεση της εκπαιδευτικής πράξης με ευχάριστες για τα παιδιά διαδικασίες παραμένει ελκυστική. Άλλωστε πρωτοπόροι εκπαιδευτικοί θέλησαν να αξιοποιήσουν το παιχνίδι, εικαστικές, ακόμα και αθλητικές δραστηριότητες, για να πετύχουν τους παιδαγωγικούς τους στόχους (Preece, 2000). Από τις 10 υποομάδες, οι μισές (5) επέλεξαν την δημιουργία comic γιατί η διαδικασία τους φάνηκε πιο προσιτή, μία ομάδα επέλεξε video, μία Power point και μία άλλη το πρόγραμμα scratch ενώ δύο υποομάδες δεν έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον να διαθέσουν χρόνο για τη δημιουργία εργασίας (Πίνακας 2).

Η ποικιλία έκφρασης των παιδιών μέσω των comic μας εξέπληξε ευχάριστα. Τα περισσότερα χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα Cosy Comic Strip Creator ενώ δύο επέλεξαν ένα on line πρόγραμμα μέσω του οποίου δημιούργησαν το cartoon της εικόνας 7. Δύο μαθητές δοκίμασαν την κατασκευή ενός quiz στο scratch με θέμα «Πόσο οικολόγος είσαι;» μέσω του οποίου κάνουν ερωτήσεις σε θέματα οικολογίας, ανακύκλωσης και βιοκλιματικής (Εικόνα 8). Στο quiz παρουσιάζονται διαδοχικές κάρτες με ερωτήσεις του τύπου «εσύ βοηθάς στην ανακύκλωση;», «η κατασκευή του σπιτιού σου είναι οικολογική; », «Χρησιμοποιείς λάμπες οικονομίας;». Σε κάθε κάρτα πρέπει ο χρήστης να κάνει κλικ ανάλογα στο «ναι» ή το «όχι» για να συνεχιστεί η ροή των καρτών. Ταυτόχρονα ακούγεται μουσική υπόκρουση. Δύο μαθήτριες επέλεξαν την κατασκευή video όπου πληροφορεί το κοινό για θέματα οικιακής ανακύκλωσης και εξοικονόμησης ενέργειας και υλικών. Συγκεκριμένα προτείνονται λύσεις μόνωσης των κτιρίων, χρήσης φωτοβολταϊκών για παραγωγή ηλεκτρισμού και συσκευών που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, δημιουργίας φυτεύσεων για δροσισμό, ανακύκλωσης του νερού, χρήσης υλικών ανακυκλωμένων και φιλικών προς το περιβάλλον (Εικόνα 9). Τέλος τα παιδιά κλήθηκαν να συνδυάσουν σύμβολα και εικόνες για να δημιουργήσουν οπτική αναπαράσταση/αφίσα των ιδεών και των μηνυμάτων του θέματος που διαπραγματευόταν. Οι συνθέσεις τους έχουν αναφορές στην οικολογική δόμηση, στην ανακύκλωση και στην οικονομία πόρων (Εικόνα 10). Ενδεικτικά οι συμβολισμοί που χρησιμοποιήθηκαν παραπέμπουν στην ανακύκλωση, στην πράσινη ανάπτυξη, στην ηλιακή ενέργεια και στη μόνωση από τα στοιχεία της φύσης όπως άνεμο, ηλιακή θερμότητα, πάγο και υγρασία.

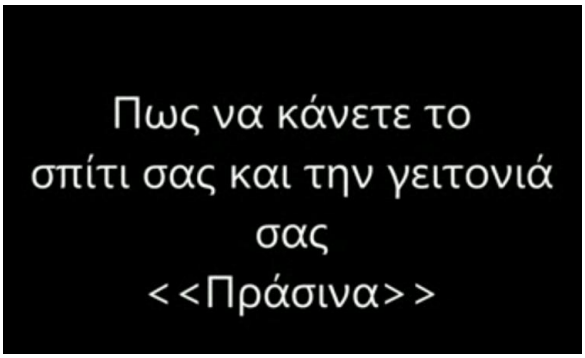
Θεματική ενότητα	***Αριθμός παιδιών***	***Μέσο υλοποίησης***
η εφαρμογή της αειφορίας σε κτίρια, γειτονιές, πόλεις.	2	video
	2	Power point
βιοκλιματική αρχιτεκτονική και αειφορία.	2	comic
	2	comic
η έννοια της αειφορίας.	2	--------
	2	--------
η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως παράγοντας αειφορίας στην καθημερινή μας ζωή	2	comic
	2	scratch
	2	comic
βιοκλιματική δόμηση και παραδοσιακή αρχιτεκτονική.	2	comic

Πίνακας 2:Επιλογή μέσου υλοποίησης της εργασίας

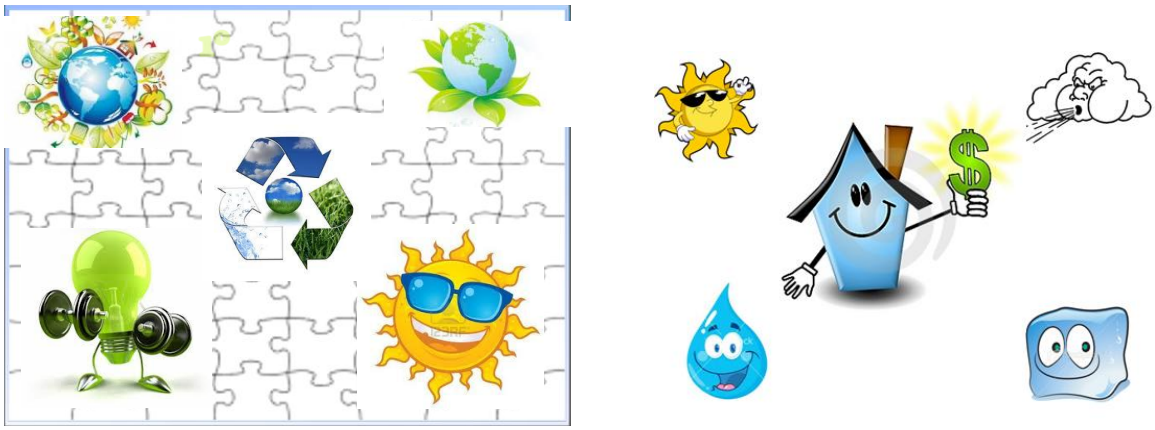


Εικόνα 7: Παράδειγμα comic των παιδιών

Εικόνα 8: *Quiz στο scratch*



Εικόνα 9: *Η εισαγωγή της ταινίας*



***Εικόνα 10**: Αφίσες των παιδιών*

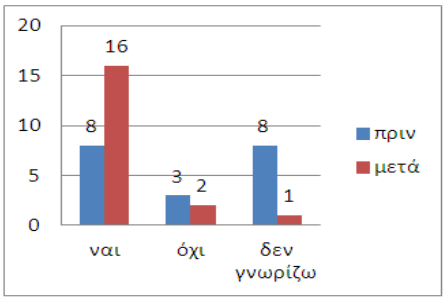
Στις εργασίες τους οι μαθητές και οι μαθήτριες κάνουν ενδιαφέροντα σχόλια επισημαίνοντας την ανάγκη επίτευξης μιας ισορροπίας ανάμεσα στο ανθρωπογενές και το φυσικό περιβάλλον.

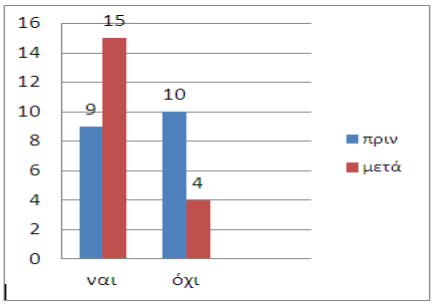
Τα παιδιά υποστηρίζουν ότι: «τα κτίρια του αύριο πρέπει να είναι αποδοτικά ως προς τους πόρους, ειδικότερα την ενέργεια, τα υλικά και το νερό, διευκολύνοντας τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και απαιτώντας ελάχιστη εξωτερική ενέργεια για να λειτουργήσουν, πρέπει να αξιοποιούν κατάλληλα τα όμβρια και τα υπόγεια ύδατα, να αντιμετωπίζουν σωστά τα υγρά απόβλητα και να χρησιμοποιούνται οικοδομικά υλικά, φιλικά στο περιβάλλον, που ανακυκλώνονται εύκολα η επαναχρησιμοποιούνται, που δεν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες και επιδέχονται ακίνδυνη τελική διάθεση - τα κτίρια του αύριο πρέπει να προσαρμόζονται στο τοπικό κλίμα και στον περιβάλλοντα χώρο, να σέβονται την τοπική πολιτιστική κληρονομιά».

Τους ανησυχεί το πόσο ενεργοβόρα κτίρια έχουμε κατασκευάσει: «τα κτίρια πρέπει να συνεργάζονται με το περιβάλλον ώστε να μη ξοδεύουν πολλή ενέργεια».

Οι εργασίες τους είναι γεμάτες συμβουλές για απλές διορθωτικές κινήσεις στην καθημερινότητα με στόχο την οικονομία ενέργειας όπως: «μια μετατροπή στο τζάκι θερμαίνει όχι μόνο το δωμάτιο αλλά και το σπίτι πολύ οικονομικά».

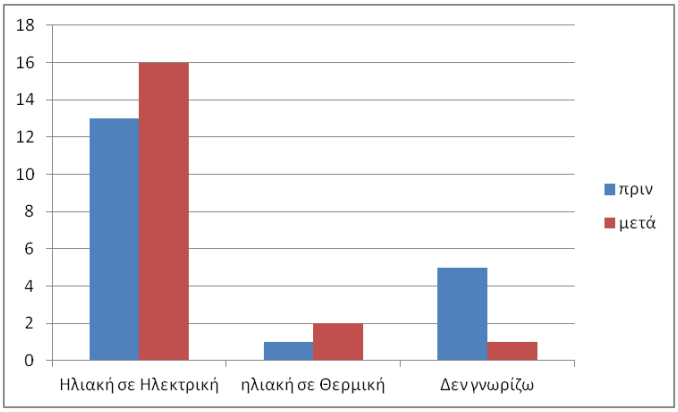
Βλέποντας συνολικά την αντίδραση των μαθητών και των μαθητριών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα μας παρατηρούμε ότι καθώς εξελίσσονταν το πρόγραμμα οι μαθητές και οι μαθήτριες όλο και πιο θετική στάση εκδήλωναν απέναντι στο εκπαιδευτικό υλικό που έχουμε αναπτύξει. Επίσης το μαθησιακό περιβάλλον προσέλκυσε την προσοχή τους και έκανε την διδασκαλία πιο ευχάριστη και πιο διεισδυτική οπτικοποιώντας τα τεχνολογικά θέματα. Τέλος, η διαμόρφωση του project μαζί με τα παιδιά έδωσε αφενός τα κατάλληλα ερεθίσματα και αφετέρου δημιούργησε σαφή πλαίσια που βοήθησαν τους μαθητές και τις μαθήτριες να οργανώσουν τον χρόνο και τις απαιτούμενες δραστηριότητες.





Διάγραμμα 1&2:Οι απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση 1: «Γνωρίζεις τι σημαίνει αειφόρος ανάπτυξη;» και στην ερώτηση 2: «Οι μέθοδοι παραγωγής και χρήσης της ενέργειας αποτελούν σημαντικό παράγοντα της αειφόρου ανάπτυξης;»

Στους μαθητές και τις μαθήτριες μοιράστηκε ερωτηματολόγιο πριν και μετά την εφαρμογή. Ενδεικτικά παρουσιάζουμε στη συνέχεια τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις των παιδιών σε τρεις ερωτήσεις που διαμορφώθηκαν στο scratch. Οι απαντήσεις (Διαγράμματα 1, 2, 3) σηματοδοτούν την διαφοροποίηση στις γνώσεις των παιδιών πριν και μετά την εφαρμογή. Αρχικά είναι φανερό ότι έννοιες όπως «αειφόρος ανάπτυξη» δεν ήταν κατανοητές από την πλειοψηφία των παιδιών.



Διάγραμμα 3:Οι απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση: «Ποια μορφή ενέργειας συλλέγουν τα φωτοβολταϊκά και σε ποια μορφή την μετατρέπουν;»

Επίσης τα περισσότερα δεν συνέδεαν την αειφόρο ανάπτυξη με την ενέργεια και η χρήση των ενεργειακών ηλιακών συστημάτων για παραγωγή ενέργειας δεν ήταν σαφής σε κάποια από αυτά. Αντίθετα με την ολοκλήρωση του project τα αποτελέσματα επεξεργασίας των ερωτηματολογίων δείχνουν ότι οι περισσότεροι μαθητές και μαθήτριες γνωρίζουν τι είναι η αειφόρος ανάπτυξη, ποια είναι η σχέση αειφορίας και ενέργειας και τις εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Εικόνα 11: Τα παιδιά εκφράζουν την άποψη της προστασίας του περιβάλλοντος από όσους το ρυπαίνουν.

Εικόνα 12: Τα παιδιά εκφράζουν την άποψη ότι οι ήπιες μορφές ενέργειας είναι φιλικές στο περιβάλλον

Εικόνα 13: Τα παιδιά εκφράζουν την άποψη ότι με τη μόνωση δεν καταναλώνουμε πολλή ενέργεια και κάνουμε οικονομία.

Στις εργασίες των παιδιών παρουσιάζεται ο προβληματισμός τους σχετικά με την επίδραση που έχουν στο φυσικό περιβάλλον οι ενέργειες των ανθρώπων (ρύπανση, μόλυνση, κατασπατάληση πόρων). Επίσης οι εναλλακτικές προτάσεις των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας ήταν ένα βασικό στοιχείο στο οποίο εστιάστηκε το ενδιαφέρον τους. Μέσα από το πρόγραμμα οι μαθητές και οι μαθήτριες ανακάλυψαν ότι κάνοντας μετατροπές στο σπίτι τους μειώνουν τους παραγόμενους ρύπους, εξοικονομούν ενέργεια και χρήματα (Εικόνες 11, 12 & 13).

ΠΡΩΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για την διάχυση αυτής της σημαντικής πληροφορίας για τη ζωή των μελλοντικών πολιτών σχετικά με τη βιοκλιματική και την εξοικονόμηση καυσίμων και ενέργειας δημιουργήθηκε πρωτότυπο εκπαιδευτικό υλικό και ακολουθήθηκε μια μεθοδολογία που μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα (όπως στην περίπτωση του project) αλλά και υποστηρικτικά σε μαθήματα σχετικά με τις φυσικές επιστήμες και σε προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Η μεθοδολογία της εκπαιδευτικής πρότασης διαμορφώθηκε με έναυσμα την διαπίστωση ότι τα παιδιά βαριούνται την παραδοσιακή διδασκαλία σε ένα σχολείο που καθυστερεί να ενσωματώσει νέες προτάσεις

και εναλλακτικούς τρόπους μάθησης (Cunningham & all, 1993). Γιατί δυστυχώς μόνο ο λόγος δεν είναι αρκετός, ειδικά όταν πρόκειται για θέματα που αφορούν τις εφαρμογές της τεχνολογίας στη ζωή μας. Είναι γεγονός επίσης ότι η εικόνα και η χρήση του υπολογιστή χαρακτηρίζει την εποχή μας και προσελκύει το ενδιαφέρον των παιδιών. Γι' αυτό επιχειρούμε να διδάξουμε τις έννοιες της αειφορίας και της βιοκλιματικής χρησιμοποιώντας τη γλώσσα των εικόνων και το πολυτροπικό περιβάλλον του Η/Υ. Στην περίπτωση αυτή οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές και οι μαθήτριες ερευνούν από κοινού, οικειοποιούνται νοήματα, δημιουργούν προτάσεις και διαχέουν την γνώση στην κοινωνία.

Η εμπειρία μας έδειξε ότι θα μπορούσαν να γίνουν ανάλογες εφαρμογές σε διαφορετική ή παρόμοια θεματολογία. Επίσης είδαμε ότι η εισαγωγή νέων διδακτικών υλικών όπως αυτά που υποστηρίζουν τις διαδραστικές αφηγήσεις τονώνει το ενδιαφέρον για τη μάθηση και τη διδασκαλία τόσο των διδασκόντων όσο και των διδασκομένων (Osberg,1995). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η οργάνωση ενός χρονοδιάγραμματος δράσεων και οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να κατανοήσουν ότι σε αυτό το περιβάλλον λειτουργούν περισσότερο ως διευκολυντές παρά ως φορείς της γνώσης. Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι για τη δημιουργία των πολυμεσικών εφαρμογών που περιγράψαμε χρειάζονται βασικές γνώσεις Η/Υ ενώ οι εφαρμογές που ανάπτυξαμε είναι φιλικές για όλους και όλες, παιδιά και εκπαιδευτικούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Burton, D. L. (1955). Comic Books: A Teacher's Analysis, *The Elementary School Journal*, Vol. 56, No. 2,pp. 73-75.
2. Cunningam D, Duffy Th, Knuth R (1993) "*the textbook of the future*",London Ellis Horwood
3. Cunningham, C. E. & Boyle, M. H. (2002). Preschoolers at Risk for Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Oppositional Defiant Disorder: Family, Parenting, and Behavioral Correlates, Journal of Abnormal Child Psychology, 6, 555–569
4. Glezou, K. & Grigoriadou M., (2010) (a). Engaging Students of Senior High School in Simulation Development. *INFORMATICS IN EDUCATION*, 2010, Vol. 9, No. 1, pp. 37-62.
5. Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mind tools for schools*. NJ: Prentice Hall
6. Jonassen, D. H. (2003). *Computers as mind tools for schools: engaging critical thinking.* NJ: Prentice-Hall
7. Osberg K. M. (1995) «Virtual Reality and Education: Where Imagination and Experience Meet», VR in the Schools1(2),September
8. Preece, J. (2000) '*Online communities: Designing usability, supporting sociability',* New York, J. Wiley & Sons
9. Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., Kafai, Y., (2009). Scratch: Programming for All, November 2009, *Communications of the ACM*, 52(11), pp. 60-67.
10. Κορδάκη, Μ.& Κόμης, Β. (2000), «Αντιλήψεις καθηγητών Πληροφορικής σχετικά με τη φύση του αντικειμένου και τον τρόπο εισαγωγής του στην Εκπαίδευση»*, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση,Πανεπιστήμιο Πατρών,* Πάτρα, Οκτώβριος 2000
11. Στεφανόπουλος, Ν. και Μπαζίγου, Κ. (2005), «Επίλυση Προβλήματος: Μια Διδακτική Πρόταση στη Διδασκαλία της Εκπαίδευσης για την Αειφορία», Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Έρευνα και Πράξη, Τεύχος 15.
12. Φεσάκης, Γ., Καράκιζα, Τσ., Γουλή, Ε., Γλέζου Κ., Γόγουλου, Α. (2010). Εφαρμογές του SCRATCH στη διδασκαλία της Πληροφορικής. Στο Γρηγοριάδου, Μ. (Επιμ.) *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής*, 466-468, Αθήνα.

«Θερμοκήπιο»: Μια οπτικοακουστική αφήγηση για την κλιματική αλλαγή και η εφαρμογή της στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Ζωή Τσαρσιώτου[1], Φανή Σέρογλου[2]

[1]Φυσικός, Υποψήφια διδακτόρισσα
ztsarsio@eled.auth.gr
[2]Επίκουρη Καθηγήτρια
seroglou@eled.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ταινία Θερμοκήπιο δημιουργήθηκε προκειμένου να ενθαρρύνει και να υποστηρίξει την εφαρμογή της διδακτικής στρατηγικής της αντιπαράθεσης επιχειρημάτων α) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και β) στην εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών με στόχο την εισαγωγή μαθητών, μαθητριών και εκπαιδευτικών στο γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες και στη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών. Τόσο η ταινία όσο και η βιντεοσκοπημένη εφαρμογή της διδακτικής πρακτικής αναλύονται συγκριτικά με το ερευνητικό μοντέλο Γνώση - GNOSIS. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αναδεικνύουν την εξέλιξη στον χρόνο της δυναμικής τόσο της ταινίας όσο και της αντιπαράθεσης επιχειρημάτων μαθητών και μαθητριών σχετικά με την ενεργοποίηση πολλαπλών όψεων της φύσης των φυσικών επιστημών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, κλιματική αλλαγή, αντιπαράθεση επιχειρημάτων, οπτικοακουστικό διδακτικό υλικό, γραμματισμός στις φυσικές επιστήμες, φύση των φυσικών επιστημών.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΜΙΑ ΤΑΙΝΙΑ ΚΑΙ ΕΝΑ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στις μέρες μας, η διδασκαλία των φυσικών επιστημών μπορεί και πρέπει να υποστηρίξει την «εκπαίδευση του πολίτη», να συνεισφέρει, δηλαδή, στη γενική εκπαίδευση των πολιτών, στην ανάπτυξη τρόπων σκέψης και συμπεριφορών, καθώς και σύνθετων δεξιοτήτων που απαιτούνται για τη λήψη αποφάσεων και τη συμμετοχή σε διάλογο (Δημητρίου, Χατζηαγαπίου, Κορφιάτης και Κωνσταντίνου, 2006, Κολιόπουλος, 2004, Σέρογλου, 2006, Σέρογλου & Aduriz-Bravo, 2008, Clayton Schweizer & Gautier, 2006, Gomez, 2009, Matthews, 1994, Seroglou & Aduriz-Bravo, 2007, Seroglou, Koulountzos, Papadopoulos & Knavas, 2008, Zeidler, 2007).

Προκειμένου να γίνει η διδασκαλία και η μάθηση μέσα στα πλαίσια της εκπαίδευσης του πολίτη περισσότερο ενδιαφέρουσα και ελκυστική, περισσότερο κατανοητή και προσανατολισμένη στις ανάγκες της κοινωνίας, είναι αναγκαίο να αναπτυχθεί νέο εκπαιδευτικό υλικό και να μπουν σε εφαρμογή νέες διδακτικές στρατηγικές. Είναι, όμως, επίσης αναγκαίο να διδαχθούν οι μελλοντικοί και οι εν ενέργεια εκπαιδευτικοί το πώς να διδάξουν μέσα στα πλαίσια του γραμματισμού στις φυσικές επιστήμες (Κολιόπουλος, 2004, Σέρογλου, 2006, Σέρογλου & Aduriz-Bravo, 2008, Clayton Schweizer & Gautier, 2006, Matthews, 1994, Merghli, 2009, Papadakis, 2004, Papadopoulos & Seroglou, 2007, 2009, 2010, Seroglou & Aduriz-Bravo, 2007, Seroglou, Koulountzos, Papadopoulos & Knavas, 2008, UNESCO, 1993).

Επιλέξαμε να εφαρμόσουμε την αντιπαράθεση επιχειρημάτων α) ως διδακτική στρατηγική προκειμένου να εισαγάγουμε τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς στον επιστημονικό γραμματισμό και β) ως εναλλακτική διδακτική στρατηγική στο Γενικό Λύκειο. Επιλέξαμε ως θέμα της αντιπαράθεσης επιχειρημάτων την υπερθέρμανση του πλανήτη, τις προτεινόμενες λύσεις και διαφωνίες που προκύπτουν πάνω στο συγκεκριμένο θέμα (Δημητρίου, Χατζηαγαπίου, Κορφιάτης και Κωνσταντίνου, 2006, Κολιόπουλος, 2004, Σέρογλου, 2006, Clayton Schweizer & Gautier, 2006, Duschl & Ellenbogen, 1999, Goodwin, 2006, Matthews, 1994, Mork, 2005b, Mork, 2005c).

Δημιουργήσαμε μια ταινία, το Θερμοκήπιο, που θα προβάλλεται αρχικά έτσι ώστε να πυροδοτεί, να ενθαρρύνει και να εμπλουτίζει την αντιπαράθεση επιχειρημάτων. Η απόφαση να κάνουμε μια δική μας ταινία ήρθε μετά από επίμονη αναζήτηση προγενέστερων ταινιών για το θέμα. Παρόλο που υπάρχουν πολλές αξιόλογες ταινίες για την κλιματική αλλαγή, κάθε μια φαίνεται να παρουσιάζει μια-δυο διαστάσεις και ανάλογες προοπτικές αντιμετώπισης του προβλήματος. Σχεδιάζοντας το Θερμοκήπιο επιχειρήσαμε να φέρουμε στην επιφάνεια μέσα σε λιγότερο από μια ώρα όλες τις όψεις του θέματος και να τις κάνουμε ορατές αλλά και κατανοητές. Ο σχεδιασμός της ταινίας έγινε με χρήση του ερευνητικού μοντέλου Γνώση - GNOSIS (GNOSIS: Guidelines for Nature Of Science Introduction in Scientific literacy) (Πίνακας 1). Πρόκειται για ένα μοντέλο για

το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού και εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που εστιάζει στη φύση των φυσικών επιστημών και ανιχνεύει τις τρεις συμπληρωματικές διαστάσεις της μάθησης: τη γνωστική, τη μετα-γνωστική και τη συναισθηματική. Καθεμιά από τις τρεις αυτές διαστάσεις μπορεί να συσχετισθεί με μία από τις μετα-επιστήμες: ιστορία, φιλοσοφία και κοινωνιολογία των φυσικών επιστημών (Τσαρσιώτου & Σέρογλου 2012, Piliouras, Siakas & Seroglou 2011, Seroglou & Aduriz-Bravo 2007, Tsarsiotou & Seroglou 2011). Το ερευνητικό μοντέλο Γνώση - GNOSIS αποτελεί ραχοκοκαλιά της ταινίας Θερμοκήπιο και οδηγό μας κατά τη διαδικασία συνάρμοσης των διαφόρων συστατικών της.

Διάσταση	**Όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών**	**Μετα-επιστήμη**
Γνωστική	G1 / η φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών G2 / η φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών	Ιστορία των φυσικών επιστημών
Μεταγνωστική	G3 / η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος G4 / η φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών G5 / η φύση των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία	Φιλοσοφία των φυσικών επιστημών
Συναισθηματική	G6 / η φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες G7 / η φύση των αξιών που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες	Κοινωνιολογία των φυσικών επιστημών

Πίνακας 1: Το ερευνητικό μοντέλο *Γνώση - GNOSIS*

Η ταινία επιχειρεί να ισορροπήσει μεταξύ των επτά παραμέτρων του Γνώση - GNOSIS (Πίνακας 1), έτσι ώστε να ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της ταινίας όλες οι διαφορετικές όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών. Ο σκοπός μας ήταν (i) να προ-σχεδιάσουμε την είσοδο στην ταινία των αναγκαίων στοιχείων φύσης των φυσικών επιστημών και (ii) να προκαθορίσουμε την ισορροπία μεταξύ της γνωστικής, της μετα-γνωστικής και της συναισθηματικής διάστασης της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών που αναμέναμε να ενεργοποιηθούν κατά την παρακολούθηση της ταινίας (Mork, 2005a, Tsarsiotou, Knavas & Seroglou, 2009).

Η ταινία Θερμοκήπιο βιντεοσκοπήθηκε κομμάτι – κομμάτι. Τα συστατικά της ταινίας ήταν:

1. Συνεντεύξεις με επιστήμονες, περιβαλλοντολόγους, πυρηνικούς φυσικούς, βιολόγους, συγκοινωνιολόγους, μηχανικούς και ειδικούς στη βιοκλιματική δόμηση και στις μεθόδους της νανοτεχνολογίας, που εξηγούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ο καθένας από τη σκοπιά του και διατυπώνουν τις, συχνά αντικρουόμενες, απόψεις τους σχετικά με τη λύση του προβλήματος.
2. Συνεντεύξεις με φοιτητές και φοιτήτριες που απαντούν στις ερωτήσεις: Γνωρίζετε τι εννοούμε όταν λέμε υπερθέρμανση του πλανήτη ή φαινόμενο του θερμοκηπίου; Τι πιστεύετε ότι προκαλεί την υπερθέρμανση; Τι νομίζετε ότι πρέπει να γίνει; Τι κάνετε εσείς στην καθημερινή σας ζωή;
3. Συνεντεύξεις με πολίτες στους δρόμους της πόλης που απαντούν επίσης στις παραπάνω ερωτήσεις.
4. Αποσπάσματα από προ-υπάρχουσες ταινίες (ντοκιμαντέρ, ταινίες μυθοπλασίας ακόμη και κινούμενα σχέδια) που περιέχουν εικόνες της γης και εικόνες από τις συνέπειες της υπερθέρμανσης. Τα αποσπάσματα συνοδεύονται από αφήγηση που παρέχει γνώσεις και πληροφορίες και ταυτόχρονα αναδεικνύει τις διάφορες όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών.

Κατά τη διάρκεια των λήψεων οι επιστήμονες φάνηκαν πρόθυμοι να απαντήσουν τις ερωτήσεις μας και να μας παρουσιάσουν τις απόψεις τους. Κάποιοι αφιέρωσαν αρκετό χρόνο και αναφέρθηκαν αναλυτικά σε όλες τις πλευρές του προβλήματος της υπερθέρμανσης του πλανήτη και στις διάφορες λύσεις που προτείνονται. Με βάση το ερευνητικό μοντέλο Γνώση – GNOSIS, επιλέξαμε από τις συνεντεύξεις τα κομμάτια εκείνα που αναδείκνυαν ισχυρότερα τη φύση των φυσικών επιστημών. Από την άλλη πλευρά, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες καθώς και οι πολίτες που συναντήσαμε στους δρόμους της Θεσσαλονίκης ήταν αρκετά διστακτικοί και μάλλον αρνητικοί στο να απαντήσουν στις ερωτήσεις μας και να βιντεοσκοπηθούν. Παρόλα αυτά, οι συνεντεύξεις τους αντανακλούν κατά ένα μεγάλο μέρος την εικόνα της φύσης των φυσικών επιστημών που οι πολίτες και οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί έχουν διαμορφώσει μέσα από τις δικές τους εμπειρίες από το σχολείο, την καθημερινή ζωή και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης.

Η ταινία Θερμοκήπιο αποτελεί μια εισαγωγή για τους μαθητές και τις μαθήτριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς στην πραγματική διαμάχη σχετικά με το θέμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει ισχυρή οπτικοακουστική υποστήριξη για τη συζήτηση για την κλιματική αλλαγή:

α) Οι συνεντεύξεις με τους επιστήμονες παρέχουν στους «θεατές» όλες τις απαραίτητες γνώσεις και την πληροφόρηση σχετικά με το θέμα. Για παράδειγμα, η Κλεαρέτη Τουρπάλη, επίκουρη καθηγήτρια στο Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ., μέσα σε 3 λεπτά παραδίδει ένα πλήρες «μάθημα» που αφορά την αναγκαία διάκριση ανάμεσα στο φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και στο «ανθρωπογένες» φαινόμενο του θερμοκηπίου και καταλήγει λέγοντας: «*Έτσι, πρέπει να έχουμε στο μυαλό μας ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι καλό. Κρατάει τη ζωή στη γη όπως πρέπει να είναι. Το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η αιτία για την υπερθέρμανση του πλανήτη*». Σε ένα άλλο στιγμιότυπο της ταινίας η Ανθούλα Μαΐδου, αρχιτέκτων - ειδική στα θέματα βιοκλιματικής δόμησης, περιγράφει με λεπτομέρεια τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και δίνει πολλά παραδείγματα.

β) Οι επιστήμονες εκφράζουν τις απόψεις τους που εμφανίζονται αλληλοσυγκρουόμενες σε αντιστοιχία με το πλήθος αντικρουόμενων πληροφοριών για την κλιματική αλλαγή που δέχονται οι πολίτες σήμερα από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η ποικιλία των λύσεων που προτείνονται για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Οι συγκεκριμένοι επιστήμονες επιλέχθηκαν εξαιτίας αυτών των «διαφορετικών» πεποιθήσεων τους με σκοπό να παράσχουν μια πλήρη εικόνα των επιχειρημάτων και να παρουσιαστεί η κάθε άποψη από υποστηρικτές με τεκμηριωμένα επιχειρήματα. Για παράδειγμα, ο Χρήστος Ελευθεριάδης, αναπληρωτής καθηγητής του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. υποστηρίζει: *«…η παραγωγή ενέργειας θα πρέπει να επικεντρωθεί κυρίως στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στην αιολική ενέργεια κατά βάση, που δυστυχώς κι αυτή συναντά στη χώρα μας κάποιες αντιδράσεις, κυρίως για αισθητικούς λόγους. Αυτό εγώ το ακούω σαν αστείο σχεδόν, για κάτι τόσο σημαντικό,…*». Για το ίδιο θέμα λίγο αργότερα στην ταινία ακούμε τη Δέσποινα Βώκου, καθηγήτρια στο Τμήμα Βιολογίας του Α.Π.Θ., να λέει: «*Αλλά εδώ πάλι, χρειάζεται προσοχή… Τώρα υπάρχουν παντού προτάσεις για αιολικά πάρκα, ανεμογεννήτριες, οτιδήποτε… δεν έχει γίνει κανένας στρατηγικός σχεδιασμός να δούμε πού θα τα βάλουμε αυτά τα πράγματα, που ναι, καλό κάνουν, αλλά δεν είναι απαλλαγμένα και από οποιεσδήποτε παρενέργειες… Μιλάμε για περιοχές ιδιαίτερης σημασίας από την άποψη του βιολογικού τους πλούτου, μεταναστευτικές διαδρομές των πουλιών… Άρα, πρέπει να οργανώσουμε αυτό το εγχείρημα… Όλοι αρχίζουν να στήνουν τις ανεμογεννήτριες παντού. Όπου η μία ανεμογεννήτρια δεν έχει πρόβλημα, ούτε οι δύο ούτε οι δέκα. Όμως, όταν αρχίζουν και πολλαπλασιάζονται μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα…*». Και ενώ ακούμε όλους τους υπόλοιπους επιστήμονες να εκφράζουν τις επιφυλάξεις τους σχετικά με τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας, ο Μιχάλης Αντωνόπουλος-Ντόμης, καθηγητής του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ του Α.Π.Θ., λέει *«…αλλά βασική λύση δε μένει άλλη, από την πυρηνική ενέργεια…*» και το υποστηρίζει με σθένος.

γ) Τα σχόλια των φοιτητών και των φοιτητριών που παρουσιάζονται στην ταινία αποκαλύπτουν το γεγονός ότι αυτοί είναι ενημερωμένοι και έχουν, ως πολίτες, αφυπνισθεί σχετικά με το πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. Ακούμε ένα φοιτητή να λέει: «*Ε, εντάξει, βασικά στα εργοστάσια να βάζουν φίλτρα. Στα σπίτια μπορούμε να προσπαθούμε να κλείνουμε τα φώτα κι τις ηλεκτρικές συσκευές να τις βγάζουμε από την πρίζα όταν δεν τις χρειαζόμαστε. Όσον αφορά τα αυτοκίνητα, άμα γίνεται ο κόσμος να χρησιμοποιεί περισσότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς…*». Επίσης μια φοιτήτρια προσθέτει: «*Έχω βάλει ηλιακό θερμοσίφωνα, σβήνω πάντα τα φώτα πριν βγω από το δωμάτιο και, όταν δεν χρησιμοποιώ τις ηλεκτρικές μου συσκευές, τις βγάζω από την πρίζα. Κάνω πολλές φορές και ανακύκλωση…*»

δ) Οι συνεντεύξεις με τους πολίτες φανερώνουν ότι εκείνοι γνωρίζουν σε γενικές γραμμές τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, λίγοι όμως μόνο κάνουν στην πράξη κάτι γι' αυτό. Ακούμε μια κυρία να λέει ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται «στα κλιματιστικά, στη ρύπανση στους δρόμους και απ' τα εργοστάσια, τα αυτοκίνητα, τις βιομηχανίες…» αλλά, απ' την άλλη πλευρά, ακούμε έναν κύριο να προτείνει «να μην υπάρχουν καθόλου τα αυτοκίνητα, να χρησιμοποιούμε τα πόδια μας!» και μια νεαρή να απαντάει «όχι!» όταν τη ρωτάμε εάν έχει ακούσει για την παραγωγή ενέργειας από την πυρηνική ενέργεια.

ε) Τα αποσπάσματα που προέρχονται από άλλες προϋπάρχουσες ταινίες περιλαμβάνουν πληροφορίες πάνω στο θέμα και όχι μόνο απαισιόδοξες εικόνες της ρύπανσης και της υπερθέρμανσης, αλλά επίσης όμορφες

αισιόδοξες εικόνες του πλανήτη. Βλέπουμε ακόμη και έναν ήρωα της ταινίας κινουμένων σχεδίων «Η εποχή των παγετώνων ΙΙ» να φωνάζει «*Θα ζήσουμε!!!...Θα πεθάνουμε!!!...*».

στ) Η αφήγηση και η μουσική υποστηρίζουν τα επιχειρήματα που εκφράζονται στην ταινία. Η αφήγηση (i) εξηγεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τα αίτιά του, (ii) εστιάζει στις υποχρεώσεις μας απέναντι στο περιβάλλον και (iii) δίνει έμφαση στα κρίσιμα διλήμματα σχετικά με τα αποθέματα ενέργειας και τη ρύπανση. Η μουσική υποστηρίζει την αφήγηση, χωρίς να την επισκιάζει.

ΑΝΑΛΥΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΤΑΙΝΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ GNOSIS

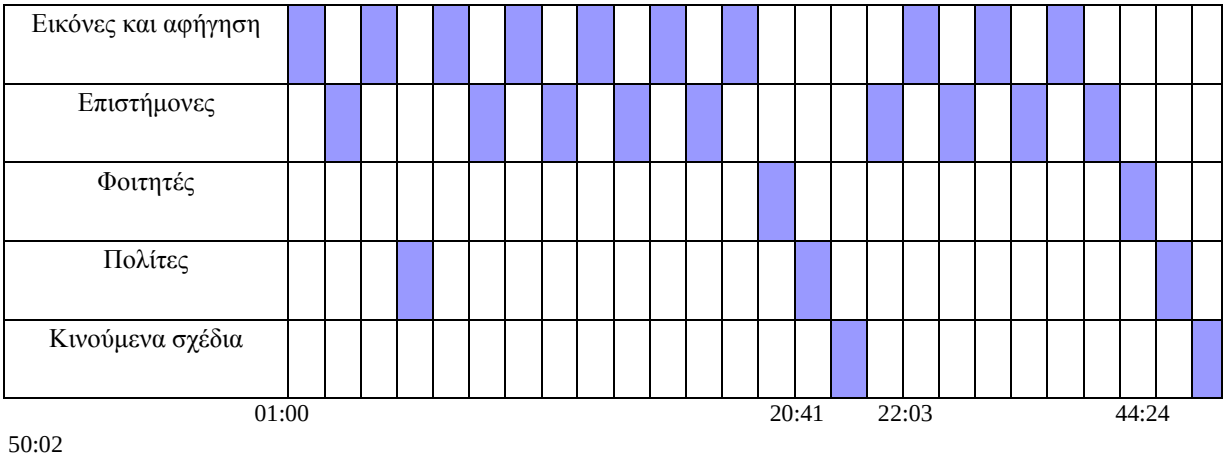
Αυτό που επιδιώξαμε από την αρχή ήταν το Θερμοκήπιο να μην είναι ένα ακόμα ντοκιμαντέρ που παρουσιάζει τη σημερινή περιβαλλοντική κατάσταση και τις απόψεις των επιστημόνων σχετικά με την κλιματική αλλαγή, αλλά να αποτελεί, επίσης, ψυχαγωγία και να κρατά ζωηρό το ενδιαφέρον των θεατών. Επιχειρήσαμε, με το ερευνητικό μοντέλο Γνώση - GNOSIS, να προ-σχεδιάσουμε τα χρονικά διαστήματα που θα διαθέταμε στις διάφορες όψεις της φύσης της επιστήμης στην ταινία και να προ-καθορίσουμε την ισορροπία ανάμεσα στη γνωστική, τη μετα-γνωστική και τη συναισθηματική διάσταση της μάθησης. Προκειμένου να το πετύχουμε αυτό, δώσαμε ιδιαίτερη προσοχή στην κατανομή του χρόνου σε όλο το μήκος της ταινίας.

Στον Πίνακα 2 βλέπουμε τα ποσοστά του χρόνου που αντιστοιχούν στα διάφορα συστατικά της ταινίας. Κατά τη δημιουργία της ταινίας δώσαμε προσοχή στο να τοποθετήσουμε καθένα από κομμάτια της ταινίας σε μια χρονική αλληλουχία που θα ενεργοποιούσε τις διαφορετικές όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών αλλά και θα ενάλλασσε τους πρωταγωνιστές (επιστήμονες, φοιτητές και φοιτήτριες, πολίτες, κινούμενα σχέδια, εικόνες και αφήγηση) με τρόπο μαθησιακά λειτουργικό. Στο διάγραμμα 1 απεικονίζεται η εναλλαγή και διαδοχή των χρονικών διαστημάτων που καταλαμβάνονται από τα διάφορα συστατικά της ταινίας. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει τη χρονική διάρκεια της ταινίας, με αρχή στο 01:00 και τέλος στο 50:02.

Παρατηρούμε ότι, από την αρχή της ταινίας και για ένα διάστημα 20 περίπου λεπτών, οι εικόνες του πλανήτη που συνοδεύονται από αφήγηση εναλλάσσονται με συνεντεύξεις των επιστημόνων. Αυτά τα δύο συστατικά της ταινίας μπορεί να είναι αναγκαία προκειμένου να ενημερώσουν το θεατή σχετικά με το πρόβλημα της υ περθέρμανσης του πλανήτη και τα αίτιά του αλλά ταυτόχρονα είναι κάπως «βαριά» για τους θεατές. Σκεφτήκαμε, επομένως, ότι θα ήταν καλό να ακολουθούνται από κομμάτια με συνεντεύξεις φοιτητών, φοιτητριών και πολιτών καθώς και από ένα απόσπασμα από ταινία κινουμένων σχεδίων (από 20:41 μέχρι 22:03). Τα λόγια τους τραβούν την προσοχή των θεατών, απενοχοποιούν την άγνοια ή τη στοιχειώδη γνώση για το θέμα και ζωντανεύουν το ενδιαφέρον. Στη συνέχεια, στην ταινία ακολουθεί μια νέα εναλλαγή εικόνων/αφήγησης και συνεντεύξεων με επιστήμονες για άλλα 20 λεπτά (μέχρι τη στιγμή 44:24). Εδώ, η αφήγηση καθώς και οι απαντήσεις των επιστημόνων εστιάζουν στους τρόπους διαχείρισης του προβλήματος της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Τελικά, στα τελευταία 8 λεπτά της ταινίας ακούμε τους φοιτητές και τους πολίτες να προτείνουν απλές ιδέες που μπορούν να αλλάξουν την καθημερινή μας ζωή και στις καταναλωτικές μας συνήθειες και να περιγράφουν τι κάνουν οι ίδιοι στην πράξη. Η ταινία τελειώνει με έναν ήρωα από ταινία κινουμένων σχεδίων να φωνάζει: «*Θα ζήσουμε!... Θα πεθάνουμε!..*»

Συστατικά της ταινίας *Θερμοκήπιο*	**Ποσοστό χρόνου (%)**
Εικόνες του πλανήτη και αφήγηση	29,81
Συνεντεύξεις με επιστήμονες	53,37
Συνεντεύξεις με φοιτητές	4,28
Συνεντεύξεις με πολίτες	8,91
Κινούμενα σχέδια	0,54
Συναρμογή επεισοδίων	3,09
Σύνολο	100

Πίνακας 2: Χρόνος που αντιστοιχεί σε καθένα από τα συστατικά της ταινίας *Θερμοκήπιο*



Διάγραμμα 1: Εναλλαγή και διαδοχή των συστατικών της ταινίας *Θερμοκήπιο*

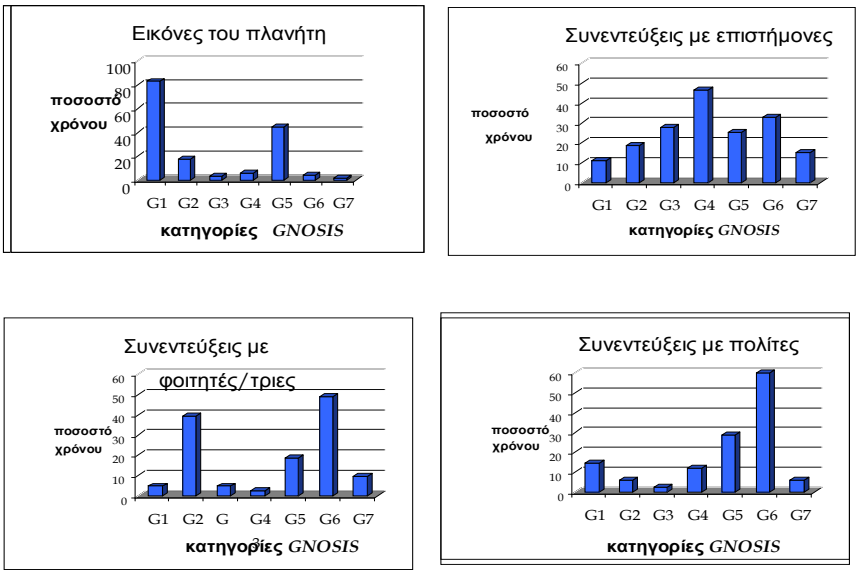
Προκειμένου να αναλύσουμε την ταινία, χωρίσαμε το συνολικό της μήκος σε ίσα μικρά χρονικά διαστήματα (με διάρκεια 3 δευτερόλεπτα το καθένα) και χαρακτηρίσαμε καθένα χρονικό διάστημα με έναν ή περισσότερους δείκτες που αντιστοιχούν στις κατηγορίες GNOSIS που εμφανίζονται κάθε φορά. Με τον τρόπο αυτό, η ταινία και τα επί μέρους αποσπάσματά της είναι δυνατό να μελετηθούν ως χρονοσειρές διαδοχικών δεικτών (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7) και μπορούν να παρασταθούν ως διαγράμματα ροής Γνώση - GNOSIS. Στα διαγράμματα ροής που κατασκευάσαμε ο κατακόρυφος άξονας περιλαμβάνει τις επτά κατηγορίες Γνώση - GNOSIS, την εναλλαγή και τη διαδοχή των οποίων παρακολουθούμε, θεωρώντας ως αρχή του χρόνου τη στιγμή εκκίνησης του συγκεκριμένου αποσπάσματος.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε (Πίνακας 3 και Διάγραμμα 2) τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων όψεων της φύσης των φυσικών επιστημών στο σύνολο της ταινίας και στα επιμέρους συστατικά της ταινίας. Καθεμιά από τις παραμέτρους μπορεί να εμφανίζεται μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλες. Η ταινία εμπεριέχει όλες τις διαφορετικές όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών και όχι μόνο τη φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών (G1) ή τη φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών (G2) που αφορούν τη γνωστική διάσταση της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών (φυσικά η γνωστική διάσταση καλύπτει ένα σημαντικό ποσοστό της διάρκειας της ταινίας). Στην ταινία όμως είναι εμφανής και αδιαμφισβήτητη η παρουσία της φύσης των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών και της κοινωνίας (G5), της φύσης της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών (G4) που αφορούν τη μεταγνωστική διάσταση, καθώς και της φύσης των στάσεων που εκφράζονται μέσω των φυσικών επιστημών (G6) και αφορούν τη συναισθηματική διάσταση της διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών. Μπορούμε, επομένως, να ισχυριστούμε ότι η ταινία *Θερμοκήπιο* επιχειρεί να συνδυάσει σε ισορροπία και τις επτά παραμέτρους της φύσης των φυσικών επιστημών και ταυτόχρονα να αφυπνίσει το ενδιαφέρον των θεατών τόσο απέναντι στις φυσικές επιστήμες όσο και απέναντι στην αλληλεπίδραση των φυσικών επιστημών με τον πολιτισμό, την ηθική, την πολιτική, την οικονομία, την τεχνολογία και την κοινωνία στο σύνολό της. Στα ραβδογράμματα του Διαγράμματος 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται η χρονική παρουσία των παραμέτρων του ερευνητικού μοντέλου *Γνώση - GNOSIS* σε κάθε ένα από τα συστατικά της ταινίας (επιστήμονες και επιστημόνισσες, φοιτητές και φοιτήτριες, πολίτες, κινούμενα σχέδια, εικόνες και αφήγηση).

Γνώση - GNOSIS	**Χρονική διάρκεια (min΄sec΄΄)**	**Χρόνος (%)**
G1 – φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών	14΄54΄΄	32,3
G2 - η φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών	8΄18΄΄	18
G3 - η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος	7΄48΄΄	16,9
G4 - η φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των	13΄15΄΄	28,7

φυσικών επιστημών		
G5 - η φύση των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία	14΄36΄΄	31,6
G6 - η φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες	12΄54΄΄	28
G7 - η φύση των αξιών που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες	4΄51΄΄	10,5

Πίνακας 3: Οι κατηγορίες *Γνώση - GNOSIS* στο σύνολο της ταινίας



Διάγραμμα 2: Κατανομή χρόνου στις κατηγορίες *GNOSIS* για καθένα από τα συστατικά της ταινίας *Θερμοκήπιο*

Τα ραβδογράμματα αποκαλύπτουν το γεγονός ότι καθένα από τα συστατικά της ταινίας αντιπροσωπεύει σε διαφορετικό βαθμό διαφορετικές όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών και παίζει, επομένως, έναν αναντίρρητα διαφορετικό ρόλο. Αν ανατρέξουμε στα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για να επιλεγούν τα συστατικά της ταινίας, διαπιστώνουμε ότι:

α) Η ταινία επιχειρεί να παρέχει στους θεατές την απαραίτητη γνώση πάνω στο θέμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη μέσω της αφήγησης που υποστηρίζεται από τις αντίστοιχες εικόνες του πλανήτη. Τα κομμάτια της ταινίας με αφήγηση είναι αυτά που προσπαθούν να «διδάξουν» τους θεατές – εκπαιδευτικούς και μαθητές ή μαθήτριες, ενώ οι εικόνες του πλανήτη που συνοδεύουν την αφήγηση αποτελούν οπτική απόδειξη των συνεπειών του φαινομένου του θερμοκηπίου για το περιβάλλον και για την κοινωνία στο σύνολό της. Όπως το σχετικό ραβδόγραμμα επιβεβαιώνει, τα κομμάτια της ταινίας με αφήγηση και εικόνες αναδεικνύουν σημαντικά τη φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών (G1) σε ποσοστό 82,9% και τη φύση των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών και της κοινωνίας (G5) σε ποσοστό 17,5%.

β) Στην ταινία οι επιστήμονες αποτελούν την κατάλληλη πηγή πληροφόρησης σχετικά με τις νέες τεχνολογίες

και μεθόδους και προτείνουν τρόπους για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, καθώς και αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες, στην καθημερινή ζωή των πολιτών και στη νοοτροπία γενικά. Στα λόγια τους καταγράφεται μια σημαντική παρουσία της φύσης της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών (G4) σε ποσοστό 46,3% και της φύσης των στάσεων που εκφράζουν και ενθαρρύνουν οι φυσικές

επιστήμες (G6) σε ποσοστό 33,5%. Αλλά και όλες οι υπόλοιπες παράμετροι του μοντέλου Γνώση – GNOSIS είναι παρούσες με ενδιαφέροντα ποσοστά στο λόγο των επιστημόνων.

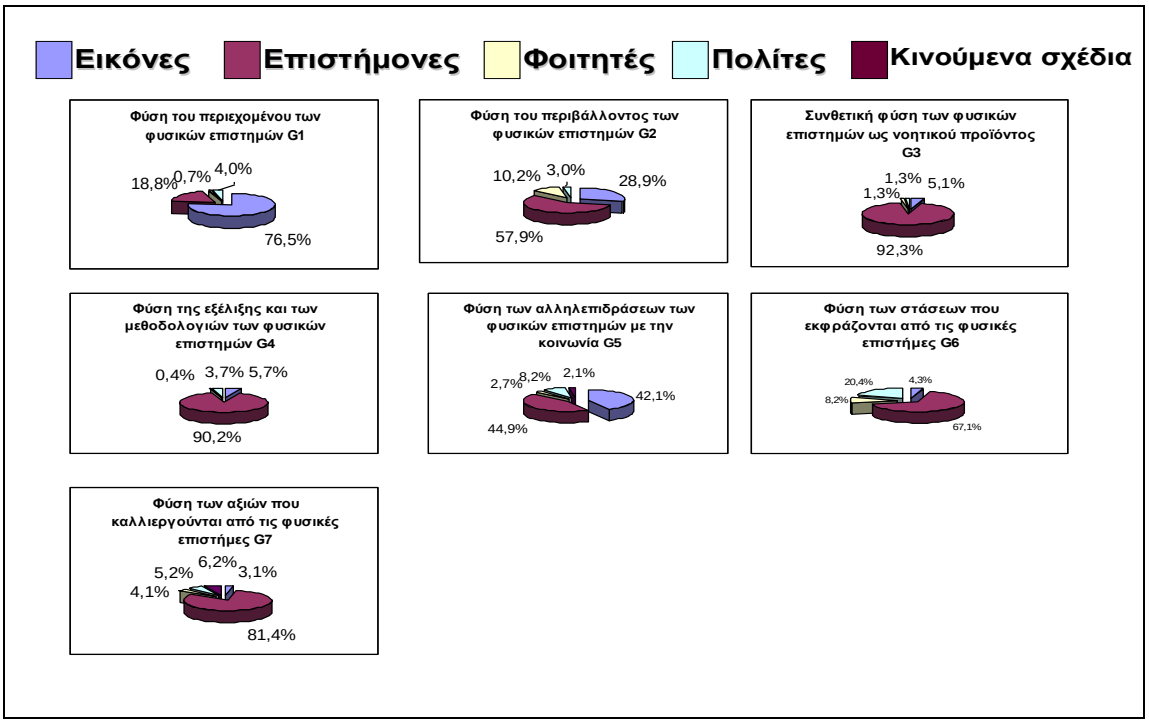
γ) Η ταινία Θερμοκήπιο στοχεύει να ενθαρρύνει τους «θεατές» για να συμμετάσχουν σε μια αντιπαράθεση επιχειρημάτων με θέμα τους τρόπους αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, να νιώσουν ως «μέρος του προβλήματος» και να εξοικειωθούν με φαινόμενα, ορολογία και συμπεριφορές που αφορούν το πρόβλημα. Για το λόγο αυτό στην ταινία ενσωματώθηκαν αποσπάσματα με συνεντεύξεις στο δρόμο με απλούς πολίτες, φοιτητές και φοιτήτριες που απαντάνε σε ερωτήσεις και λένε τι γνωρίζουν για την υπερθέρμανση του πλανήτη και με ποιες δράσεις του προσπαθούν να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα. Τα υψηλά ποσοστά (48,8% και 63,9%) εμφάνισης της φύσης των στάσεων που εκφράζουν οι φυσικές επιστήμες (G6) σε όλη τη διάρκεια της συζήτησης με φοιτητές, φοιτήτριες και πολίτες επιβεβαιώνουν το ρόλο αυτών των συστατικών της ταινίας.

Ο Πίνακας 4 αναδεικνύει το πού ακριβώς μέσα στην ταινία βρίσκεται η καθεμιά από τις επτά όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών. Ο Πίνακας 4 και το Διάγραμμα 3 που δείχνει ποιο ποσοστό των κατηγοριών GNOSIS περιέχεται στα διαφορετικά συστατικά της ταινίας επιβεβαιώνουν ότι το Θερμοκήπιο καταφέρνει να εισάγει τους θεατές σε όλες τις όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών. Επίσης σε κάθε συστατικό φαίνεται να κυριαρχεί μία κατηγορία GNOSIS ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τους εκφραστές αυτού του συστατικού. Έτσι, το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών (G1) μπαίνει στην ταινία και φτάνει στους θεατές κυρίως μέσω της αφήγησης και των εικόνων του πλανήτη που τη συνοδεύουν ενώ το περιβάλλον των φυσικών επιστημών (G2), η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος (G3) και η εξέλιξη και οι μεθοδολογίες των φυσικών επιστημών (G4) προσεγγίζουν τους θεατές κυρίως μέσω των συνεντεύξεων με τους επιστήμονες.

Κατηγορία *GNOSIS*	**Εικόνες & αφήγηση**	**Συνεντεύξεις με επιστήμονες**	**Συνεντεύξεις με φοιτητές**	**Συνεντεύξεις με πολίτες**	**Κινούμενα σχέδια**	**Σύνολο**
G1	76,5%	18,8%	0,7%	4%	0	100%
G2	28,9%	57,8%	10,2%	3%	0	100%
G3	5,1%	92,3%	1,3%	1,3%	0	100%
G4	5,7%	90,2%	0,4%	3,7%	0	100%
G5	42,1%	44,9%	2,7%	8,2%	2,1%	100%
G6	4,3%	67,1%	8,2%	20,4%	0	100%
G7	3,1%	81,4%	4,1%	5,2%	6,2%	100%

Πίνακας 4: Ποσοστά εμφάνισης των κατηγοριών *GNOSIS*

Ως συνολική εικόνα, η ταινία προτείνει στάσεις που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες (G6) και αξίες που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες (G7) και αυτές οι διαστάσεις της φύσης των φυσικών επιστημών επίσης αναδύονται μέσα από τις συνεντεύξεις με τους επιστήμονες. Τελικά, οι αλληλεπιδράσεις των φυσικών επιστημών και της κοινωνίας (G5) κάνουν αισθητή την παρουσία τους τόσο στις συνεντεύξεις με τους επιστήμονες όσο και στην αφήγηση. Ο Πίνακας 4 και το διάγραμμα 3 αναδεικνύουν το γεγονός ότι και οι επτά συνιστώσες της φύσης των φυσικών επιστημών αποδίδονται αποτελεσματικά μέσω της αφήγησης και των συνεντεύξεων με τους επιστήμονες. Επομένως, θα μπορούσε, ίσως, να αμφισβητηθεί η αναγκαιότητα ύπαρξης των υπολοίπων συστατικών του Θερμοκηπίου (συνεντεύξεις με φοιτητές και πολίτες καθώς και αποσπάσματα από ταινίες κινουμένων σχεδίων), στα οποία κυριαρχούν σχόλια για τη φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών (G2) και για τη φύση των στάσεων που εκφράζουν οι φυσικές επιστήμες (G6). Όμως, τα συστατικά αυτά συμβάλλουν στον αρχικό στόχο της δημιουργίας της ταινίας, να σχεδιασθεί δηλαδή το Θερμοκήπιο διαφορετικό από τις παρόμοιες προ-υπάρχουσες ταινίες, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως σύγχρονο εκπαιδευτικό υλικό και προκειμένου να προσελκύσει το ενδιαφέρον των θεατών, ενεργοποιώντας όχι μόνο τη γνωστική και τη μετα-γνωστική διάσταση της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών, αλλά και τη συναισθηματική διάσταση.



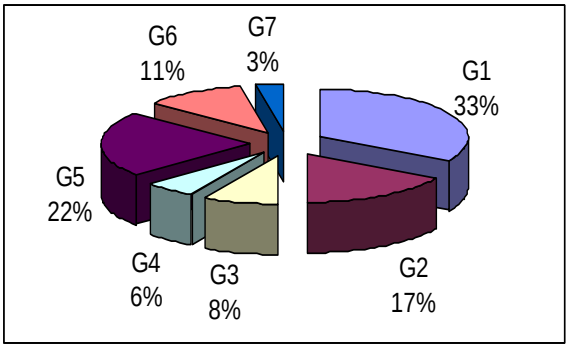
Διάγραμμα 3 : Οι όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών στο *Θερμοκήπιο*

Ένα παράδειγμα της μικρο-ανάλυσης της ταινίας Θερμοκήπιο με το μοντέλο Γνώση αποτελεί η ανάλυση ενός αποσπάσματος διάρκειας 57 δευτερολέπτων από τη συνέντευξη με την καθηγήτρια του Τομέα Εφαρμογών Φυσικής και Φυσικής Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. Κλεαρέτη Τουρπάλη, που διευκρινίζει τη διάκριση ανάμεσα στο φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και στο ενισχυμένο ή ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στο διάγραμμα 4 απεικονίζεται η εναλλαγή και διαδοχή των κατηγοριών GNOSIS, κατά τη διάρκεια του αποσπάσματος αυτού. Στα πρώτα 30 δευτερόλεπτα παρέχονται επιστημονικές πληροφορίες σχετικά με τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου (περιεχόμενο των φυσικών επιστημών - G1), ενώ ταυτόχρονα γίνεται αναφορά στην προϋπάρχουσα κατάσταση στον πλανήτη (περιβάλλον των φυσικών επιστημών - G2) και στο πώς ο άνθρωπος επιδρά στο περιβάλλον (αλληλεπίδραση των φυσικών επιστημών με την κοινωνία

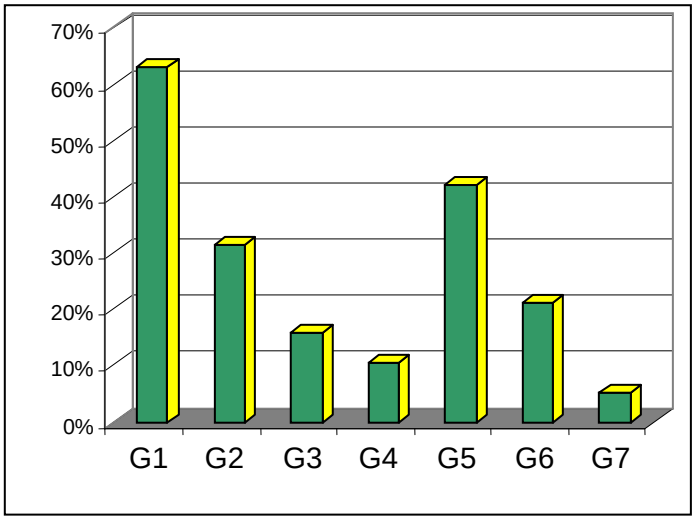
και το περιβάλλον - G5). Ενώ έχει υποδειχθεί ο διαχωρισμός του ανθρωπογενούς από το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου (οι φυσικές επιστήμες, ως νοητικό προϊόν - G3), στα δευτερόλεπτα από το 30ο ως το 37ο η προσοχή στρέφεται στην κατάσταση όπως αυτή ήταν στο παρελθόν (χρονική εξέλιξη των φυσικών επιστημών - G4). Στη συνέχεια, στα δευτερόλεπτα από το 36ο μέχρι το 45ο, η Κλεαρέτη Τουρπάλη κάνει έναν απολογισμό της προσωπικής της και γενικότερης επιστημονικής άποψης (στάσεις που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες - G6). Στα δευτερόλεπτα 46 – 48 αξιολογεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου (αξίες που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες - G7) : «θα πρέπει να κρατάμε πάντα στο μυαλό μας ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι καλό (G6), κρατάει τη ζωή στη γη όπως πρέπει να είναι». Στα δευτερόλεπτα από το 48ο μέχρι το τέλος του αποσπάσματος η κυρία Τουρπάλη, αφού έχει διατυπώσει άποψη πάνω στο θέμα, επαναλαμβάνει τις επιστημονικές πληροφορίες (G1) και μιλάει για την επίδραση του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου στον πλανήτη (G5): «Το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου ή το ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αυτό που προκαλεί υπερθέρμανση του πλανήτη».

G7																■			
G6	■												■	■	■				
G5			■	■	■		■	■	■								■	■	
G4											■	■							
G3		■				■													■
G2			■	■	■			■								■			■
G1		■	■	■	■	■	■		■	■						■	■	■	■
(sec)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
6:08					6:23					6:38					6:53				7:05

Διάγραμμα 4: Διάγραμμα ροής *GNOSIS* για το απόσπασμα.



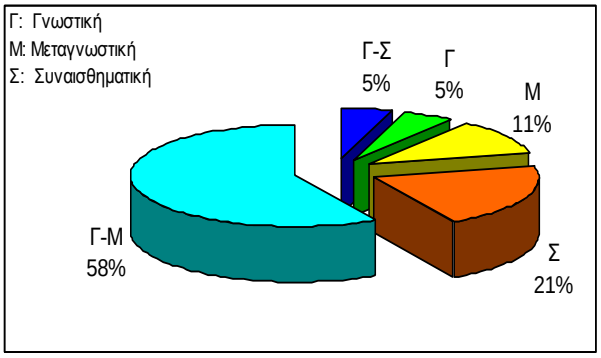
Διάγραμμα 5: Ποσοστό εμφάνισης καθεμιάς από τις κατηγορίες *GNOSIS* στο 100% των εμφανίσεων διαφόρων κατηγοριών στο απόσπασμα.



Κατηγορία GNOSIS	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
ποσοστό του χρόνου του αποσπάσματος	63,4%	31.6%	15,8%	10,5%	42,1%	21,1%	5,3%

Διάγραμμα 6: Ποσοστό του συνολικού χρόνου στο οποίο εμφανίζεται καθεμιά κατηγορία *GNOSIS*, μόνη της ή μαζί με άλλες κατηγορίες, στο απόσπασμα.

Για να δείξουμε ποσοτικά τη συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριών GNOSIS στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, κατασκευάζουμε το Διάγραμμα 5 όπου το 100% αντιστοιχεί στο συνολικό αριθμό εμφανιζόμενων κατηγοριών και για καθεμιά κατηγορία έχουμε τις δικές της εμφανίσεις της είτε εμφανίζεται μόνη της είτε εμφανίζεται μαζί με κάποια άλλη. Τα αντίστοιχα ποσοστά χρόνου φαίνονται στο Διάγραμμα 6. Τέλος, τα ποσοστά χρόνου του αποσπάσματος που καταλαμβάνουν οι τρεις διαστάσεις της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (γνωστική, μεταγνωστική και συναισθηματική) φαίνονται στο Διάγραμμα 7. Παρατηρούμε ότι επικρατεί χρονικά η γνωστική διάσταση της διδασκαλίας, κυρίως σε συνύπαρξη με τη μεταγνωστική (Γ-Μ) (58%) , αλλά και μόνη της (Γ) (5%) ή ταυτόχρονα με τη συναισθηματική (Γ-Σ) (5%) διάσταση. Συνολικά, η γνωστική διάσταση λειτουργεί ως υπόβαθρο στο 68% της διάρκειας του συγκεκριμένου αποσπάσματος. Κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο, αφού η ομιλήτρια στο συγκεκριμένο απόσπασμα προσπαθεί να συνδέσει την υπάρχουσα κατάσταση στον πλανήτη (G2 - γνωστική διάσταση) με την αλληλεπίδραση ανθρώπου–περιβάλλοντος (G5 - μεταγνωστική διάσταση), ενώ ταυτόχρονα αναφέρει στοιχεία για τις αιτίες του φαινομένου του θερμοκηπίου (G1 - γνωστική διάσταση). Βλέπουμε, βέβαια, ότι ασχολείται αρκετά με τη φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών και όχι μόνο με το περιεχόμενο.



Διάγραμμα 7: Κατανομή των τριών διαστάσεων της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στο απόσπασμα.

ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΣ ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΑΦΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση της ταινίας Θερμοκήπιο παρέχουν πολύτιμα στοιχεία σχετικά με τον τρόπο σχεδιασμού και ανάπτυξης οπτικοακουστικού διδακτικού υλικού φιλικού και ικανού να προσεγγίσει τους μη-ειδικούς (μαθητές, εκπαιδευτικούς, πολίτες) μέσα στα πλαίσια του γραμματισμού στις φυσικές επιστήμες. Συμπεραίνουμε ότι κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη οπτικοακουστικού διδακτικού υλικού:

α) Είναι πολύ σημαντικό να μην αφήσουμε το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών να επικρατήσει και να επισκιάσει όλες τις άλλες όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών και να αποθαρρύνουμε τους ειδικούς επιστήμονες που συχνά εστιάζουν σε εξειδικευμένες επιστημονικές γνώσεις.

β) Μπορούμε να πετύχουμε μια πιο φιλική προσέγγιση των μη-ειδικών στα επιστημονικά ζητήματα αν φροντίσουμε η πληροφόρηση που αφορά το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών (G1) να περικλείεται (να ακολουθεί και να ακολουθείται) και να υποστηρίζεται από πληροφόρηση σχετικά με το κοινωνικο-πολιτιστικό περιβάλλον (G2) και την αλληλεπίδραση επιστήμης και κοινωνίας (G5), καθώς και από δεδομένα που αφορούν αξίες (G7) και στάσεις (G6).

γ) Η πληροφόρηση σχετικά με το πώς οι φυσικές επιστήμες αποτελούν ένα σύνθετο νοητικό προϊόν (G3) και εξελίσσονται ως ένα σύστημα θεωριών και μεθοδολογιών (G4) είναι χρήσιμη για τους μη-ειδικούς με σκοπό να κατανοήσουν τη λειτουργία των φυσικών επιστημών.

Μια σειρά από εφαρμογές στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της ταινίας Θερμοκήπιο και της αντιπαράθεσης επιχειρημάτων μεταξύ μαθητών και μαθητριών που πυροδοτεί βρίσκονται σε εξέλιξη, ενώ εφαρμογές στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών έχουν ήδη ολοκληρωθεί. Οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί και οι μαθητές Λυκείου παρακολουθούν αρχικά την ταινία και στη συνέχεια συμμετέχουν στην αντιπαράθεση επιχειρημάτων με θέμα την κλιματική αλλαγή. Η μετατροπή τόσο της ταινίας Θερμοκήπιο όσο και των βιντεοσκοπημένων αντιπαραθέσεων επιχειρημάτων σε διαγράμματα ροής GNOSIS αποκαλύπτει τον υψηλό βαθμό συσχέτισης μεταξύ τους. Οι ίδιες κατηγορίες GNOSIS παρουσιάζονται ακολουθώντας μάλιστα τα ίδια μοτίβα διαδοχής και εναλλαγής. Αυτό επιβεβαιώνει το γεγονός ότι η ταινία κινητοποιεί τους θεατές για να πάρουν μέρος στη συζήτηση αλλά ταυτόχρονα λειτουργεί ως ένας ισχυρός παράγοντας διαμόρφωσης και ενθάρρυνσης στάσεων. Εστιάζει το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών και των μαθητών σε συγκεκριμένους στόχους και διαμορφώνει στην πράξη τις στάσεις των αντίστοιχων ομάδων. Η μελέτη μας έχει σκοπό να αποτιμηθεί η ενθάρρυνση που πρόσφερε η ταινία στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς αλλά και στους μαθητές και τις μαθήτριες του Λυκείου προκειμένου να συμμετάσχουν στη συζήτηση, να εκφράσουν τις ιδέες τους για το πρόβλημα αλλά σε ένα πλαίσιο όπου η φύση των φυσικών επιστημών είναι παρούσα και καλλιεργεί μια νέα οπτική για τις φυσικές επιστήμες και να διερευνηθεί η καλλιέργεια στάσεων που αφορούν τόσο την κλιματική αλλαγή όσο και την εικόνα των φυσικών επιστημών.

Η εφαρμογή της αντιπαράθεσης επιχειρημάτων και η ανάλυση των δεδομένων με το ερευνητικό μοντέλο Γνώση - GNOSIS επιχειρεί στο πεδίο αυτό να ξεκινήσει τη συζήτηση για νέες προοπτικές έρευνας για τη βελτίωση της ανάπτυξης οπτικοακουστικού διδακτικού υλικού που εισάγει το γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες στη σημερινή εκπαίδευση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Clayton Schweizer, D. & Gautier, C., (2006), Scientific Argumentation in Earth System Science Education, Journal of Geoscience Education, vol.54, no.3, May, 2006, p.374-382.

2. Duschl, R. & Ellenbogen, K., (1999), Middle school science students' dialogic argumentation, Proceedings of the European Science Education Research Association (ESERA) Conference, August, 1999, Kiel, Germany.
3. Gomez, D.S., (2009), The role of emotions and motivational beliefs in the argumentative discourse of social science. The importance of developing this ability in science education, International History, Philosophy and Science Teaching Group Biennial Conference, University of Notre Dame, June, 2009, South Bend, Indiana, USA.
4. Goodwin, A., (2006), Engagement, Communication and Uncertainty in Science Education, Revista de Educación en Ciencias (Journal of Science Education)(Bogota, Colombia), vol 7, no 2, 2006, p.75-77.
5. Matthews, M., (1994), Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science, Routledge, London.
6. Merghli, K. S., Laurence , S. & Atf, A., (2009), The teaching of socio-scientific issues for scientific literacy and citizenship, Proceedings of the European Science Education Research Association (ESERA) Conference, August - September 2009, Instanbul, Turkey.
7. Mork, S., (2005a), ICT (Information and Community Technology) in Science Education. Exploring the Digital Learning Materials at viten.no, Thesis submitted for the degree of Dr. Scient., Faculty of Education, Dept. for Teacher Education and School Development, University of Oslo, October, 2005.
8. Mork, S., (2005b), "A dual approach to analysing student argumentation in classroom debates", Thesis submitted for the degree of Dr. Scient. Faculty of Education, Dept. for Teacher Education and School Development, University of Oslo, October, 2005.
9. Mork S., (2005c), "Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher role.", Nordic Studies in Science Education, vol.1, no 1, p.16-29.
10. Papadopoulos, P. & Seroglou, F., (2007), "A Progressive Sequence of Theatre Techniques for Teaching Science". Proceeding of the 9th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, June 24-28, 2007, Calgary, Alberta, Canada.
11. Papadopoulos, P. & Seroglou, F., (2009), "Developing comparative presentations and analysis frameworks for the interpretation of data coming from scientific literacy activities applied in the classroom", International History, Philosophy and Science Teaching Group Biennial Conference, University of Notre Dame, June, 2009, South Bend, Indiana, USA.
12. Papadopoulos, P. & Seroglou, F., (2010), "Argumentation in Science Teaching, at the Primary School: The case of natural phenomena", Science Teaching - Research and Practice, vol. 2010, no 34-35 (2010).
13. Seroglou, F. & Aduriz-Bravo, A., (2007), "Designing and Evaluating Nature-of-Science Activities for Teacher Education". Proceeding of the 9th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, June 24-28, 2007, Calgary, Alberta, Canada.
14. Seroglou, F., Koulountzos, V., Papadopoulos, P. & Knavas, O., (2008) "Restructuring Science Stories in Films and Role-Playing: Teaching Science Concepts in Their Social and Cultural Context", Proceeding of the 2nd International Conference on Story in Science Teaching, July, 2008, Munich, Germany.
15. Tsarsiotou, Z. & Seroglou, F. (2011), "Preparing an argumentation for teacher training in scientific literacy: The case of global warming", 11th International IHPST and 6th Greek History, Philosophy and Science Teaching Joint Conference, July, 2011, Thessaloniki, Greece.
16. Tsarsiotou, Z., Knavas O. & Seroglou, F. (2009), "A film about Global Warming for teacher training in scientific literacy", International History, Philosophy and Science Teaching Group Biennial Conference, University of Notre Dame, June, 2009, South Bend, Indiana, USA.
17. UNESCO Sourcebook for Science in the Primary School (1993), Paris, France
18. Zeidler, D., (2007), "An Inclusive View of Scientific Literacy: Core Issues and Future Directions", Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium, May 28-29, 2007, Uppsala University, Uppsala, Sweden.
19. Δημητρίου, Δ., Χατζηαγαπίου, Μ., Κορφιάτης, Κ. και Κωνσταντίνου, Κ., (2006), Οικοδόμηση επιχειρημάτων μέσα από τη διδασκαλία οικολογικών θεμάτων και την αξιοποίηση της διδακτικής προσέγγισης της ιστοεξερεύνησης, Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ), Απρίλιος, 2006, Βόλος.
20. Κολιόπουλος, Δ., (2004), Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών. Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης, Μεταίχμιο,Αθήνα.
21. Παπαδάκης, Μ., (2004), Η σχέση Τέχνης και Επιστήμης, Πρακτικά 1ου Διεπιστημονικού Συνεδρίου Επιστήμης και Τέχνης, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Οκτώβριος 2004, Σύρος.
22. Σέρογλου, Φ., (2006), Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη, Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη
23. Σέρογλου, Φ., και Aduriz-Bravo, A. (2008), Το μοντέλο GNOSIS για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών, Πρακτικά του 4ου Συνεδρίου της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ), Μάιος, 2008, Θεσσαλονίκη

Καλλιεργώντας "ικανότητες - κλειδιά" στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση: δημιουργία κατάλληλου περιβάλλοντος στο πλαίσιο διαθεματικής διερευνητικής εργασίας (project)

[1]Σταματία Αρτέμη, [2]Νικόλαος Δίντσιος, Δημήτρης Ιωαννίδης[3], [4]Χαρίτων Πολάτογλου

[1]Υποψήφια διδάκτορας του τμήματος Φυσικής ΑΠΘ – stamart84@gmail.com
[2]Υποψήφιος διδάκτορας του τμήματος Φυσικής ΑΠΘ - nikos.dintsios@gmail.com
[3]Εκπαιδευτικός Β' βάθμιας (ΠΕ 19) του 1ου ΓΕΛ Γιαννιτσών - jimagas@gmail.com
[4]Αν. καθηγητής του τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ - hariton@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εισήγηση θα παρουσιαστεί η συνεργασία από απόσταση του τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ με το 1ο ΓΕΛ Γιαννιτσών στο πλαίσιο διαθεματικής διερευνητικής εργασίας (project). Η εργασία είχε ως γενικότερο θέμα την επιστημονική μέθοδο και πώς αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες μελέτης του βαθμού ρύπανσης της πόλης των Γιαννιτσών σε σύγκριση με τις γύρω περιοχές. Οι μαθητές (Α' τάξης Λυκείου) με την βοήθεια – συμβουλή του τμήματος Φυσικής ακολούθησαν τα βήματα που θα ακολουθούσε ένας επιστήμονας: να ψάξει μέχρι σήμερα τι ισχύει γύρω από το θέμα, να παραμετροποιήσει το πρόβλημα, να δημιουργήσει μία υπόθεση, να πειραματιστεί, να επιβεβαιώσει ή απορρίψει την υπόθεσή του. Στο στάδιο του πειράματος, οι μαθητές πέραν της συλλογής δειγμάτων αέρα, νερού και χώματος από διάφορα μέρη και μελέτης φυσικών και χημικών ιδιοτήτων , είχαν την ευκαιρία να τα αναλύσουν μέσω του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης, που διαθέτει το τμήμα. Η επαφή των μαθητών με το τμήμα ήταν συνεχής, χρησιμοποιώντας σύγχρονα και ασύγχρονα μέσα επικοινωνίας, δημιουργώντας έτσι ποικίλλα περιβάλλοντα μάθησης από απόσταση, που κληθήκαμε να αναπτύξουμε και να μελετήσουμε την αποτελεσματικότητά τους.

Έτσι λοιπόν, θα περιγραφεί η διαδικασία, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, καθώς επίσης και θα εξηγηθεί γιατί θεωρούμε ότι το παραπάνω περιβάλλον μάθησης μπορεί να αποτελέσει αφορμή καλλιέργειας "ικανοτήτων – κλειδιών" των συμμετεχόντων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *εξ αποστάσεως εκπαίδευση, τηλεδιάσκεψη, διαθεματική ερευνητική εργασία (project), ικανότητες - κλειδιά*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες, κατά την προσπάθεια ανάπτυξης προγραμμάτων σπουδών, κατέληξαν ότι πρέπει να στοχεύουν στην καλλιέργεια γενικότερων ικανοτήτων μέσα από το σύνολο των μαθημάτων. Η διαδικασία αυτή πρέπει να είναι συνεχής και ενιαία από όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και σε όλα τα επίπεδα και όχι μεμονωμένες και ανεξάρτητες απόπειρες. Όλα τα μαθήματα, από την δική τους πλευρά, ενδεχομένως και χρησιμοποιώντας διαφορετικά μέσα, μπορούν να καταλήγουν να καλλιεργούν ικανότητες κοινές, επενδύοντας στην εξέλιξη του ατόμου ως ενεργό μέλος της κοινωνίας. Έτσι πλέον δεν αναφερόμαστε για την καλλιέργεια δεξιοτήτων, μεταγνωστικών ικανοτήτων, στάσεων ή γνώσεων, αλλά για μία ευρύτερη έννοια/ικανότητα που τα περιέχει ή μέσω αυτής καλλιεργούνται οι προαναφερθείσες, το όνομα της οποίας είναι 'ικανότητα - κλειδί'. Ο όρος «ικανότητα - κλειδί» έχει μεταφράσει την αγγλική λέξη «competence», χωρίς να είναι η ακριβής του απόδοση (Χαραλάμπους & Κουμαράς, 2010).

Ως «competence» έχει οριστεί ένα σύστημα δεξιοτήτων και ικανοτήτων του ατόμου με στόχο την κινητοποίηση της γνώσης, ικανοτήτων, επίλυσης προβλημάτων αλλά επίσης και καλλιέργεια στοιχείων κοινωνικότητας και εν γένει κοινωνικής συμπεριφοράς, στάσεις, αξίες, ηθική, όπου αποτελούν τα κίνητρα για την υλοποίηση μιας δραστηριότητας σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (Lobanova, Shunin, 2008). Πιο εναλλακτικά, έχει οριστεί ως η ικανότητα του ατόμου να προσαρμόζει τις αντιδράσεις του και να μπορεί να ερμηνεύει κατάλληλα τις πληροφορίες που συγκεντρώνει (Haste 2009). Αν λοιπόν ένας από τους βασικούς χαρακτηρισμούς της έννοιας αυτής είναι η προσαρμοστικότητα, τότε για να καλλιεργηθούν οι ικανότητες – κλειδιά πρέπει να δημιουργήσουμε ένα ανοικτό -ομαδικό και εξωστρεφές περιβάλλον μάθησης (και όχι κλειστό και ανταγωνιστικό) με στόχο την σωστή κριτική σκέψη και τον αναστοχασμό, αναπτύσσοντας τις κατάλληλες συνθήκες για να ευημερήσει η δημιουργική σκέψη.

Κάποιες ενδεικτικά ικανότητες – κλειδιά που θα μπορούσαν να αποδώσουν τα παραπάνω στις Φυσικές Επιστήμες , αλλά και όχι μόνο, είναι: η επικοινωνία, η συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών, η συνεργασία

και η συλλογικότητα, η επίλυση προβλημάτων και η δημιουργικότητα (Χαραλάμπους & Κουμαράς 2010).

Ο όρος 'εξ αποστάσεως εκπαίδευση', στην πιο γενική διατύπωσή του, χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες κατά τις οποίες ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται σε μία φυσική απόσταση από τον εκπαιδευτή του και χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα εργαλεία τεχνολογίας για να επιτευχθεί κάποιου είδους επαφή

Αναζητώντας στην βιβλιογραφία τον ορισμό της "εξ αποστάσεως εκπαίδευση" ή "εξ αποστάσεως μάθηση" ή "εξ αποστάσεως διδασκαλία", καθώς και στην ξένη βιβλιογραφία ως "e-learning' ,"distance learning/teaching", συναντήσαμε αρκετούς προβληματισμούς , αρκετά ερωτήματα, γύρω από το αν περιγράφει σωστά ο χαρακτηρισμός "εξ αποστάσεως" την όλη διαδικασία. Με τον όρο αυτό, συνήθως γίνεται αναφορά μόνο στην γεωγραφική / χωρική απόσταση που υπάρχει μεταξύ διδάσκοντα και διδασκόμενο. Ο Devlin (1989) πιστεύει ότι η έννοια της 'εξ αποστάσεως' είναι ένα αυτονόητο και παραγνωρισμένο σημείο αναφοράς, και πρέπει να αντικατασταθεί από την γεωγραφική και χωρική ερμηνεία της και να αποδοθεί ένα ψυχοκοινωνικό πλαίσιο. Από το 1998 έχει προταθεί να αποδοθεί στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση η έννοια της πολυμορφικότητας (Lionarakis, 1998). Έτσι λοιπόν η "εξ αποστάσεως πολυμορφική εκπαίδευση" , στην τυπική αλλά και στην άτυπη μορφή της, έρχεται να χαρακτηρίσει όλο το εκπαιδευτικό πλαίσιο που οριοθετείται γύρω από αυτού του είδους διαδικασία της μάθησης. Η έννοια της εξ αποστάσεως παραμένει να υποδεικνύει την γεωγραφική / χωρική απόσταση, η έννοια της 'εκπαίδευσης' κατατάσσει με ακρίβεια στη σφαίρα των παιδαγωγικών, των εκπαιδευτικών θεσμών και των επιστημών αγωγής και η έννοια της 'πολυμορφικής' ορίζει τις πολλαπλές δυνατότητες επιλογών και προσαρμογών που διαθέτει, για να αποτελέσει μια διαδικασία εκπαίδευσης με περιεχόμενο όμοιο με αυτό της τυπικής ή άτυπης εκπαίδευσης οποιουδήποτε τύπου και μορφής (Λιοναράκης, 2006)

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορεί να πραγματοποιείται σύγχρονα και ασύγχρονα, ανάλογα με τα εργαλεία - μέσα επικοινωνίας επιλέγεται να συμβεί. Στην παρούσα εισήγηση αναφερόμαστε και στα δύο και παρακάτω θα περιγραφεί η μορφή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που πραγματοποιήθηκε σε κάθε περίπτωση και οι λόγοι χρήσης του, κατά την διάρκεια της διαδικασίας.

Η διαθεματική διερευνητική εργασία (project) είναι μία μορφή εκπαίδευσης, η οποία στο πλαίσιο του ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος, μπορεί να αποτελέσει εργαλείο πειραματισμού πολλών περιβαλλόντων μάθησης που μπορούν να αναπτυχθούν γύρω από αυτό. Η παρούσα εισήγηση δεν θα αναλωθεί στον ορισμό του project και της καθ' αυτού αποτελεσματικότητάς του, αλλά στην περιγραφή ανάπτυξης περιβάλλοντος μάθησης που ικανοποιεί τον στόχο καλλιέργειας "ικανοτήτων – κλειδιών " των συμμετεχόντων σε αυτό. Θα περιγραφεί το περιβάλλον μάθησης που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες του project μαθητών Α' Λυκείου του 1ου ΓΕΛ Γιαννιτσών.

Το project είχε ως γενικότερο θέμα την επιστημονική μέθοδο και πώς αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες μελέτης του βαθμού ρύπανσης της πόλης των Γιαννιτσών σε σύγκριση με τις γύρω περιοχές. Οι μαθητές (Α' τάξης Λυκείου) με την βοήθεια – συμβουλή του τμήματος Φυσικής ακολούθησαν τα βήματα που θα ακολουθούσε ένας επιστήμονας: να ψάξει μέχρι σήμερα τι ισχύει γύρω από το θέμα, να παραμετροποιήσει το πρόβλημα, να δημιουργήσει μία υπόθεση, να πειραματιστεί, να επιβεβαιώσει ή απορρίψει την υπόθεσή του. Στο στάδιο του πειραματισμού, οι μαθητές πέραν της συλλογής δειγμάτων αέρα, νερού και χώματος από διάφορα μέρη και μελέτης φυσικών και χημικών ιδιοτήτων , όπως η υγρασία του χώματος και το πε-χα του, είχαν την ευκαιρία να τα αναλύσουν μέσω του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης, που διαθέτει το τμήμα. Για την παραπάνω δυνατότητα αλλά και την μύησή τους στον επιστημονικό τρόπο σκέψης, κρίθηκε αναγκαία η συνεχής επαφή – συνεργασία – του τμήματος Φυσικής με το Λύκειο. Η φυσική παρουσία όμως εκπροσώπου του τμήματος σε εβδομαδιαία βάση ήταν αδύνατη, επομένως έπρεπε να χρησιμοποιηθούν τα αναγκαία εργαλεία και να δημιουργηθεί το κατάλληλο περιβάλλον έτσι ώστε να υπάρχει μία εξ αποστάσεως μορφή διδασκαλίας.

Στην παρούσα εισήγηση, θα περιγραφεί η διαδικασία, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, καθώς επίσης και θα εξηγηθεί γιατί θεωρούμε ότι το παραπάνω περιβάλλον μάθησης μπορεί να αποτελέσει αφορμή καλλιέργειας "ικανοτήτων – κλειδιών" των συμμετεχόντων.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Η ερευνητική διαθεματική εργασία (project) αναπτύχθηκε σε δύο επίπεδα. Αρχικά, οι μαθητές κλήθηκαν να διερευνήσουν τι είναι επιστημονική μέθοδος και πώς αυτή εφαρμόζεται στις φυσικές επιστήμες. Οι μαθητές εξοικειώθηκαν με αυτήν την νοοτροπία, χρησιμοποιώντας την σε πρώτο στάδιο , όχι μόνο επιλύοντας ένα πρόβλημα Φυσικής, αλλά επιλύοντας και ένα θέμα που απασχολούσε την καθημερινότητά τους. Έπειτα κλήθηκαν να την εφαρμόσουν στο δικό τους θέμα όπου είχε γενικότερο στόχο την μελέτη του βαθμού της ρύπανσης της πόλης τους σε σύγκριση με περιοχές γύρω από αυτήν. Τέθηκε λοιπόν το ερώτημα: τι βαθμό ρύπανσης έχει υποστεί η πόλη σας σε σχέση με τις γύρω περιοχές; Οι μαθητές δημιούργησαν μία υπόθεση ότι εφόσον η πόλη τους είναι η μοναδική της περιοχής, τότε θα έχει μολυνθεί σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα γύρω χωριά. Ο όρος ρύπανση στην περίπτωση αυτή ,έχει πάρει μία ευρεία έννοια, από την στιγμή που οι μαθητές δεν γνώριζαν τα αποτελέσματα από την αρχή ούτε ήταν σε θέση να κρίνουν ποια στοιχεία και σε τι

συγκέντρωση χαρακτηρίζουν μία περιοχή μολυσμένη. Στόχος της εργασίας αυτής δεν ήταν να αναλυθούν και να βρεθούν στοιχεία που χαρακτηρίζονται ρυπογόνα, αλλά να συγκριθούν τα δείγματα των διαφορετικών περιοχών και κατά πόσο όμοια ή όχι είναι και γιατί. Έτσι λοιπόν μελέτησαν διάφορα σημεία ,εντός και εκτός της πόλης, και θα πήραν διάφορα δείγματα, χώματος, νερού και αέρα. Μελετήθηκε το πε-χα χρησιμοποιώντας ως δείκτη εκχύλισμα από κόκκινο λάχανο, η υγρασία του χώματος, καθώς επίσης παρατηρήθηκαν τα δείγματα με την βοήθεια του εργαστηριακού τους μικροσκοπίου και του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης.

Η εκπαιδευτική διαδικασία βασίστηκε στο ομαδοσυνεργατικό μοντέλο μάθησης που προτείνεται από το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, οι μαθητές χωρίζονται με τυχαίο τρόπο σε ομάδες και σε κάθε ομάδα αναλαμβάνει ένας μαθητής τα πρακτικά της ομάδας. Στα πρακτικά της ομάδας καταγράφονται οι διαδικασίες που ακολουθούν, οι υποθέσεις που δημιουργούν, οι πληροφορίες και οι πηγές και γενικότερες όλες οι δράσεις που γίνονται ή πρόκειται να γίνουν από την ομάδα. Οι ομάδες δουλεύουν ξεχωριστά και ταυτόχρονα μέσα στην τάξη. Ο καθηγητής επιβλέπει και συμβουλεύει κατά την διάρκεια που δουλεύουν οι ομάδες. Στο τέλος κάθε συνάντησης, οι ομάδες με συντονιστή τον καθηγητή συγκεντρώνονται και συζητούν για την πορεία των εργασιών τους και θέτουν νέους στόχους στο πλαίσιο μιας ολομέλειας.

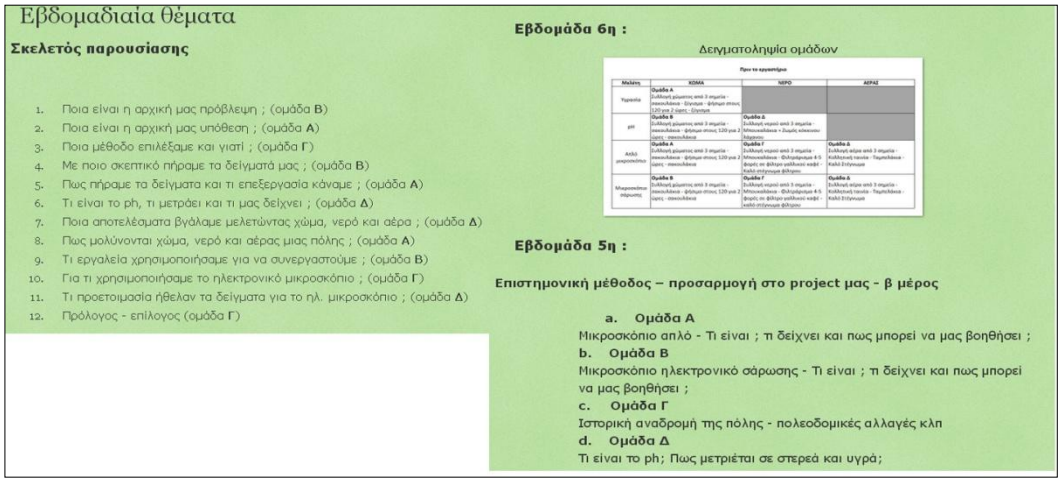
Πιο συγκεκριμένα, η τάξη χωρίστηκε σε τέσσερις ομάδες των τεσσάρων μαθητών σε κάθε ομάδα. Κάθε εβδομάδα πραγματοποιούταν μία συνάντηση διάρκειας δύο διδακτικών ωρών, όπου μέσω τηλεδιάσκεψης ήμασταν παρόντες για να συζητήσουμε τα θέματα – στόχους που υπήρχαν την εβδομάδα εκείνη. Στην πρώτη διδακτική ώρα και στην δεύτερη μισή , οι ομάδες εργαζόταν για το εβδομαδιαίο στόχο. Κατά την διάρκεια των εργασιών τους οι ομάδες επισκέφτηκαν την αίθουσα της τεχνολογίας και τα εργαστήρια πληροφορικής, χημείας, βιολογίας και φυσικής. Στην υπόλοιπη δεύτερη ώρα, πραγματοποιούνταν η ολομέλεια όπου κάθε ομάδα παρουσίαζε τα πρακτικά της και όλες οι ομάδες μαζί ταξινομούσαν και επέλεγαν ποια στοιχεία και ποιες πληροφορίες που είχαν συγκεντρώσει είναι οι κατάλληλες για τον στόχο που είχαν θέσει. Στο τέλος όριζαν τις αρμοδιότητες κάθε ομάδας για τον επόμενο εβδομαδιαίο στόχο. Μέχρι την επόμενη συνάντηση, κάθε ομάδα όφειλε να αναρτήσει μία περίληψη των πρακτικών της στο ιστολόγιο (blog) που είχε δημιουργηθεί. Δημιουργήθηκε ιστολόγιο, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα εύκολης πρόσβασης από όλες τις ομάδες σε όλες τις πληροφορίες. Επίσης το ιστολόγιο χρησιμοποιήθηκε και ως ημερολόγιο, όπου μπορούσαν οι ομάδες να δουν τους εβδομαδιαίους στόχους, παρελθοντικούς και μελλοντικούς. Τέλος μέσω αυτού, υπήρχε η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των ομάδων αλλά και μεταξύ ομάδων και υμών, κατά την διάρκεια της υπόλοιπης εβδομάδας.

ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑ ΘΕΜΑΤΑ - ΣΤΟΧΟΙ

Η έρευνα των ομάδων πορεύτηκε προσπαθώντας να πετύχουν τους ακόλουθους στόχους:

- Αναζήτηση πληροφοριών για το τί είναι επιστημονική μέθοδος και πώς έχει εφαρμοστεί μέχρι σήμερα
- Εφαρμογή επιστημονικής μεθόδου λύνοντας ένα πρόβλημα φυσικής («Διερευνήστε το είδος της κίνησης που έκανε Φέλιξ Μπαουμγκαρντερ με βάση τα στοιχεία που θα βρείτε στο διαδίκτυο»). Σύνδεση επιστημονικής μεθόδου με την καθημερινότητα («Υπάρχει κάποιο πρόβλημα στην καθημερινής σας ζωή που μπορείτε να το λύσετε με επιστημονικό τρόπο;»)
- Προσαρμογή μεθόδου στο θέμα. Διερεύνηση και ταξινόμηση των βημάτων που θα ακολουθηθούν για να μελετήσουν πόσο μολυσμένη, σε σχέση με τις γύρω περιοχές, είναι η πόλη τους.
- Αναζήτηση πληροφοριών για την χρονική εξέλιξη της πόλης σε αστικό κέντρο, καθώς και για προηγούμενες μελέτες για την ρύπανση της πόλης που μπορεί να είχαν πραγματοποιηθεί από άλλους φορείς.
- Δειγματοληψία και μελέτη δειγμάτων χώματος, νερού και αέρα από τρία διαφορετικά μέρη – κέντρο της πόλης, περιφερειακά της πόλης (στο σχολείο τους) και εκτός πόλης.
- Πειραματική επεξεργασία – μελέτη και σύγκριση των δειγμάτων. Οι μαθητές μελέτησαν το ph του εδάφους και του νερού, την υγρασία του εδάφους και την σύσταση του χώματος του αέρα και του νερού χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο του σχολείου τους και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης του τμήματος Φυσικής.
- Εξαγωγή συμπερασμάτων
- Δημοσίευση – παρουσίαση εργασίας

Οι στόχοι αυτοί κρίθηκαν ανάλογα με το φόρτο εργασίας που είχαν και μοιράστηκαν χρονικά σε δεκαέξι περίπου εβδομάδες. Κομμάτι των στόχων φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



***Σχήμα 1**. Αποσπάσματα από το ιστολόγιο – αναρτήσεις για τα εβδομαδιαία θέματα - στόχους*

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

ΟΜΑΔΟΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΣΚΕΨΗΣ

Η διδασκαλία του επιστημονικού τρόπου σκέψης και η εφαρμογή τους από τους μαθητές, αποτελεί θεμελιώδη τρόπο καλλιέργειας «ικανοτήτων – κλειδιών» (Κουμαράς, Χαραλάμπους, 2010), όπως η κριτική σκέψη και θέτει τα θεμέλια οικοδόμησης της νέας γενιάς δημιουργικών μυαλών. Στην Ελλάδα , μικρή προσπάθεια έχει γίνει στο να μυηθούν οι μαθητές στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και να τον εφαρμόζουν όχι μόνο στο πλαίσιο του μαθήματος της Φυσικής, αλλά και στην καθημερινότητά τους. Αυτό γιατί υπάρχει περιορισμένη εμπειρία στον τρόπο εφαρμογής της μεθόδου, καθώς το ισχύων αναλυτικό πρόγραμμα δεν το ενθαρρύνει (Κουμαράς κ.α. , 2011)

Η μύηση των μαθητών στον επιστημονικό τρόπο σκέψης χρησιμοποιώντας το ομαδοσυνεργατικό μοντέλο λειτούργησε αποτελεσματικά, διότι λειτουργώντας σε ομάδες, οι μαθητές ήταν συνεπείς και χρονικά αλλά και ουσιαστικά στους εβδομαδιαίους στόχους που είχαν θέσει. Η αυτενέργεια του μαθητή αλλά και η συλλογικότητα ανέδειξε τον επιστημονικό τρόπο σκέψης ως τον κατάλληλο για την αντιμετώπιση προβλημάτων Φυσικής αλλά και όχι μόνο. Οι μαθητές εξέφρασαν ποίκιλλες απόψεις με αποτέλεσμα να καλύπτουν στις περισσότερες περιπτώσεις , τις περισσότερες παραμέτρους που έπρεπε να λάβουν υπόψη.

ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ – ΜΑΘΗΣΗ

Η συνεργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο μιας γενικότερης και εντατικότερης τα τελευταία χρόνια προσπάθειας σύνδεσης και συνεργασίας σχολών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης με τα σχολεία. Είναι αναγκαίο η έρευνα σε παιδαγωγικό και διδακτικό επίπεδο που πραγματοποιείται στα πανεπιστήμια να βρίσκει άμεση εφαρμογή στις σχολικές τάξεις. Η συνεργασία αυτή βοηθά την ίδια την έρευνα να εξελίσσεται και να προσαρμόζεται με τις πραγματικές ανάγκες που έχει μία σχολική τάξη, βοηθά το πανεπιστήμιο να δρα εξωστρεφώς και βέβαια το ίδιο το σχολείο που με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει αποδοτικότερο.

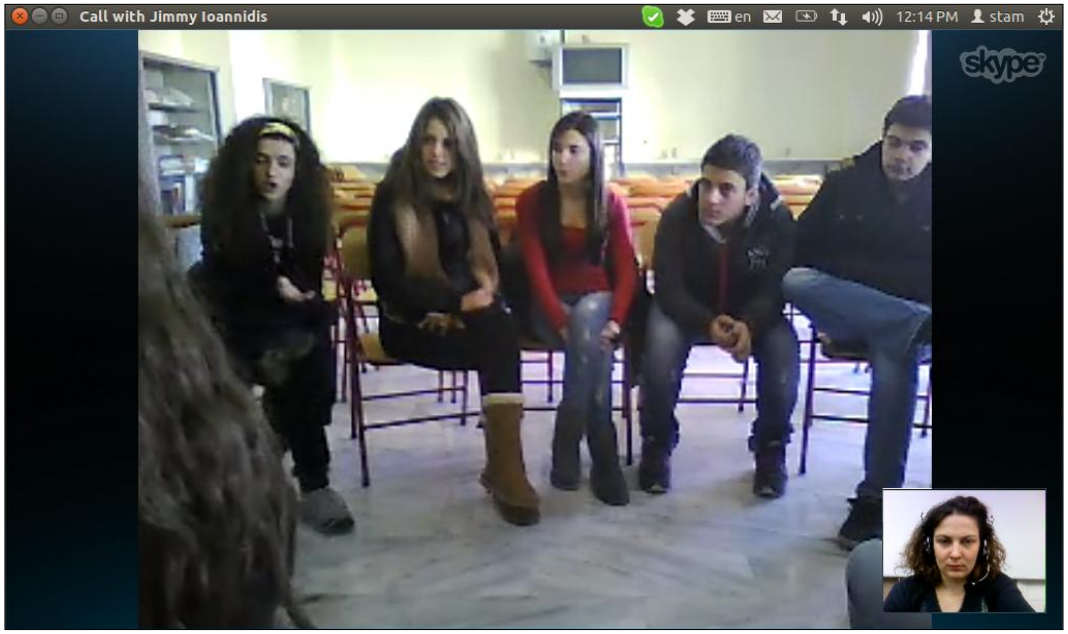
Καθ'όλη την διάρκεια της ερευνητικής διαθεματικής εργασίας, βρισκόμασταν σε συνεχή επαφή, όπου από την μεριά μας επιβλέπαμε εάν εφαρμόζεται σωστά η επιστημονική μέθοδος και τους παρείχαμε με ποικίλους τρόπους υλικό χρήσιμο για την επίτευξη του στόχου (άρθρα, πηγές, εμπειρικές συμβουλές, μικροδιδασκαλίες). Επιπλέον τους δόθηκε η δυνατότητα να αποστείλουν τα δείγματά τους για να αναλυθούν και να παρατηρηθούν από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, εξοπλισμό που διαθέτει το τμήμα Φυσικής. Με τον τρόπο αυτό είχαν μία πρώτη επαφή, έστω και έμμεση, με εξοπλισμό που με άλλο τρόπο δεν θα γνώριζαν ότι υπήρχε, όπως επίσης και είχαν μια πρώτη εμπειρία γύρω από την κλίμακα μεγέθυνσης των μικροσκοπίων ου υπάρχουν, αφού είχαν την ευκαιρία σύγκρισης των δύο μικροσκοπίων (του εργαστηριακού του σχολείου και του μικροσκοπίου σάρωσης).

Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΜΟΡΦΗ ΤΗΣ

Η χρήση της τηλεδιάσκεψης διευκόλυνε την άμεση επικοινωνία μας με τις ομάδες, όπου λόγω απόστασης θα ήταν αδύνατη να πραγματοποιηθεί αλλιώς. Με τον όρο τηλεδιάσκεψη (videoconferencing) αναφερόμαστε στην επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο (real time) μέσω ήχου (audio) κινούμενης εικόνας (live video) και δεδομένων (Data) ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα απομακρυσμένα σημεία (Anastasiades, 2003; Alexander et al., 1999; Chandler & Hanrahan, 2000). Η χρήση του για διδακτικούς σκοπούς αποτελεί είδος εξ Αποστάσεως εκπαίδευση.

Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν τηλεδιασκέψεις ώστε να υπάρχει συνεχής οπτική και ακουστική επαφή μεταξύ δύο απομακρυσμένων περιοχών, του τμήματος της Α' τάξης Λυκείου του 1^{ου} ΓΕΛ Γιαννιτσών και εκπροσώπου του τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ. Από εκπαιδευτικής άποψης, πραγματοποιήθηκαν

μικροδιδασκαλίες – μικροδιαλέξεις (περί του τί είναι επιστημονική μέθοδος) αλλά κυρίως επικράτησε το ομαδοσυνεργατικό μοντέλο όπου η επαφή μας ήταν για τον συντονισμό των ολομελειών και την επίβλεψη για την υπόλοιπη διαδικασία. Αποφύγαμε τις μεγάλης διάρκειας διαλέξεις διότι στόχος ήταν να αποκτήσουν οι μαθητές όσο το δυνατόν περισσότερη οικειότητα με το απομακρυσμένο πρόσωπο.

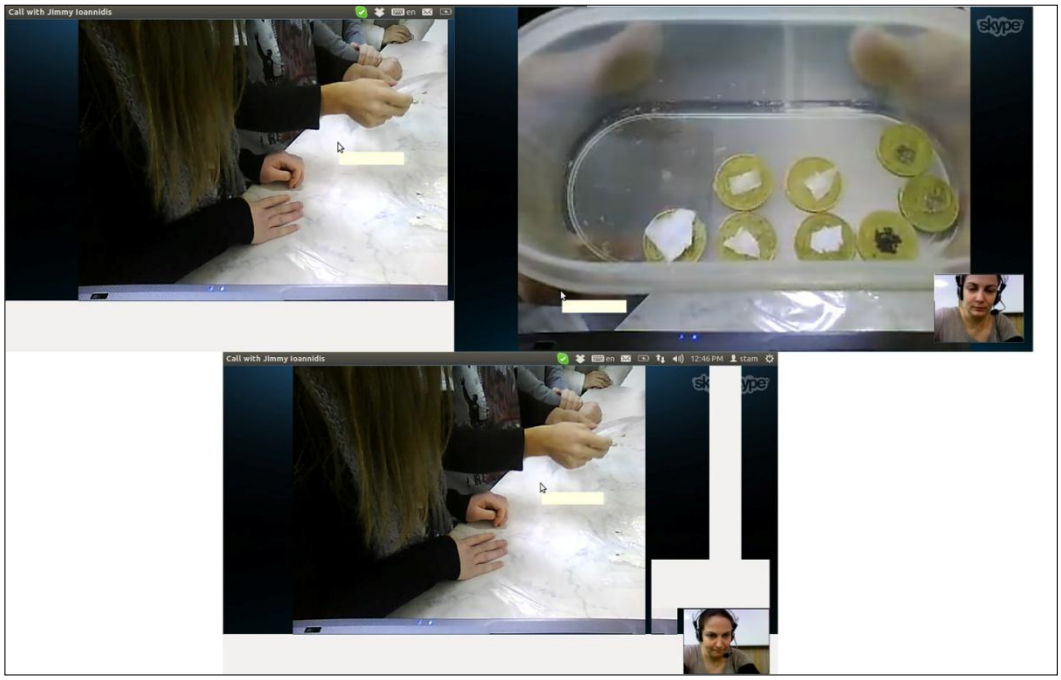


Σχήμα 2*. Απόσπασμα τηλεδιάσκεψης – εικόνα μέσω skype*

Έτσι υπήρχε επικοινωνία και με κάθε ομάδα ξεχωριστά, όπου πλέον οι αποστάσεις μικραίνουν όταν υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ τεσσάρων ατόμων και του απομακρυσμένου προσώπου. Από την μεριά του τμήματος Φυσικής, έπρεπε να αναπτυχθεί ένα περιβάλλον μάθησης, όπου να μπορεί να είναι ξεκάθαρο, οικείο και να τραβά την προσοχή του μαθητή. Οι οδηγίες και οι συμβουλές έπρεπε να είναι απλές και ουσιαστικές, καθώς και το υλικό που τους διανεμόταν. Αρκετές φορές χρειάστηκε να γίνει επίδειξη, όπως για παράδειγμα πώς να τοποθετήσουν πάνω στα δισκία ανάλυσης για το μικροσκόπιο σάρωσης, η οποία χρειαζόταν καλής ποιότητας σύνδεση στο διαδίκτυο και καλής ανάλυσης κάμερα. Ο καθηγητής του σχολείου, καθηγητής πληροφορικής, είχε τον ρόλο του συντονιστή, του επιβλέποντα, σε περίπτωση που δεν πραγματοποιούνταν συνάντηση, αλλά και του διαχειριστή, καθώς είχε την ευθύνη από τεχνολογικής άποψης να λειτουργούν όλα για να πραγματοποιούνται οι συναντήσεις. Πέραν της αίθουσας τεχνολογίας και πληροφορικής όπου πραγματοποιούνταν οι συναντήσεις μιας και υπήρχε ο κατάλληλος εξοπλισμός, χρειάστηκε να πραγματοποιηθεί τηλεδιάσκεψη και στο εργαστήριο φυσικής, βιολογίας και χημείας, για να επιβλέπουμε και να δοθούν οι σωστές οδηγίες για στο στάδιο του πειραματισμού, όπου εκεί χρησιμοποιήθηκε απλά ένας φορητός υπολογιστής.

Από την μεριά λογισμικού, χρησιμοποιήθηκε ένα ευρέως διαδεδομένο, δωρεάν πρόγραμμα πραγματοποίησης τηλεδιασκέψεων, το skype.Ο κύριος λόγος χρήσης του ήταν ότι είναι ένα οικείο περιβάλλον και για τους μαθητές, επομένως δεν χρειάστηκε επιπλέον επιμόρφωση. Το εργαλείο κρίθηκε κατάλληλο διότι μέσω αυτού υπήρχε οπτικοακουστική επαφή και η δυνατότητα άμεσης ανταλλαγής αρχείων.

Τηλεδιασκέψεις πραγματοποιήθηκαν και για την επικοινωνία με τον διδάσκοντα, όπου με την συνεργασία των δύο πλευρών δημιουργούταν το σχέδιο μαθήματος κάθε εβδομάδας. Επίσης υπήρξε και μικροεπιμόρφωση γύρω από βασικές γνώσεις Φυσικής όπου χρειαζόταν (ο καθηγητής είναι καθηγητής πληροφορικής) έτσι ώστε να μπορεί να αναλάβει τον ρόλο μας σε περίπτωση που η επικοινωνία μας ήταν αδύνατη (σε μία από τις δεκαέξι συναντήσεις δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί τηλεδιάσκεψη λόγω κακής ποιότητας σύνδεσης στο διαδίκτυο).



Σχήμα 3. *Απόσπασμα από την πειραματική διαδικασία – εικόνα μέσω skype*

Η ΑΣΥΓΧΡΟΝΗ ΜΟΡΦΗ ΤΗΣ

Πέραν της τηλεδιάσκεψης, δημιουργήθηκε η ανάγκη επικοινωνίας καθ' όλη την διάρκεια της εβδομάδας, όπως επίσης και η δημιουργία ενός «χώρου» όπου θα συγκεντρώνονταν όλες οι πληροφορίες, βίντεο, εικόνες, κείμενα που ήταν αναγκαία για την εργασία, όπως και να μπορούσαν οι ομάδες να δημοσιεύσουν τα πρακτικά τους για να είναι διαθέσιμα προς τους υπόλοιπους, και να διορθώνονται από την μεριά μας ανά πάσα στιγμή. Έτσι δημιουργήθηκε ένα ιστολόγιο (blog) κλειστού τύπου , όπου δυνατότητα ανάρτησης και σχολιασμού έχουν μόνο τα μέλη του ιστολογίου. Τα άρθρα που αναρτούσαν οι ομάδες αποτελούσαν τα εβδομαδιαία πρακτικά κάθε ομάδας και γενικά αυτός ο χώρος (http://eea1gel.blogspot.gr/) αποτελεί σημείο συγκέντρωσης όλων των πληροφοριών που χρειάζονται για την τελική παρουσίαση και είναι διαθέσιμα για όλους ανά πάση στιγμή. Μέσω αυτού, υπήρχε συνεχής επικοινωνία με τους μαθητές, οι οποίοι βέβαια είχαν την δυνατότητα να επικοινωνήσουν μαζί μας και μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αλλά και των λογαριασμών σε μέσα μαζικής δικτύωσης. Αυτά βέβαια σπάνια χρησιμοποιήθηκαν καθώς το ιστολόγιο πληρούσε όλες τις προϋποθέσεις που επιθυμούσαμε.

Αυτή η μορφή επικοινωνίας, αποτελεί μία ασύγχρονη μέθοδο εξ Αποστάσεως διδασκαλία. Η επικοινωνία γίνεται σε μη πραγματικό χρόνο, όπου διδάσκων και διδασκόμενοι δεν χρειάζεται να είναι παρόντες ταυτόχρονα. Οι μαθητές θέτουν τις προτεραιότητές τους και μπορούν να δρουν ανεξάρτητα. Είναι αρκετά αποτελεσματική ιδιαίτερα σε αυτήν την μορφή όπου χρησιμοποιήθηκε στη διαθεματική αυτή εργασία. Οι μαθητές είχαν ενεργοποιηθεί σε όλη την διάρκεια της εβδομάδας και εκτελούσαν όλες τις συμπληρωματικές εργασίες τότε, αφήνοντας την ημέρα της συνάντησης διαθέσιμη για τους ουσιαστικούς στόχους του project.

Εαν είναι χρήσιμο να οριστεί μία αναλογία ως προς τον χρόνο χρήσης ασύγχρονων και σύγχρονων μέσων επικοινωνίας, πρέπει να ειπωθεί ότι δόθηκε περισσότερη βάση στην επικοινωνία μέσω της τηλεδιάσκεψης, ενώ ο ρόλος των υπολοίπων μέσων επικοινωνίας ήταν συμπληρωματικός.

Σχήμα 4. *Παρουσίαση ιστολογίου*

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ "ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ – ΚΛΕΙΔΙΩΝ"

Το περιβάλλον μάθησης που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες του παρόντος project αποτελεί αφορμή καλλιέργειας "ικανοτήτων – κλειδιών" , όπως αυτά επιγραμματικά αναφέρθηκαν παραπάνω, σε πολλά επίπεδα: σε αυτό του ομαδοσυνεργατικού μοντέλου, του επιστημονικού τρόπου σκέψης, της αξιοποίησης εργαλείων Τεχνολογίας Πληροφόρησης και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εξ αποστάσεως επικοινωνία – μάθηση. Αν και όλα τα επίπεδα είναι εξίσου σημαντικά, θεωρούμε ότι έχουν γίνει αρκετές αναφορές και αναλύσεις για τα δύο πρώτα επίπεδα, γι' αυτό και στην παρούσα εισήγηση θα δώσουμε περισσότερο βάση στο τελευταίο.

Η καλλιέργεια "ικανοτήτων – κλειδιών" έχει ως στόχο την ολόπλευρη ανάπτυξη του μαθητή και την προετοιμασία του ως πολίτη του 21ου αιώνα (Κουμαράς κ.α. , 2012). Ο Thomas Friendman χαρακτήρισε τον κόσμο "επίπεδο", αφού πλέον έχουν μηδενιστεί οι γεωγραφικοί και επικοινωνιακοί περιορισμοί λόγω ανάπτυξης των ΤΠΕ (Haste, 2009). Ο 21ος αιώνας απαιτεί από τους νέους να κατέχουν ήδη ικανότητες για τον "επίπεδο" αυτό κόσμο.

Έχει παρατηρηθεί ότι οι νέοι στην καθημερινότητά τους έχουν από μόνοι τους εκπαιδευτεί σε τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνίας υψηλού επιπέδου, αφού αλληλεπιδρούν συνεχώς με διαδικτυακές μηχανές αναζήτησης πληροφοριών, επικοινωνούν χρησιμοποιώντας τα μέσα μαζικής δικτύωσης και γνωρίζουν να διαχειρίζονται ήδη ιστολόγια και δυναμικές ιστοσελίδες, αναρτώντας σκέψεις ή πληροφορίες σε αυτά.

Ανατρέχοντας στην παραπάνω διαδικασία που περιγράφτηκε, η αξιοποίηση των προαναφερθέντων εργαλείων τεχνολογίας, αποτέλεσαν αφορμή καλλιέργειας 'ικανοτήτων - κλειδιών'. Πιο συγκεκριμένα:

- Η χρήση του διαδικτύου ως κύρια πηγή αναζήτησης πληροφοριών βοήθησε τους μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες, κλήθηκαν να αναπτύξουν την δημιουργικότητά τους στον τρόπο αναζήτησης των πληροφοριών, να κρίνουν και να αποφασίσουν ομαδικά ποιες από αυτές ήταν οι κατάλληλες για τον στόχο που έθεσαν. Οι μαθητές ήταν αρκετά εξοικειωμένοι με την διαδικασία, αν και χρειάστηκαν συμβουλές από τους συντονιστές όπου συζητήθηκε μαζί τους το θέμα της εγκυρότητας της πηγής.
- Στην διαδικασία της τηλεδιάσκεψης, οι μαθητές κλήθηκαν να επικοινωνήσουν με απομακρυσμένο

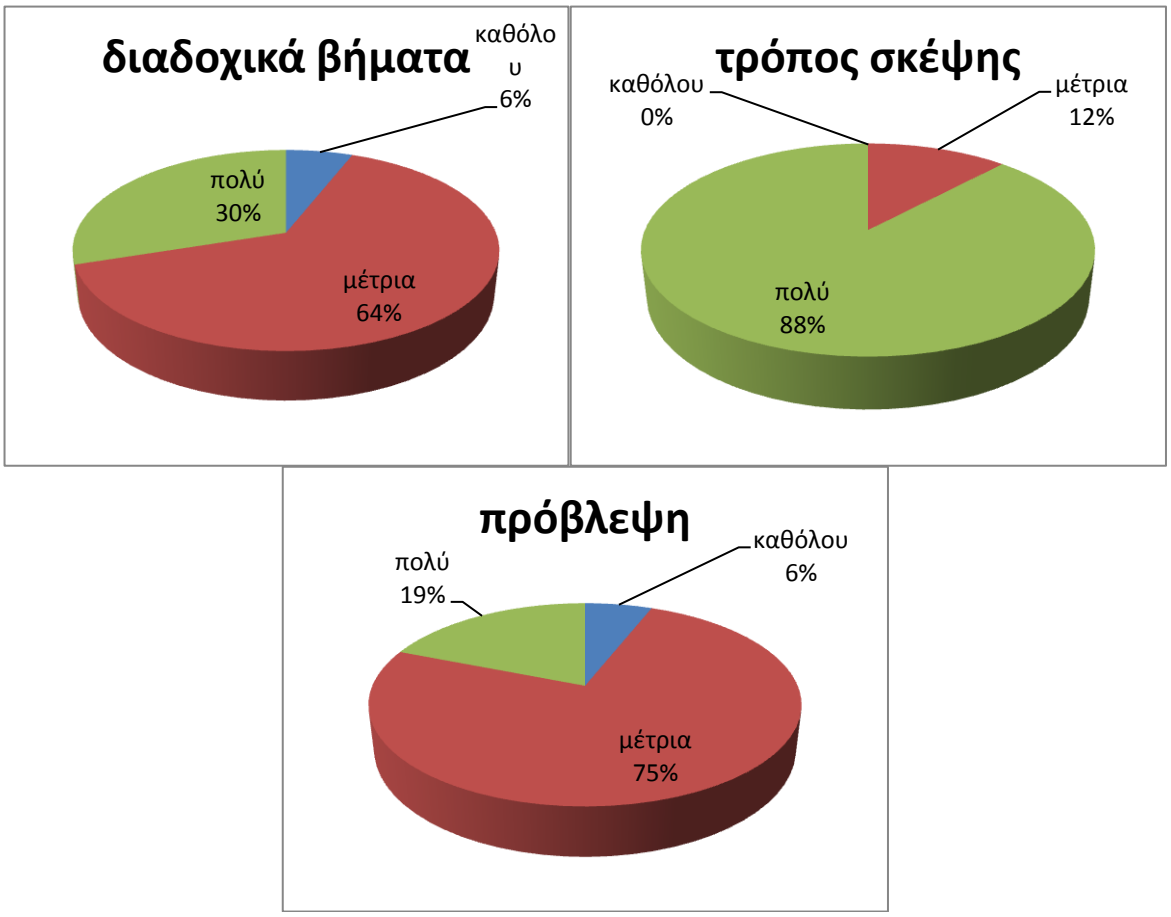
άτομο, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη εμπεριστατωμένου, ουσιαστικού και καλά συνεκτικού λόγου, μέσω του οποίου αναπτύχθηκαν κοινοί κώδικες, χρήση λέξεων κλειδιών, που αφορούσαν τους στόχους κάθε εβδομάδας. Επίσης χρειάστηκε κάποιες φορές να κάνουν επίδειξη – παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους έτσι ώστε να είναι πιο επεξηγηματικοί.

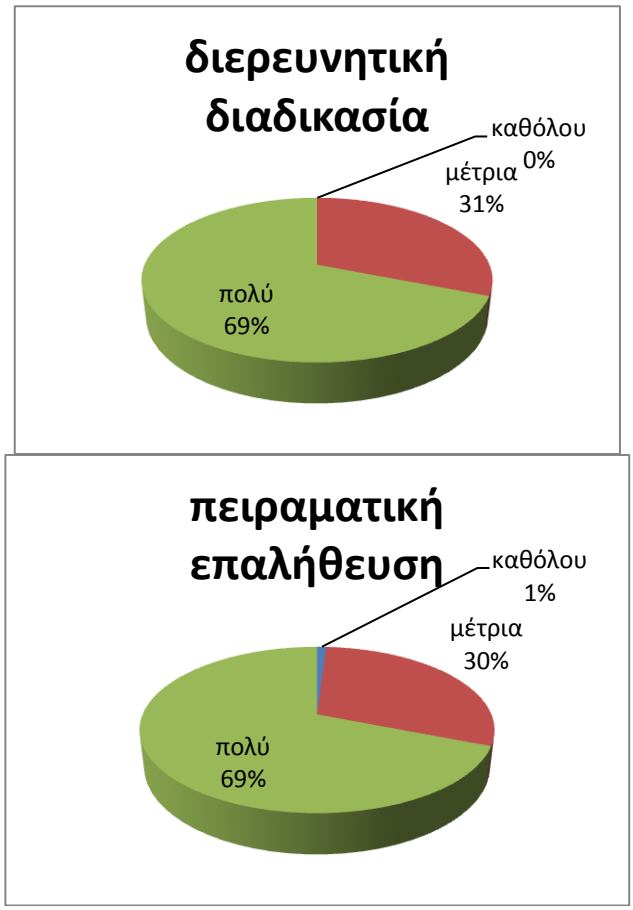
- Η χρήση του ιστολογίου, ήταν για αυτούς το εργαλείο στο οποίο ήταν εξοικειωμένοι. Οι μαθητές αναρτούσαν τα πρακτικά τους, τα αποτελέσματά τους σε άρθρα, τα οποία ήταν κείμενα συνδυασμένα με τις κατάλληλες εικόνες. Επίσης οι ομάδες έβγαλαν και δικές τους φωτογραφίες από την όλη διαδικασία, οι οποίες και χρησιμοποιήθηκαν στο ιστολόγιο. Χρειάστηκε αρκετές φορές να σχολιάσουμε και να αναπτύξουμε διάλογο μέσω των σχολίων του άρθρου που είναι διαθέσιμο από το ιστολόγιο να γίνουν, αναπτύσσοντας έτσι την ικανότητα της σωστής διατύπωσης των λόγων τους σε ένα έγγραφο.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Μετά το πέρας του project, οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο αξιολόγησης και αυτοαξιολόγησης. Αξίζει να αναφέρουμε παρακάτω κάποια αποτελέσματα:

- Ζητήθηκε από τους μαθητές να βαθμολογήσουν ποιοτικά (με κλίμακα του τύπου *καθόλου – μέτρια - πολύ*), ποια από τις λέξεις *διαδοχικά βήματα, τρόπος σκέψης, πρόβλεψη, διερευνητική διαδικασία, πειραματική επαλήθευση,* πιστεύουν ότι βρίσκεται πιο κοντά στην έννοια **Επιστημονική Μέθοδος** .Τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα:

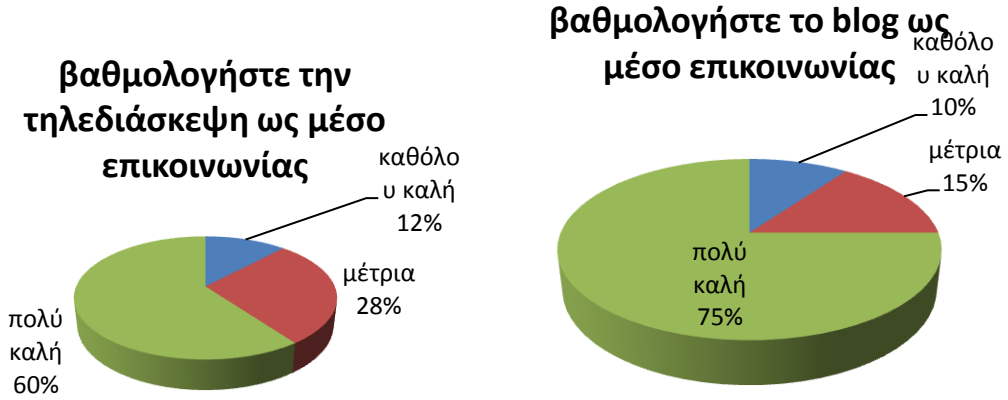




Σχήμα 5 :*Αποτελέσματα της ερώτησης «Πόσο κοντά στην έννοια Επιστημονική Μέθοδος βρίσκονται τα παρακάτω»*

Παρατηρείται ότι οι χαρακτηρισμοί :*τρόπος σκέψης* επιλέχθηκε από το 88% περίπου των μαθητών καθώς και η *διερευνητική διαδικασία , πειραματική επαλήθευση* που επιλέχθηκε από το 69% είναι αυτοί που κέρδισαν τα πρωτεία.

- Στην ερώτηση «*βάλτε χρονικά τα βήματα (συμπέρασμα, πρόβλεψη, παρουσίαση, πειραματισμός, αποδοχή ή όχι της υπόθεσης, υπόθεση) που ακολουθήσατε στο project*» , 10 στους 16 μαθητές έθεσαν τα βήματα σωστά.
- Στην αξιολόγηση των εργαλείων ΤΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση βαθμολογώντας πάλι ποιοτικά όπως παραπάνω, είχαμε τα ακόλουθα αποτελέσματα:



Σχήμα 6 :*Αποτελέσματα της ερώτησης «Αξιολογήστε τα μέσα επικοινωνίας με το Τμήμα Φυσικής»*

Αξίζει να αναφερθούμε ότι στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν υπήρχαν και τα μέσα μαζικής δικτύωσης και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο τα οποία σπάνια χρησιμοποιήθηκαν γι' αυτό και βαθμολογήθηκαν πολύ χαμηλά.

- Τέλος, βαθμολογώντας την εμπειρία τους από το μηδέν έως το δέκα (Άριστα) είχαμε τα ακόλουθα

αποτελέσματα:

Σχήμα 6 :*Αποτελέσματα της ερώτησης «Αξιολογήστε την εμπειρία σας»*

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, λοιπόν, πραγματοποιήθηκε μια συνεργασία από απόσταση του τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ και του 1ου ΓΕΛ Γιαννιτσών στο πλαίσιο διαθεματικής διερευνητικής εργασίας. Η εργασία αυτή είχε ως θέμα την μελέτη του βαθμού της ρύπανσης των Γιαννιτσών σε σχέση με τις γύρω περιοχές. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας την νοοτροπία της επιστημονικής μεθόδου. Χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός του πανεπιστημίου κατά την διάρκεια της πειραματικής διερεύνησης δειγμάτων νερού, αέρα και χώματος που συλλέχθηκαν, όπως είναι το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Η επαφή πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας εργαλεία τηλεδιασκέψεων και άλλων ασύγχρονων μέσων που βοηθούν την εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Οι μαθητές έκριναν την διαδικασία αρκετά ευχάριστη και δελεαστική, καθώς έπρεπε να χρησιμοποιήσουν εργαλεία του διαδικτύου που συνήθως συνδέονται με την καθημερινή τους ψυχαγωγία και όχι με την διαδικασία της μάθησης. Μπόρεσαν εύκολα να μυηθούν σε αυτό που αποκαλείται επιστημονική μέθοδος, από την στιγμή που συνειδητοποίησαν πως σκέφτονται επιστημονικά (χωρίς να το έχουν ορίσει έτσι) ακόμη και στην καθημερινότητά τους. Επίσης είχαν την ευκαιρία να γνωρίσουν, έστω και από μακριά, κάποιους χώρους και εργαστήρια του τμήματος Φυσικής και να συνομιλήσουν με καθηγητές του τμήματος.

Η συνεργασία ήταν επιτυχής, καθώς το πρόγραμμα και οι στόχοι είχαν τεθεί από τον καθηγητή και τον εκπρόσωπο του τμήματος επιτεύχθηκαν με μικρή καθυστέρηση. Προβλήματα που παρουσιάστηκαν, αφορούσαν την ποιότητα της διαδικτυακής σύνδεσης, έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού (καλής ποιότητας κάμερα κτλ). Κατά τα άλλα αντιμετωπίστηκαν, καθώς υπήρχαν εναλλακτικά σενάρια που είχαν προβλεφθεί και από τις δύο πλευρές. Θεωρούμε ότι με τέτοιου είδους συνεργασίες, κάνουμε μικρές προσπάθειες γεφύρωσης της δευτεροβάθμιας με την τριτοβάθμια και σε επίπεδο θεσμών, αλλά και σε ερευνητικό - ουσιαστικό επίπεδο. Η θεώρηση ότι υπάρχει χάσμα μεταξύ των δύο βαθμίδων και η έρευνα που πραγματοποιείται στα πανεπιστήμια δεν έχει κανένα αντίκτυπο – καμία εφαρμογή στα σχολεία, πρέπει να πάψει να υπάρχει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κουμαριάς Π., Πράμας Χ., Χαραλάμπους Μ. (2012) *Καλλιέργεια των "Ικανοτήτων – κλειδιών" και της ιδιότητας του πολίτη με το νέο πρόγραμμα Φυσικών Επιστημών στην Κύπρο* Σύγχρονη Εκπαίδευση – τεύχος 168, 89-108
2. Κουμαράς Π. , Κεραμιδάς Κ. , Τσεχερίδης Σ.(2011), *Προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών Στην κατεύθυνση ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΖΩΗ*, Τόμος ΙΙ: Φυσική Α' Γυμνασίου – Α' Λυκείου, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΕΠΙΚΕΝΤΡΟ Α.Ε.
3. Λιοναράκης Α. (2006) *Η θεωρία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και η πολυπλοκότητα της πολυμορφικής της διάστασης*. Στο Α.Λιοναράκης (Επιμ.) Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση – Στοιχεία Θεωρίας και πράξης, Αθήνα: Προπομπός
4. Χαραλάμπους Μ. ,Κουμαράς Παναγιώτης (2010). *Οι «ικανότητες – κλειδιά» και η καλλιέργεια τους μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.* Διδακτορική διατριβή . Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής εκπαίδευσης Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
5. Alexander, W., Higgison, C., & Mogey, N. (eds.). (1999). *Videoconferencing in teaching and learning: Case studies. LTDI and TALiSMAN. Institute of Computer-Based Learning*. Heriot-Watt University Edinburgh, SCT, 4.
6. Anastasiades, P. (2003). *Distance learning in elementary schools in Cyprus: The evaluation methodology and results. Computers & Education,* 40(1), 17-40(24).
7. Chandler, G., & Hanrahan, P. (2000). *Teaching using interactive video: creating connections*. Journal of Nursing Education, 39 , 73–80.

8. Devlin, E. Lawrence, (1989). *Distance Education is not a Discipline, 2: Distance Education as a Discipline: a Response to Holmberg*, Journal of Distance Education, Vol. 4.1/10
9. Helen Haste (2009) *What is 'competence' and how should education incorporate new technology's tools to generate 'competent civic agents' The Curriculum Journal* Vol. 20, No. 3, September 2009, 207–223
10. Kirschner P. A. & Erkens G.(2006), *Cognitive tools and mindtools for collaborative learning*, Journal of Educational Computing Research, 35, 199-209
11. Lawson E. A.(2009), *Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery*, Wiley Periodicals Inc Science Education 94, 336-364
12. Lionarakis, A. (1998). Polymorphic *Education: A Pedagogical framework for open and distance learning*., Σην Szucs A. & Wagner A., Universities in a Digital Era – Transformation, Innovation and Tradition – Roles and Perspectives of Open and Distance Learning (pp 499 – 505). European Distance Education Network, University of Bologna
13. T. Lobanova, Yu. Shunin (2008) *COMPETENCE-BASED EDUCATION – A COMMON EUROPEAN STRATEGY* Computer Modelling and New Technologies, Vol.12, No.2, 45–65 Transport and Telecommunication Institute, Lomonosova 1, LV-1019, Riga, Latvia

Συνεδρία Π3

Διδασκαλία θεμάτων από το μακρόκοσμο σε παιδιά προσχολικής ηλικίας: το διάστημα και οι πλανήτες με χρήση των ΤΠΕ

Μαρία Γκαντάκη[1], Μιχαήλ Καλογιαννάκης[2]

[1] Νηπιαγωγός, 34ο Νηπιαγωγείο Αθηνών
maria.gantaki@gmail.com
[2] Λέκτορας, Σχολή Επιστημών Αγωγής
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
mkalogian@edc.uoc.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα, παρουσιάζει μια διδακτική παρέμβαση απευθυνόμενη σε παιδιά προσχολικής ηλικίας για τη διδασκαλία θεμάτων από το μακρόκοσμο. Αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης και αναφέρεται σ' ένα δίμηνο πρόγραμμα που εφαρμόστηκε σε νηπιαγωγείο στην Αθήνα κατά το σχολικό έτος 2011-12. Οι δραστηριότητες του προγράμματος υλοποιήθηκαν με τον παραδοσιακό τρόπο αλλά και με τη βοήθεια των ΤΠΕ (Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας) ως υποστηρικτικό υλικό για ανώτερες νοητικές λειτουργίες. Με τη χρήση απλών καθημερινών υλικών και τη διεξαγωγή πειραμάτων, σε συνδυασμό με την εισαγωγή των ΤΠΕ και την εμπλοκή της οικογένειας πραγματοποιήθηκε μια συστηματική προσπάθεια να υιοθετήσουν τα παιδιά θετικές στάσεις απέναντι στις φυσικές επιστήμες και να λειτουργήσουν τα παιδιά ως μικροί επιστήμονες για τα θέματα από το μακρόκοσμο. Η ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων των παιδιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση φανερώνει ότι οι έννοιες πλανήτες και διάστημα μπορούν να εισαχθούν σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Επιπρόσθετα, μετά τη διδακτική παρέμβαση τα παιδιά είχαν μια ιδιαίτερα ικανοποιητική προσέγγιση των επιστημονικά αποδεκτών απόψεων για τα θέματα από το μικρόκοσμο που μελετήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος ενώ διαπιστώθηκε ότι εξαλείφθηκαν σε σημαντικό βαθμό οι διάφορες αρχικές παρανοήσεις τους.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Προσχολική Εκπαίδευση, Μακρόκοσμος, Διάστημα, Πλανήτες, ΤΠΕ.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι αποδεκτό ότι κατά την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία τα παιδιά είναι ικανά να αποκτήσουν σε σημαντικό βαθμό την αίσθηση των φυσικών φαινομένων αλλά και να διαμορφώσουν τα πρώτα στοιχεία από διάφορες επιστημονικές έννοιες. Θέτοντας ως αφετηρία της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών την προσχολική εκπαίδευση υποστηρίζουμε ότι για τα παιδιά αυτά η χρήση καθημερινών υλικών και απλών πειραμάτων σε συνδυασμό με τις ΤΠΕ μπορεί να βοηθήσει για να αναθεωρηθούν οι απόψεις τους για τη φυσική ως ένα απωθητικό μάθημα.

Τα παιδιά αναπτύσσουν τις καθημερινές έννοιες και τις θεωρίες τους για τον κόσμο βάσει των καθημερινών παρατηρήσεων και των συνομιλιών τους με τους ενήλικους (Brewer, Chinn & Samarapungavan, 2000) και είναι ιδιαίτερα σημαντική η σε βάθος κατανόηση της σκέψης τους. Σύμφωνα με την Καλλέρη (2009) οι βασικές επιστημονικές δεξιότητες καλλιεργούνται στα παιδιά με δραστηριότητες διερεύνησης ή και δοκιμής των ιδεών τους. Όμως, είναι σημαντικό οι διδακτικές-μαθησιακές δραστηριότητες να ανταποκρίνονται στις ειδικές ανάγκες των παιδιών (Valanides et al., 2000).

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση σχετίζεται με τη συστηματική εξερεύνηση σε αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης καθώς και με την άσκηση σε δεξιότητες όπως η παρατήρηση, η επικοινωνία και η προσπάθεια κατανόησης του κόσμου που μας περιβάλλει. Σύμφωνα με τις Solomonidou & Kakana (2000) είναι απαραίτητο να προβληματιστούμε για το σχεδιασμό διάφορων δραστηριοτήτων οι οποίες θα πρέπει να σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία, ώστε τα παιδιά προσχολικής ηλικίας να διευρύνουν το πεδίο των εμπειριών τους και να δομήσουν ορισμένες πρωτογενείς παραστάσεις, οι οποίες αργότερα θα αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία των επιστημονικών εννοιών.

Αναλυτικότερα, θέματα από το μακρόκοσμο μαθαίνουν τα παιδιά ανεπίσημα στην καθημερινή ζωή τους, πολύ πριν οποιαδήποτε άλλη επίσημη διδασκαλία (Hannust & Kikas, 2007) και μπορούν να υλοποιούν σε ικανοποιητικό βαθμό σχετικές δραστηριότητες (Sharp, 1995; 1999; Kallery, 2001). Στις μέρες μας, θεωρώντας ότι το μάθημα της φυσικής έχει γίνει βαρετό και συχνά απωθητικό για την πλειοψηφία των μαθητών/τριών σ' όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και με ιδιαίτερα χαμηλές επιδόσεις των μαθητών (Wang & Schmidt, 2001) παρουσιάζουμε μια διδακτική παρέμβαση για παιδιά προσχολικής ηλικίας, η οποία έχει ως βασικό στόχο να τα κινητοποιήσει να ασχοληθούν με θέματα από το μακρόκοσμο. Στην πρόταση αυτή επιχειρείται μια πρώτη

γνωριμία των παιδιών με το φυσικό περιβάλλον της γης και γίνεται μια συστηματική προσπάθεια εισαγωγής ποικίλων ψηφιακών μέσων για τη διδασκαλία διαφόρων θεμάτων από το μακρόκοσμο.

Ο διδακτικός σχεδιασμός καθώς και η σχετική διδακτική παρέμβαση με την έννοια της εφαρμογής σε συνθήκες πραγματικής τάξης είχε ως βασικό σκοπό σ' ένα πρώτο επίπεδο την εξοικείωση των παιδιών με τις νέες έννοιες που θα συναντούσαν και σ' ένα δεύτερο τη γνωριμία με διάφορα ψηφιακά μέσα όπως τηλεόραση, DVD, ηχοσύστημα, ηλεκτρονικός υπολογιστής, εκτυπωτής, σκάνερ, ψηφιακό μαγνητόφωνο και ψηφιακή φωτογραφική μηχανή. Επίσης, εξετάζεται εάν και σε ποιο βαθμό τα παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι ικανά να ανταπεξέλθουν σε έννοιες και φαινόμενα του μακρόκοσμου, αλλά και κατά πόσο η χρήση των ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας) μπορεί να βοηθήσει στην εισαγωγή και κατανόηση των παραπάνω εννοιών.

Στις σύγχρονες κοινωνίες τα παιδιά μεγαλώνουν μέσα σ' ένα περιβάλλον πλούσιο σε «ψηφιακά» ερεθίσματα και από μικρή ηλικία χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ σε καθημερινή βάση. Η πραγματικότητα αυτή δημιουργεί νέες ανάγκες και ιδιαίτερες απαιτήσεις για τον προαπαιτούμενο πια τεχνολογικό αλφαβητισμού του αυριανού ενήλικα (Νέα Προγράμματα Σπουδών - «Νέο Σχολείο» 2011). Η επιλογή μας για χρήση των ΤΠΕ βασίζεται στη θέση ότι οι ΤΠΕ παρέχουν στα παιδιά μαθησιακές εμπειρίες σε παιγνιώδη μορφή που έχουν σχέση με τα ενδιαφέροντα και την καθημερινή ζωή τους καθώς και το απαραίτητο υποστηρικτικό πλαίσιο για να προχωρήσουν σε ανώτερες νοητικές λειτουργίες με τη διαμεσολάβηση των ΤΠΕ (Tsitouridou & Vryzas, 2004). Συχνά, η έντονη και ενθουσιώδης στάση των παιδιών προσχολικής ηλικίας απέναντι στις ΤΠΕ σχετίζεται και με την αυθόρμητη ανάγκη τους για εξερεύνηση του «νέου» και «άγνωστου» μέσου το οποίο βλέπουν ως ένα καινούργιο παιχνίδι. Για το σχεδιασμό της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης για τα θέματα από το μακρόκοσμο υιοθετούμε επίσης τη θέση ότι η φυσική στην υποχρεωτική εκπαίδευση πέρα από γνώσεις περιεχομένου είναι σημαντικό να έχει ως αντικείμενο και τη διδασκαλία-εφαρμογή μεθοδολογίας έρευνας καθώς και τη διαμόρφωση στάσεων (Κουμαράς, 2002).

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΜΑΚΡΟΚΟΣΜΟ

Τα παιδιά, από μικρή ηλικία σχηματίζουν ορισμένες πρώιμες αντιλήψεις που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία (Solomonidou & Kakana, 2000). Η αστρονομία αποτελεί μια ιδιαίτερη ελκυστική περιοχή για τη μελέτη των παιδικών αντιλήψεων και της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής (Valanides et al., 2000; Kallery, 2001; 2011). Ένας σημαντικός αριθμός ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται στις αντιλήψεις των παιδιών για τα φαινόμενα από το μακρόκοσμο καθώς και την εννοιολογική αλλαγή των αντιλήψεών τους μετά από συστηματικές διδακτικές παρεμβάσεις (Baxter, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992; 1994; Sharp, 1995; 1999; Valanides et al., 2000; Schoultz et al., 2001; Kallery, 2001; Siegal et al., 2004; Robbins, 2005; Hannust & Kikas, 2007; Plummer, 2009; Kallery, 2011; Bryce & Blown, 2013).

Η αστρονομία αποτελεί ένα τομέα όπου πληροφορίες που συγκεντρώνονται βάσει της προσωπικής εμπειρίας (π.χ. το προφανές επίπεδο του εδάφους) έρχονται συχνά σε αντίθεση με τη σύγχρονη επιστημονική θεωρία (π.χ. η γη ως σφαίρα). Επομένως, ερευνώντας τη διαδικασία απόκτησης της γνώσης μπορούμε να προσεγγίσουμε βασικές προοπτικές για τη διαδικασία της μάθησης και της εννοιολογικής αλλαγής (Hannust & Kikas, 2007). Οι Siegal et al. (2004) θεωρούν ότι ακόμη και τα μικρά παιδιά μπορούν να καταλάβουν πραγματικά στοιχεία σχετικά με την κίνηση της γης και τους πλανήτες.

Οι Vosniadou & Brewer (1992) προσδιόρισαν τρεις τύπους μοντέλων που έχουν αναπτύξει τα παιδιά προσχολικής ηλικίας για το σχήμα της γης: το αρχικό, το συνθετικό, και το επιστημονικό. Το αρχικό πρότυπο είναι βασισμένο στην προσωπική καθημερινή εμπειρία (π.χ. να δει στην επιφάνεια της γης) και στις πεποιθήσεις που προκύπτουν από αυτή την πρόωρη εμπειρία που υποστηρίζει ότι τα αστήρικτα αντικείμενα πέφτουν προς τα κάτω. Τα παιδιά, αντιλαμβάνονται το επίπεδο έδαφος σαν να έχει μια άκρη και τέτοια πρότυπα είναι η ορθογώνια γη ή η γη-δίσκος (Vosniadou & Brewer, 1992). Επίσης, διαμορφώνουν τα συνθετικά πρότυπα αφότου εκτίθενται στις σύγχρονες επιστημονικές πληροφορίες ότι η γη είναι σφαιρική. Τα σύνθετα πρότυπα διαμορφώνονται ως αποτέλεσμα των προσπαθειών να συμφιλιωθούν οι ήδη υπάρχουσες υποθέσεις τους με τις πληροφορίες που λαμβάνουν από τους ενηλίκους. Δεδομένου ότι το σφαιρικό πρότυπο είναι αντιφατικό, τα παιδιά ερμηνεύουν την έννοια αυτού του προτύπου, διαμορφώνοντας τα συνθετικά πρότυπα όπως η διπλή γη, η κοίλη γη και η σφαίρα (Vosniadou & Brewer, 1992).

Ο Sharp (1995, 1999) εξέτασε συστηματικά τις αντιλήψεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για διαφορετικά αστρονομικά φαινόμενα αφού πρώτα είχαν διδαχθεί με διάφορες δραστηριότητες για τα φαινόμενα αυτά. Τα αποτελέσματα των ερευνών του, φανέρωσαν ότι η πλειοψηφία των παιδιών αναγνώριζαν το σχήμα της γης και του ήλιου ως σφαιρικά σχήματα και υποδείκνυαν ότι ο ήλιος είναι πολύ μεγαλύτερος από τη γη ενώ δεν παρείχαν επαρκείς εξηγήσεις για τη δημιουργία της ημέρας και της νύχτας (Sharp, 1995, 1999). Τα παιδιά τα οποία δεν ήταν ικανά να αντιληφθούν ότι η γη είναι ένα σφαιρικό σώμα, είτε πριν, είτε μετά από κάποια συστηματική διδακτική παρέμβαση, δεν έκαναν καμία προσπάθεια να εξηγήσουν τον κύκλο ημέρας/νύχτας, ως αποτέλεσμα της περιστροφής της γης γύρω από τον άξονά της (Valanides et al., 2000). Τα παιδιά πιστεύουν ότι η γη και άλλα ουράνια σώματα «στηρίζονται» στο διάστημα και οι ιδέες τους είναι συνδεδεμένες με τη

βαρύτητα (Vosniadou & Brewer, 1994). Σύμφωνα με τους Valanides et al. (2000) συχνά αποδίδουν τη μέρα και τη νύχτα στις δύο σύγχρονες κινήσεις της γης αντί στην περιστροφή της γύρω από τον άξονά της.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε σ' ένα κλασσικό τμήμα ενός ολοήμερου νηπιαγωγείου στην Αθήνα κατά το σχολικό έτος 2011-12. Το συνολικό πρόγραμμα διήρκεσε δύο περίπου μήνες (από τα μέσα Απρίλη έως το τέλος της σχολικής χρονιάς). Το βασικό θέμα «Διάστημα-Πλανήτες» που μελετήσαμε ενδιέφερε ιδιαίτερα τα παιδιά και το συζητούσαν με τη νηπιαγωγό καθ' όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς.

Για την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης και την πραγματοποίηση της σχετικής έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω ψηφιακά ως εποπτικά μέσα: ηλεκτρονικός υπολογιστής, εκτυπωτής, DVD player, ψηφιακό μαγνητοφωνάκι και ψηφιακή φωτογραφική μηχανή. Με τα συγκεκριμένα μέσα παρουσιάστηκαν τα γνωστικά αντικείμενα για τη θεματολογία «Διάστημα-Πλανήτες» με πολυμορφικό τρόπο για να κινητοποιηθεί περισσότερο το ενδιαφέρον των παιδιών. Επίσης, με τα παραπάνω μέσα ευνοείται η ενεργητική συμμετοχή των παιδιών κατά την ανεύρεση πηγών στο διαδίκτυο, με τη δυνατότητα να επαναλαμβάνουν προβολές βίντεο αλλά και χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις διαστημικών ταξιδιών. Τα προγράμματα μέσω των οποίων υλοποιήθηκαν οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις στον υπολογιστή ήταν τα ακόλουθα: Tux Paint, κειμενογράφος, Power Point, Movie Maker, Google Earth και φυλλομετρητές για τις αναζητήσεις στο διαδίκτυο.

Οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν αποσκοπούσαν στην αυτοαξιολόγηση των παιδιών σε επίπεδο γνώσης, κατανόησης και εφαρμογής, την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών/τριών καθώς και μεταξύ μαθητών/τριών και νηπιαγωγού. Σ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος δημιουργήθηκαν ερωτήσεις ανοικτού τύπου, συνεντεύξεις καθώς και ιχνογραφήματα. Ουσιαστικά, διεξάγονταν το παραδοσιακό μάθημα στη σχολική αίθουσα και στη συνέχεια η διδακτική υποστήριξη των παιδιών πραγματοποιούνταν με τη συνδρομή των διαφόρων ψηφιακών μέσων που προαναφέρθηκαν.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Βασικό αντικείμενο της έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση και αρχική καταγραφή των αντιλήψεων των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το θέμα: «Διάστημα-Πλανήτες». Με βάση αυτή την ανίχνευση ακολούθησε ο σχεδιασμός και η σχετική διδακτική παρέμβαση και πραγματοποιήθηκε μετα-έλεγχος, για να αξιολογηθεί εκπαιδευτικός σχεδιασμός και να καταγραφούν οι διαφοροποιήσεις στις αρχικές αντιλήψεις των νηπίων. Αξιοποιώντας την πλούσια φαντασία των παιδιών, καθώς πραγματοποιήθηκε εισαγωγή στο θέμα με το γράμμα ενός εξωγήινου φίλου και με την κατάλληλη εκπαιδευτική μεθοδολογία (διδακτική παρέμβαση και χρήση των ΤΠΕ), έγινε συστηματική προσπάθεια να διαπιστωθεί ο βαθμός στον οποίο η διδακτική παρέμβαση τροποποίησε τις αρχικές αντιλήψεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα θέματα που μελετήθηκαν.

Ως βασικό ερευνητικό μεθοδολογικό εργαλείο, επιλέχθηκε η ημιδομημένη συνέντευξη αφού παρέχει πληροφορίες που αναδεικνύουν τις προσωπικές αντιλήψεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας και τα βιώματά τους, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει με τη μεθοδολογία της ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου των απαντήσεων να ερμηνεύσουμε τις γνώσεις τους για τα φυσικά φαινόμενα του μακρόκοσμου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (Cohen & Manion, 1994).

Η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση βασίστηκε στο «κατασκεύασμα» ενός φανταστικού εξωγήινου φίλου των παιδιών. Στο γράμμα του αφηγείται την προσωπική του εμπειρία από τον κατεστραμμένο περιβαλλοντικά πλανήτη του. Για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των παιδιών χρησιμοποιήθηκε μια απλή κλίμακα (σχήμα 1), λόγω του σύνθετου θέματος που μελετάμε, για τις απαντήσεις των παιδιών κατά τον προ-έλεγχο και το μετα-έλεγχο. Η κλίμακα αυτή βοήθησε στην αρχική τυπολογία των δεδομένων που προέκυψαν για τις αντιλήψεις των παιδιών για το διάστημα και τους πλανήτες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Σχήμα 1: Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των παιδιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Οι συνεντεύξεις των παιδιών ήταν ατομικές και συνοδεύτηκαν από αντίστοιχες ζωγραφιές. Τα ερωτήματα που τέθηκαν αποτέλεσαν τη βάση για το ερωτηματολόγιο πάνω στο οποίο στηρίχθηκαν οι συνεντεύξεις πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι ζωγραφιές χρησιμοποιήθηκαν, εκτιμώντας ότι στη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα τα παιδιά εκφράζονται με λέξεις και όρους που δεν αποτυπώνουν πάντα την πραγματική διάσταση των αντικειμένων, κάτι που μπορεί να γίνει σαφέστερο και πιο αντιπροσωπευτικό μέσα από το ιχνογράφημά τους.

Αναλυτικότερα, για την ανίχνευση των αντιλήψεων των παιδιών διατυπώθηκαν πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση τα ακόλουθα ερωτήματα:

ΔΙΑΣΤΗΜΑ	**ΠΛΑΝΗΤΕΣ**
Τι είναι αστέρι;	Τι είναι πλανήτης;
Τι είναι ατμόσφαιρα;	
Τι είναι βαρύτητα;	Πόσους πλανήτες έχει το ηλιακό μας σύστημα;
Τι είναι μετεωρίτης;	
Τι είναι κομήτης;	Ποιές είναι οι ονομασίες των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος;
Τι είναι το βόρειο σέλας;	
Τι είναι η μαύρη τρύπα;	
Τι είναι αστροναύτης;	Ποιά είναι τα χαρακτηριστικά του κάθε πλανήτη;
Τι είναι αστεροσκοπείο;	
Τι είναι γαλαξίας;	Μπορεί να υπάρχει ζωή σε κάποιον πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος;
Τι είναι ηλιακό σύστημα;	
Πώς δημιουργήθηκε το διάστημα;	
Τι είναι αστέρι;	Τι σχήμα έχει η γη;
Πεθαίνουν τα αστέρια;	
Τι είναι νεφέλωμα;	
Τι είναι κρατήρας;	

Πίνακας 1: Βασικά ερωτήματα για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για το διάστημα και τους πλανήτες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης και επιλέχθηκαν τα θέματα από το μακρόκοσμο λόγω του υψηλού ενδιαφέροντος που δείχνουν για αυτά τα παιδιά προσχολικής ηλικίας. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 20 μαθητές/τριες ενός ολοήμερου νηπιαγωγείου στην Αθήνα. Το τμήμα ήταν κλασσικό και αποτελούνταν από 19 νήπια και 1 προνήπιο (12 κορίτσια, 8 αγόρια), εκ των οποίων 6 ήταν αλλοδαπά. Το μαθησιακό επίπεδο των παιδιών μπορεί να χαρακτηριστεί μέτριο προς καλό. Θεωρούμε ότι με την προτεινόμενη ουσιαστικά διαθεματική εξέταση του θέματος παρέχεται η ευκαιρία στα παιδιά, ειδικά στο χώρο του νηπιαγωγείου όπου υπάρχει η ευελιξία του προγράμματος, να ασχοληθούν θέματα από τις φυσικές επιστήμες τα οποία τους αρέσουν και κυρίως έχουν νόημα για τα ίδια τα παιδιά.

ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

Η διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε περιελάμβανε τρία επιμέρους στάδια όπως τα έχουμε περιγράψει αναλυτικότερα σε παλιότερη εργασία μας (Καλογιαννάκης κ.ά., 2011):

(α) Εκκίνηση, (β) Εξέλιξη, (γ) Ολοκλήρωση του προγράμματος.

Οι βασικοί στόχοι της διδακτικής παρέμβασης, όπως διατυπώθηκαν στο βασικό στάδιο κατά τον αρχικό σχεδιασμό ήταν οι ακόλουθοι:

- η αξιοποίηση της περιέργειας και του εσωτερικού κινήτρου των παιδιών για τη διερεύνηση του κόσμου που μας περιβάλλει,

- η υποστήριξη του επιστημονικού «γραμματισμού» ώστε τα παιδιά να μπορούν να διερευνούν συστηματικά και να κατανοούν βασικές λειτουργίες, να επιλύουν προβλήματα, να διαμορφώνουν κριτική στάση και να λαμβάνουν αποφάσεις που υποστηρίζουν την ανάδειξη της αλληλεξάρτησης επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας,
- η ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στην επιστήμη και την οργάνωση των εμπειριών με συστηματικό τρόπο,
- η πρώτη «οργανωμένη» επαφή με την επιστήμη της αστρονομίας καθώς και
- η ευαισθητοποίηση των παιδιών σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο για θέματα που αφορούν στη διατήρηση ή την καταστροφή ενός ολόκληρου πλανήτη. Επίσης, είναι σημαντικό να συνειδητοποιηθεί η άρρηκτη σχέση της ζωής του ανθρώπου με τα στοιχεία της φύσης.

Αναλυτικότερα, ο διδακτικός σχεδιασμός ολόκληρης της διδακτικής παρέμβασης αναπτύχθηκε σε τρεις επιμέρους φάσεις τις οποίες θα αναλύσουμε στη συνέχεια:

1η Φάση: με τη μέθοδο καταιγισμού ιδεών (“brainstorming”) σχεδιασμός ενός αραχνογράμματος, καταγράφοντας τις αρχικές αντιλήψεις των νηπίων αλλά και τα βασικά ερωτήματα που τα ίδια τα παιδιά ενδιαφέρονταν να μελετήσουν και να απαντήσουν.

2η Φάση: υλοποίηση της δράσης που παράχθηκε από τα ίδια τα παιδιά, μέσα από τη διερεύνηση και τον εμπλουτισμό του θέματος της διδακτικής παρέμβασης.

3η Φάση: πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης.

1η ΦΑΣΗ: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Στη φάση αυτή πραγματοποιήθηκε η καταγραφή των προϋπαρχουσών αντιλήψεων και γνώσεων των παιδιών μέσω κατάλληλα διαμορφωμένου ερωτηματολογίου και των ζωγραφιών τους γύρω από το θέμα του διαστήματος και των πλανητών. Με τη μέθοδο του «καταιγισμού ιδεών» (“brainstorming”), διερευνήθηκαν οι προϋπάρχουσες γνώσεις των παιδιών για τη γη, το διάστημα και τους πλανήτες θέτοντας τα παρακάτω ερωτήματα:

- «τελειώνει κάπου ο ουρανός;»
- «αν πάρουμε ένα αεροπλάνο και ταξιδέψουμε στον ουρανό, κάποια στιγμή θα χτυπήσουμε το κεφάλι μας σ’ αυτόν ή όχι;»
- «πού είναι το διάστημα και πώς είναι;»
- «τι σχήμα έχει η γη;»
- «πώς στέκονται οι άνθρωποι, τα σπίτια, τα αυτοκίνητα και οι θάλασσες πάνω στη γη;»
- «πώς στέκεται η γη και οι άλλοι πλανήτες στο διάστημα;»

2η ΦΑΣΗ: ΣΥΛΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ

Η συλλογή του υλικού πραγματοποιήθηκε από τα ίδια τα παιδιά και κομβικό σημείο του σχεδιασμού ολόκληρης της παρέμβασης ήταν η προώθηση της διερεύνησης και της ανακάλυψης καθώς αναζήτησαν απαντήσεις στα ερωτήματα που τα ίδια είχαν αρχικά διαμορφώσει αλλά και για αυτά που είχαν διαμορφωθεί από κοινού με τη συμμετοχή της νηπιαγωγού. Τα παιδιά με τη νηπιαγωγό επεξεργάστηκαν αρχικά το γράμμα ενός εξωγήινου που βρήκαν ένα πρωί στην πόρτα του σχολείου τους. Έτσι, πραγματοποιήθηκε μια πρώτη γνωριμία με το θέμα, καθώς αναφέρονταν στο γράμμα οι νέες έννοιες και τα φυσικά φαινόμενα με τα οποία θα ασχολούνταν (πλανήτης, γαλαξίας, αστερισμοί, κατεστραμμένη ατμόσφαιρα, κ.ά.). Στη συνέχεια, ακολούθησε η υλοποίηση δραστηριοτήτων με έρευνα πεδίου, καταγραφές και πραγματοποίηση πειραμάτων που συντέλεσαν στην εμπειρική εμπέδωση των νέων εννοιών.

Αναλυτικότερα, αποφασίστηκε να γράψει η τάξη ένα γράμμα-απάντηση στον εξωγήινο φίλο το Ζαγκ. Το στοιχείο αυτό ώθησε τα παιδιά να συλλέξουν πληροφοριακό υλικό ψάχνοντας στο διαδίκτυο καθώς και σε βιβλιοθήκες ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τον τομέα της γλώσσας. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης δόθηκε αρκετές φορές η ευκαιρία για ανάπτυξη στον τομέα της δημιουργίας και έκφρασης. Συγκεκριμένα, υλοποιήθηκαν:

- αναπαράσταση της γης στο διάστημα (κολλάζ με ψηφίδες),
- τα παιδιά δημιούργησαν τους εαυτούς τους ως αστροναύτες με τη μέθοδο του κολλάζ (εφημερίδες, καπάκια, άχρηστο υλικό),
- κάθε παιδί κατασκεύασε ατομικά το δικό του διαστημόπλοιο (ρολά από χαρτί υγείας, κουτιά από κόλλες),
- κατασκευάστηκε ένα τεράστιο ομαδικό διαστημόπλοιο για να χωρέσει ολόκληρη την αποστολή,
- πραγματοποιήθηκαν εργασίες με διάφορα υλικά (παστέλ, μαρκαδόρους, πλαστελίνη, πηλό) με θέμα εμπνευσμένο από το υλικό που είχε συγκεντρωθεί για το διάστημα και τους πλανήτες,
- αναρωτήθηκαν αρχικά τα παιδιά για το αν υπάρχει εξωγήινη ζωή και στη συνέχεια ζωγράφισαν τι μορφή θα μπορούσε να έχει αυτή η ζωή,

- για να κατανοήσουν καλύτερα το ηλιακό μας σύστημα και τη θέση των πλανητών μέσα σ' αυτό, έφτιαξαν μια «κρεμαστή» μακέτα με μπαλόνια - πλανήτες,

- με βάση το υλικό που είχε συγκεντρωθεί και με «όπλο» τη φαντασία και την περιέργεια των παιδιών δημιούργησαν μια μαύρη τρύπα,

- για να γίνουν κατανοητές οι συνθήκες που επικρατούν σε κάθε πλανήτη, χωρίστηκαν σε ομάδες και «κατασκεύασαν» τους πλανήτες χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά (χώμα, πηλό, πλαστελίνη), έτσι ώστε να μοιάζουν με τους αληθινούς πλανήτες.

Στο πλαίσιο του θεάτρου-δραματικής τέχνης και φυσικής αγωγής, έγιναν μιμήσεις της θέσης και της περιστροφής των πλανητών γύρω από τον εαυτό τους, αλλά και γύρω από τον ήλιο, σε μια προσπάθεια να μελετηθεί το φαινόμενο μέρα-νύχτα, αλλά και δραματοποιήσεις (διαστημική αποστολή σ' όλους τους πλανήτες και Bing-Bang). Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε προβολή του ντοκιμαντέρ «η Οδύσσεια του Διαστήματος» στοιχείο που πυροδότησε περισσότερο το ενδιαφέρον των παιδιών και οδήγησε σε «αδιέξοδα» ερωτήματα και στην εισαγωγή νέων εννοιών όπως βαρύτητα, ατμόσφαιρα, μετεωρίτες, κομήτες, μαύρες τρύπες, κ.ά.).

Με βάση το σύνολο των παραπάνω στοιχείων δημιουργήθηκε η ανάγκη για πειράματα και οργανώθηκαν συνολικά πέντε πειραματικές διαδικασίες για να προσεγγιστούν και να μελετηθούν οι έννοιες της ατμόσφαιρας και της βαρύτητας. Με απλά υλικά πραγματοποιήθηκαν ρίψεις αντικειμένων ποικίλων μεγεθών από διαφορετικά ύψη για να επιβεβαιώσουν αν τελικά όλα τα υλικά πέφτουν προς τα κάτω. Επίσης, παρομοιάσαμε τη γη μ' έναν κουβά και αφού του βάλουμε νερό, πειραματιστήκαμε με διαφορετικές κινήσεις και περιστροφές, μιμούμενοι την περιστροφή της γης προσπαθώντας να καταλάβουμε εάν κινείται και με ποιον τρόπο (αργά-γρήγορα) αλλά και για να δώσουμε απάντηση στο ερώτημα «γιατί οι θάλασσες δεν χύνονται στο διάστημα αφού η γη δεν είναι σταθερή». Τα περισσότερα πειράματα και η εξέλιξή τους ξεκίνησαν και καθοδηγούνταν από τις απορίες, ιδέες, προβληματισμούς και προτάσεις των ίδιων των παιδιών.

Στη συνέχεια, τα παιδιά με τη βοήθεια της νηπιαγωγού κατέγραψαν τα αποτελέσματά τους και προχώρησαν στην κατασκευή πέντε βιβλίων με τους παρακάτω τίτλους:

- «Το βιβλίο του τρομακτικού».
- «Άραγε η γη θα συνεχίσει να υπάρχει μετά από εκατομμύρια χρόνια;»
- «Εμπνέομαι και ζωγραφίζω ό,τι μου αρέσει από το ταξίδι μας στο σύμπαν».
- «Το παραμύθι των δεινόσαυρων».
- «Τι βλέπω από το παράθυρο του διαστημοπλοίου μου στο διάστημα;»

Αναπτύχθηκε έτσι, η καλλιέργεια της προφορικής έκφρασης με συζητήσεις και προβληματισμούς για τα θέματα από το μακρόκοσμο, με αφηγήσεις των ιστοριών που δημιουργήθηκαν, αλλά και με την εισαγωγή του νέου λεξιλογίου, όπου το αναγνώριζαν σε χειρόγραφα και έντυπα έγγραφα. Ο τομέας της γλώσσας ενεργοποιήθηκε μ' ένα παιχνίδι που πραγματοποίησε η νηπιαγωγός με καρτέλες. Τα παιδιά κλήθηκαν σ' ένα πίνακα αναφοράς με φωτογραφίες των νέων εννοιών και αντικειμένων που συναντήθηκαν, να εντοπίσουν τη σωστή ερμηνεία και να την αντιστοιχίσουν με τη σωστή εικόνα.

Ο γραπτός λόγος καλλιεργήθηκε με τη βοήθεια της νηπιαγωγού γράφοντας το γράμμα στο νέο φίλο της τάξης, το Ζαγκ. Αργότερα, και χωρίς κάποια βοήθεια, αλλά με αναδυόμενη γραφή χωριστήκαν σε ομάδες και δημιούργησαν δύο αφίσες. Στη μια κατέγραψαν τα μέτρα προστασίας του πλανήτη (για να μην καταστραφεί και η γη όπως ο πλανήτης του Ζαγκ), και στην άλλη τις πράξεις που κάνουν οι άνθρωποι και καταστρέφουμε τον πλανήτη, εμπλέκοντας και τον τομέα του περιβάλλοντος (φυσικό και ανθρωπογενές), καλλιεργώντας ουσιαστικά την οικολογική συνείδηση. Προς το τέλος της διδακτικής παρέμβασης τα παιδιά αποφάσισαν να φτιάξουν το «Βιβλίο των Πλανητών», όπου κατέγραφαν όσες πληροφορίες είχαν μάθει κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Οι καταγραφές έγιναν με τη μέθοδο της αναδυόμενης γραφής στις ομάδες, χωρίς την παραμικρή βοήθεια της νηπιαγωγού.

Ο τομέας των μαθηματικών προσεγγίστηκε με σειροθετήσεις των πλανητών κατά μέγεθος αλλά και με βάση τη θέση τους σε σχέση με τον ήλιο. Υλοποιήθηκε πάζλ αφού τα παιδιά ζωγράφισαν σε μεγάλο μακετόχαρτο πώς φαίνεται η γη από το διάστημα και στη συνέχεια την έκοψαν σε μικρά κομμάτια πάζλ. Επίσης, δημιουργήθηκαν πίνακες για να καταγράψουν τα ευρήματά τους από την πειραματική διαδικασία και χωρίστηκαν σε ομάδες στα πλαίσια του καταμερισμού των διάφορων εργασιών. Επιπλέον, όταν ολοκληρώθηκε η διδακτική παρέμβαση, σχεδιάστηκε και οργανώθηκε με την καθοδήγηση της νηπιαγωγού έκθεση μ' όλα τα έργα και τις εργασίες των παιδιών και με μια μεγάλη γιορτή με καλεσμένους τους γονείς των παιδιών.

Στο πεδίο της πληροφορικής, σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν με τη χρήση των ΤΠΕ οι ακόλουθες δραστηριότητες:

- Αναζήτηση πληροφοριακό υλικού για τους πλανήτες στο διαδίκτυο.

- Αναζήτηση εικόνων των πλανητών, του διαστήματος, των υπόλοιπων ουράνιων σωμάτων και των γαλαξιών.

- Συγγραφή με τον κειμενογράφο των ονομάτων των πλανητών, καθώς και νέων εννοιών που συνάντησαν και επεξεργάστηκαν.

- Πραγματοποίηση προβολής του εκπαιδευτικού DVD «Η Οδύσσεια του Διαστήματος».

- Υλοποίηση προσομοιώσεων ταξιδιών πάνω από τον πλανήτη μέσω του προγράμματος Google Earth.

- Τα παιδιά έγιναν αστροναύτες και μέσω του λογισμικού Power Point τους «έβαλαν» κίνηση και ταξίδεψαν στο φόντο των πλανητών που προεπέλεξαν.

- Με παραδοσιακές διδακτικές μεθόδους ζωγραφικής αλλά και με το Tux Paint δημιουργήθηκαν επιμέρους «βιβλία» και μερικά από αυτά αναρτήθηκαν στο διαδίκτυο (Issuu, 2012).

- Με τις πληροφορίες που βρέθηκαν για το ηλιακό μας σύστημα δημιουργήθηκε το «Βιβλίο των Πλανητών» όπου με τη βοήθεια ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής και επαγγελματικού τριπόδου σε συνδυασμό με το Movie Maker μετέτρεψαν το «Βιβλίο των Πλανητών» σε Animation το οποίο αναρτήθηκε Youtube (2012).

- Αφού ολοκληρώθηκε το Animation τα παιδιά κατέγραψαν σε ψηφιακό μαγνητοφωνάκι όλες τις γνώσεις τους για να δημιουργηθεί το επιστημονικό γλωσσάρι με το οποίο θα ολοκλήρωνε το «Βιβλίο των Πλανητών».

Στα πλαίσια των παραπάνω δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης, υπήρξε καθοδήγηση από τη νηπιαγωγό όποτε κρίνονταν απαραίτητο. Ήταν σημαντικό τα παιδιά να μπορέσουν να προβληματιστούν και κατ' επέκταση να κατανοήσουν τις συνέπειες που μπορεί να έχουν οι πράξεις μας στη μελλοντική εξέλιξη της ζωής και του κόσμου μας όπως τον ξέρουμε μέχρι τώρα και τις αλλαγές που μπορούν να επιφέρουν. Ο ρόλος της νηπιαγωγού ήταν υποστηρικτικός, κυρίως για να βοηθήσει τα παιδιά να κατανοήσουν πώς να δημιουργούν και πώς μαθαίνουν μέσα από προσωπική και ομαδική συμμετοχή και αναζήτηση.

3η ΦΑΣΗ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Ο βαθμός επιτυχίας μιας διδακτικής παρέμβασης καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την αξιολόγησή της. Η αξιολόγηση της παρέμβασης και η καταγραφή των αντιλήψεων των παιδιών για τα φαινόμενα και τις έννοιες που μελετήθηκαν (μετα-έλεγχος) πραγματοποιήθηκε με βάση τα ίδια ερωτήματα που χρησιμοποιήθηκαν και στον προ-έλεγχο, με τη χρήση της ζωγραφικής, της καταγραφής με τη μέθοδο της αναδυόμενης γραφής ως πληροφοριακό υλικό στο «Βιβλίο των Πλανητών», καθώς και την ατομική συνέντευξη των παιδιών για να δημιουργηθεί το επιστημονικό γλωσσάρι. Ειδικότερα, επισημάνθηκαν τα παρακάτω στοιχεία:

- Οι αλλαγές σε στάσεις, αντιλήψεις και γνώσεις των παιδιών για το θέμα «Διάστημα-Πλανήτες».

- Η ανάπτυξη στάσεων και συμπεριφορών ευαισθητοποίησης προς τους «πληγέντες» εξωγήινους.

- Η συνειδητοποίηση των ευρύτερων επιπτώσεων στο περιβάλλον και στους ανθρώπους από την αλόγιστη σπατάλη φυσικών πόρων και τη μόλυνση του περιβάλλοντος.

- Η άντληση πληροφοριών από όποιο μέσο υπήρχε στη διάθεση των νηπίων (βιβλία, διαδίκτυο, φωτογραφίες και DVD).

Στη συνέχεια, εξετάστηκε αναλυτικότερα εάν και σε ποιο βαθμό συνδέθηκαν και ικανοποιήθηκαν οι στόχοι του ΔΕΠΠΣ (2003) για το νηπιαγωγείο. Συγκεκριμένα σε ποιο βαθμό τα νήπια:

- Ανέπτυξαν δεξιότητες, στην ανάγνωση, στη γραφή, στα μαθηματικά, στη γλωσσική καλλιέργεια στον προφορικό λόγο, στη δημιουργική έκφραση, στη χρήση των ΤΠΕ, και στη γνώση στις φυσικές επιστήμες σε σχέση με το διδακτικό αντικείμενο της παρέμβασης;

- Ανέπτυξαν στρατηγικές και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, λήψης αποφάσεων και κριτική σκέψη;

- Κατάφεραν να συνδέσουν τη συγκεκριμένη παρέμβαση με τους ευρύτερους στόχους των φυσικών επιστημών;

- Μπορούσαν να αναγνωρίζουν και να περιγράφουν γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, να χρησιμοποιούν μοντέλα αναπαράστασης των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας της γης και των πλανητών (μακέτες, ανάγλυφους χάρτες);

- Ήταν ικανά να αναγνωρίζουν το σφαιρικό σχήμα ως το καταλληλότερο για να απεικονίσουν τον πλανήτη γη, τον ήλιο και τους άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος;

- Κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν μοντέλα αναπαράστασης της γης σε σχέση με τον ήλιο και την κίνησή της γύρω απόν τον εαυτό της για να περιγράψουν την εναλλαγή μέρας-νύχτας, να πραγματοποιήσουν πειράματα και να παρατηρήσουν αναλυτικά τα αποτελέσματα;

- Ήταν ικανά να εκφραστούν με δραματοποιήσεις, συγγραφή βιβλίων και κατασκευών για τα θέματα από τα μακρόκοσμο που μελετήθηκαν;

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην ποιοτική ανάλυση περιεχομένου που πραγματοποιήσαμε στο πρωτογενές υλικό των συνεντεύξεων της έρευνας (Cohen & Manion, 1994) αναζητήθηκαν μέσα από τις απαντήσεις των παιδιών οι αντιλήψεις τους για τα διάφορα θέματα από το μακρόκοσμο.

Αναλυτικότερα, παρουσιάζουμε τις απαντήσεις των παιδιών για τα παρακάτω θέματα που μελετήθηκαν.

ΔΙΑΣΤΗΜΑ

Όπως διαπιστώθηκε, πριν από τη διδακτική παρέμβαση η συντριπτική πλειονότητα των παιδιών (18 απαντήσεις) παρέπεμπαν στο μη αποδεκτό επιστημονικό τρόπο επεξήγησης των θεμάτων από το μικρόκοσμο και υπήρχε ουσιαστικά άγνοια για αυτό το θέμα:

«… η ατμόσφαιρα είναι κάτι που έχει ατμούς» (Σωτήρης, 5 ετών),

«… βαρύτητα είναι κάτι που έχει βάρος» (Μάριος, 5 ετών),

«… αστέρι είναι αυτό που λάμπει στον ουρανό» (Αλεξία, 5,5 ετών),

«… μαύρη τρύπα είναι μια τρύπα που είναι μαύρη» (Μελαχροινός, 5,5 ετών),

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο στην ερώτηση «τι είναι αστροναύτης», οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών/τριών (13 παιδιά) παρέπεμπαν σε αποδεκτό επιστημονικό τρόπο επεξήγησης:

«… αυτός που πετάει στο διάστημα» (Αμαλία, 4,5 ετών),

«… φεύγει με το διαστημόπλοιο και πάει στον ουρανό, στο διάστημα» (Ηλέκτρα, 5,5 ετών),

«… φοράει ειδική στολή και πάει στο διάστημα» (Κωνσταντίνος, 5 ετών).

Επίσης, θα πρέπει να επισημανθεί ότι η πλειοψηφία των κοριτσιών (8 από τα 12) δεν έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αναζήτηση απαντήσεων στα ερωτήματα που τέθηκαν για τα θέματα από το μακρόκοσμο. Παράλληλα φάνηκε να εμφανίζεται μια σχετική δυσκολία στη σύλληψη των νέων εννοιών, σε αντίθεση με το σύνολο των αγοριών που εργάστηκαν με μεγαλύτερο ενδιαφέρον από την αρχή της διδακτικής παρέμβασης και αποδείχτηκαν πιο ελαστικοί και «δεκτικοί» στο να αποδεχτούν τη νέα γνώση.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση, βρέθηκαν 19 επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις για την ερμηνεία και την κατανόηση των θεμάτων από το μακρόκοσμο. Αναλυτικότερα, μερικές από τις απαντήσεις ήταν οι ακόλουθες:

«... ατμόσφαιρα είναι ένα στρώμα αέρα που μας προστατεύει από τον ήλιο και τους μετεωρίτες» (Κωνσταντίνος Μ., 5 ετών),

«… βαρύτητα είναι αυτό που κάνει τα πράγματα να έχουν βάρος και να μην αιωρούνται» (Λητώ, 5,5 ετών),

«… η βαρύτητα είναι όπως ο μαγνήτης, μας κρατάει κολλημένους στη γη» (Κωνσταντίνος Φ., 5,5 ετών),

« …όλα τα αστέρια είναι ήλιοι» (Δέσποινα, 5,5 ετών),

«… ο κομήτης είναι ένας βράχος που τρέχει πολύ γρήγορα και κάνει ουρά από άλλα πολύ μικρά βραχάκια και μπορεί και από κομματάκια πάγο» (Μάριος, 5,5 ετών),

«… το βόρειο σέλας είναι κάτι μικρά κομματάκια που φεύγουν από τον ήλιο και πάνε πάνω στη γη και δημιουργούνε στον ουρανό υπέροχα χρώματα» (Αφροδίτη, 5,5 ετών),

«… η μαύρη τρύπα είναι κάτι που ρουφάει ό,τι βρίσκεται κοντά της» (Σωτήρης, 5,5 ετών),

«… η μαύρη τρύπα ρουφάει όλο το φως» (Δημήτρης, 5 ετών)

Επιπλέον, στις ζωγραφιές που συνόδευαν τις απαντήσεις τους, όλα τα παιδιά ζωγράφισαν εικόνες που σχετίζονταν με την εισαγωγή των νέων εννοιών με τρόπο συμβατό στην ηλικία και το επίπεδο σχεδιαστικής έκφρασης.

ΠΛΑΝΗΤΕΣ

Ως προς τις ερμηνείες που δόθηκαν για τη θέση και τη γεωμορφολογία των πλανητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειονότητα των παιδιών (19 παιδιά), παρέπεμπαν στο μη αποδεκτό επιστημονικό τρόπο εξήγησης και δεν γνώριζαν ν' απαντήσουν σε καμία ερώτηση εκτός από το «αν υπάρχει ζωή στο διάστημα», όπου τα μισά (10) παιδιά απάντησαν θετικά, αναφέροντας ότι υπάρχει αιτιολογώντας όλα με τον ίδιο τρόπο την άποψή τους:

«… εγώ έχω δει εξωγήινο ..στην τηλεόραση, αλλά τον είδα, υπάρχει!» (Αλέξης, 5,5 ετών),

«… κι εγώ τον έχω δει σε ταινία» (Αλεξία, 5,5 ετών),

Στην ερώτηση για το σχήμα της γης, πριν τη διδακτική παρέμβαση μόνο 5 παιδιά έδωσαν απαντήσεις κοντά στις επιστημονικά αποδεκτές θέσεις:

«… η γη είναι στρογγυλή» (Δημήτρης, 5 ετών),

«… η γη είναι σαν μπάλα» (Σωτήρης, 5,5 ετών),

«… η γη έχει σχήμα σαν αυγό» (Κωνσταντίνος Χ., 5,5 ετών).

Κατά την ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των παιδιών που αφορούσαν τους πλανήτες μετά τη διδακτική παρέμβαση, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά σχεδόν στο σύνολό τους κατανόησαν ικανοποιητικά τις βασικές έννοιες (19 αποδεκτές απαντήσεις) και τις κατέγραψαν στο «Βιβλίο των Πλανητών» που δημιούργησαν (Youtube, 2012).

Σε μια περίπτωση, όπως προηγουμένως με την έννοια του διαστήματος, όπου δεν υπήρχε επιστημονικά αποδεκτή απάντηση μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οφείλεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τη γενικότερη μειωμένη ωρίμανση που εμφάνιζε το συγκεκριμένο νήπιο σε σχέση με τα άλλα παιδιά. Παρόλα αυτά και στη συγκεκριμένη περίπτωση, στις ζωγραφιές του παιδιού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, σημειώθηκε σημαντική βελτίωση ως προς την προσέγγιση του επιστημονικά αποδεκτού προτύπου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι διαπιστώθηκε πλήρης συνειδητοποίηση των μέτρων προφύλαξης για τη ζωή μας στη γη αλλά και των πράξεων που καταστρέφουν τον πλανήτη μας, αποκτώντας έτσι πολύτιμη οικολογική συνείδηση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, διαπιστώνεται ότι έννοιες από το μακρόκοσμο ικανοποιούν ιδιαίτερα τα παιδιά και αποτελούν θέματα που μπορούν να προσεγγιστούν από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Το στοιχείο αυτό επιβεβαιώνει πολλές άλλες σχετικές έρευνες (Baxter, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992; 1994;

Sharp, 1995; 1996; Valanides et al., 2000; Schoultz et al., 2001; Kallery, 2001; Siegal et al., 2004; Robbins, 2005; Hannust & Kikas, 2007; Plummer, 2009; Kallery, 2011; Bryce & Blown, 2013). Μέσα από την προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση η νηπιαγωγός φαίνεται να μπορεί να μειώσει τις όποιες αρχικές παρανοήσεις είχαν διαμορφώσει τα παιδιά για τους πλανήτες και το διάστημα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας φανερώνουν ότι ο βαθμός προσέγγισης των επιστημονικά αποδεκτών απόψεων για το διάστημα και τους πλανήτες που αναπτύχθηκαν μετά τη διδακτική παρέμβαση είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικός. Η διδακτική προσέγγιση με τη χρήση πειραματικών/βιωματικών μεθόδων, των ΤΠΕ, την εμπλοκή των γονέων στη φάση της συγκέντρωσης και εμπλουτισμού του υλικού στο νηπιαγωγείο, αλλά και τη γενικότερη ευαισθητοποίηση στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής/οικολογικής συνείδησης των παιδιών φανερώνει ότι μπορεί να στρέψει τις αντιλήψεις των παιδιών προς τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις για τα παραπάνω θέματα από το μακρόκοσμο.

Θα πρέπει όμως να επισημανθεί ότι απαιτούνται περισσότερες και συστηματικότερες έρευνες σε μεγαλύτερο δείγμα παιδιών προσχολικής ηλικίας, για να γενικευτούν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Επίσης, θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρον να μελετηθούν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι αλληλεπιδράσεις των παιδιών τόσο με τα ψηφιακά μέσα όσο και με τα απλά υλικά κατά την πειραματική διαδικασία για να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι παράγοντες που διευκολύνουν ή δυσχεραίνουν την τροποποίηση των αρχικών αντιλήψεων των παιδιών για το διάστημα και τους πλανήτες. Η παρούσα διδακτική πρόταση έδειξε ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι ικανά να κατανοήσουν φαινόμενα που συνδέονται με σχετικά «δύσκολες» έννοιες από το χώρο των φυσικών επιστημών, να αναπτύξουν την επαγωγική τους σκέψη, αποκτώντας ταυτόχρονα και οικολογική συνείδηση.

Επίσης, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι αν θέλουμε να διδάξουμε στα παιδιά της προσχολικής ηλικίας την προστασία του περιβάλλοντος, είναι σημαντικό να τα βοηθήσουμε να κατανοήσουν τις ιδιότητες του κόσμου ολόγυρά τους. Μέσα από την κατανόηση των ιδιοτήτων του αέρα, του νερού, του καιρού και άλλων φυσικών φαινομένων και εννοιών όχι μόνο για το δικό μας πλανήτη, αλλά και τους άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος και ως αυριανοί πολίτες του κόσμου θα μπορέσουν να ευαισθητοποιηθούν και να αντιμετωπίσουν τα διαρκώς αυξανόμενα οικολογικά προβλήματα του πλανήτης μας.

Τα σημαντικά εργαλείων που μας προσφέρουν οι ΤΠΕ, η ενθάρρυνση για συμμετοχή των παιδιών αποτελούν ευκαιρίες για να κάνουμε τις φυσικές επιστήμες περισσότερο οικείες και ελκυστικές. Είναι σημαντικό, σταδιακά να ωριμάσουν οι κατάλληλες συνθήκες και στάσεις που θα οδηγήσουν στην ενσυνείδητη, υπεύθυνη και ενεργή συμμετοχή των παιδιών σ' ένα σχολικό περιβάλλον που θα παρέχει όλα τα «απαραίτητα» για τον «επιστημονικό γραμματισμό», σύμφωνο και με τις επιταγές της εποχής μας. Η επίδραση των φυσικών επιστημών στη ζωή μας είναι σημαντική αφού διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό τις αντιλήψεις μας για τον κόσμο που μας περιβάλλει και την αλληλεπίδρασή μας με το φυσικό περιβάλλον. Με την προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση σε επίπεδο προσχολικής εκπαίδευσης για το διάστημα και τους πλανήτες θεωρούμε ότι προσφέρουμε κίνητρο και έμπνευση στα παιδιά αλλά και στους/στις εκπαιδευτικούς για να εκτιμήσουν τις ευρύτερες διαστάσεις των φυσικών επιστημών και να (συν)διαμορφώσουν ένα πλαίσιο εμπειριών το οποίο θα αποτελέσει τη βάση για να αγαπήσουν τις φυσικές επιστήμες και τον κόσμο γύρω τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education, 11*, 502-513.
2. Brewer, W. F., Chinn, C. A., & Samarapungavan, A. (2000). Explanation in scientists and children. In F.-C. Keil & R.-A.Wilson (Eds.) *Explanation and cognition* (pp.279-323). MIT Press, Cambridge, MA.
3. Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2013). Children's Concepts of the Shape and Size of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education, 35*(3), 388-446
4. Cohen, Z., & Manion, L. (1994). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Μεταίχμιο, Αθήνα.
5. ΔΕΠΠΣ (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
6. Hannust, T., & Kikas, E. (2007). Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Research Quarterly, 22*(2007), 89-104.
7. Καλλέρη, Μ. (2009). *Προσεγγίζοντας το Διαστημικό Χώρο*. Αρίων, Θεσσαλονίκη.
8. Kallery, M. (2001). Early years educators' attitudes to science and pseudo-science: The case of astronomy and astrology. *European Journal of Teacher Education, 24*(3), 329-342.
9. Kallery, M. (2011). Astronomical Concepts and Events Awareness for Young Children. *International Journal of Science Education, 33*(3), 341-369.
10. Καλογιαννάκης, Μ., Ρεκούμη, Χ., Αντύπα, Αικ., & Πούλλου, Β. (2011). Φυσικές Επιστήμες και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: μια διδακτική πρόταση για την προσχολική εκπαίδευση βασισμένη στη χρήση γεωλογικών εννοιών και μύθων. Στο Ε. Συνώδη & Μ. Αμπαρτζάκη (επιμ.) *Προγράμματα Προσχολικής Εκπαίδευσης. Θεωρία και Πράξη* (σσ. 235-254). Πεδίο, Αθήνα.

11. Κουμαράς, Π. (2002). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Χριστοδουλίδης, Θεσσαλονίκη.
12. Νέα Προγράμματα Σπουδών - «Νέο Σχολείο» (2011). http://digitalschool.minedu.gov.gr/info/newps.php (Τελευταία πρόσβαση 10/01/2013).
13. Plummer, J. (2009). A Cross-age Study of Children's Knowledge of Apparent Celestial Motion. *International Journal of Science Education, 31*(12), 1571-1605.
14. Robbins, J. (2005). Contexts, collaboration, and cultural tools: A socio-cultural perspective on researching children's thinking. *Contemporary Issues in Early Childhood, 6*(2), 140-149.
15. Schoultz, J., Saljo, R., & Wyndhamn, J. (2001). Heavenly talk: Discourse, artefacts and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development, 44*(2/3), 103-118.
16. Sharp, J. (1995). Children's astronomy: implications for curriculum developments at Key Stage 1 and the future of infant science in England and Wales. *International Journal of Early Years Education, 3*(3), 17-49.
17. Sharp, J. (1999). Young Children's Ideas about the Earth in Space. *International Journal of Early Years Education, 7*(2), 159-172.
18. Siegal, M., Butterworth, G., & Newcombe, P. (2004). Culture and children's cosmology. *Developmental Science*, *7*, 308-324.
19. Solomonidou, Ch. & 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.
20. Tsitouridou, M., & Vryzas, K. (2004). The prospect of integrating ICT into the education of young children: The views of Greek early childhood teachers. *European Journal of Teacher Education, 27*(1), 29-45.
21. 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.
22. Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the Earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology, 24*, 535-585.
23. Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/light cycle. *Cognitive Science, 18*, 123-183.
24. Wang, H., & Schmidt, W.-H. (2001). History, Philosophy and Sociology of Science in Science Education: Results from the 3rd International Mathematics and Science Study. *Science & Education, 10*(1/2), 51-70.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

25. Issuu (2012). http://issuu.com/mgantaki23/docs, (Τελευταία πρόσβαση 10/01/2013).
26. Youtube (2012). http://www.youtube.com/watch?v=McmUM1IIIAU, (Τελευταία πρόσβαση 10/01/2013).

Ο ρόλος της διερευνητικής μάθησης και της δημιουργικότητας στα Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία: ομοιότητες και διαφορές ανάμεσα σε Ελλάδα και Ευρώπη

Δημήτρης Ρώσσης, Φάνη Στυλιανίδου

Ελληνογερμανική Αγωγή, Τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης
drossis@ea.gr
fani@ea.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα ευρήματα βιβλιογραφικής έρευνας των Αναλυτικών Προγραμμάτων (Α.Π.) των Φυσικών Επιστημών της προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, η οποία διεξήχθη στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού έργου "Creative Little Scientists". Ο σκοπός της έρευνας είναι να παρέχει μία ξεκάθαρη εικόνα των υπαρχουσών και δυνατών πρακτικών στην ανάπτυξη δημιουργικών δεξιοτήτων στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία διαμέσου της μάθησης των Φυσικών Επιστημών, και να αναδείξει τις ομοιότητες και διαφορές ανάμεσα στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες 8 χώρες που συμμετέχουν στο έργο, στη διδασκαλία την αξιολόγηση και το ρόλο που διαδραματίζει η δημιουργικότητα. Η ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στο Εννοιολογικό Πλαίσιο του έργου και στις διαστάσεις του Α.Π. όπως αυτές ορίζονται από τον van der Akker. Από την έρευνα των Α.Π. προκύπτει πως η Ελλάδα είναι σε συμφωνία με την υπόλοιπη Ευρώπη στο σκεπτικό της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στις συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες, προωθώντας την κοινωνική και περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, όπως επίσης κοινό στοιχείο αποτελεί και η έμφαση η οποία δίνεται στο ελληνικό Α.Π. στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών και ικανοτήτων οι οποίες συνδέονται με τη διερευνητική μάθηση. Οι αναφορές στο ρόλο της δημιουργικότητας είναι σχεδόν αποκλειστικά έμμεσες και επικεντρώνονται κυρίως σε δημιουργικές διεργασίες όπως το παιχνίδι, η περιέργεια και η φαντασία.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικά προγράμματα, προσχολική ηλικία, πρώτη σχολική ηλικία, δημιουργικότητα*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα μίας βιβλιογραφικής έρευνας της εκπαιδευτικής πολιτικής και των Αναλυτικών Προγραμμάτων (Α.Π.) των Φυσικών Επιστημών της προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, εστιάζοντας στη σύγκριση των ευρημάτων για την Ελλάδα με τα ευρήματα της υπόλοιπης Ευρώπης. Η έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού έργου *Creative Little Scientists* (FP7-SIS-CP-2011-289081), το οποίο στοχεύει να συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των δυνατοτήτων που προσφέρει το κοινό έδαφος που μοιράζονται η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τη δημιουργικότητα στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία (δηλαδή παιδιών 3-8 ετών). Το έργο *Creative Little Scientists* είναι μία συγκριτική μελέτη η οποία διεξάγεται με τη συμμετοχή εννέα Ευρωπαϊκών χωρών (Βέλγιο, Φινλανδία, Γαλλία, Ελλάδα, Γερμανία, Μάλτα, Πορτογαλία, Ρουμανία και Ηνωμένο Βασίλειο) και επιχειρεί να τεκμηριώσει την σύγχρονη πραγματικότητα στις εννέα χώρες στις οποίες διεξάγεται η μελέτη, μέσω της έρευνας τόσο της εκπαιδευτικής πολιτικής και των Αναλυτικών Προγραμμάτων, όσο και της έρευνας πεδίου η οποία αναδεικνύει την πραγματικότητα μέσα στην τάξη, βασιζόμενη στην ανάλυση των γενομένων μέσα στην αίθουσα.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η σημασία της έναρξης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών κατά την πρώιμη περίοδο της παιδικής ηλικίας αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο, τόσο για την ανάπτυξη του παιδιού όσο και για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (Eshach and Fried, 2005). Η φυσική τάση των παιδιών να απολαμβάνουν την παρατήρηση, να κάνουν συλλογισμούς για τη φύση, καθώς και το πηγαίο κίνητρο να εξερευνήσουν τον κόσμο γύρω τους μπορούν να καλλιεργηθούν και να αξιοποιηθούν από τις εμπειρίες που συνδέονται με τις Φυσικές Επιστήμες. Οι μαθησιακές εμπειρίες αυτές παρέχουν ένα στέρεο θεμέλιο για την ανάπτυξη της κατανόησης των βασικών εννοιών, της σκέψης και της τεκμηριωμένης έκφρασης καθώς και για την καλλιέργεια θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη (Rittle-Johnson, Siegler and Alibali 1999, Harlen and Qualter, 2004). Οι αυξανόμενες βιβλιογραφικές αναφορές στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία κατά τα τελευταία χρόνια, υποδεικνύουν πως οι διαδικασίες συλλογισμού των παιδιών είναι εξαιρετικά περίπλοκες και εξελιγμένες, παρέχοντας χρήσιμα σημεία εκκίνησης για την ανάπτυξη της επιστημονικής

συλλογιστικής (Goswami and Bryant, 2007; Duschl et al., 2007; Eshach and Fried, 2005) . Οι αντίστοιχες έρευνες δείχνουν πως τα παιδιά σε αυτές τις ηλικίες αναγνωρίζουν ομοιότητες και ακολουθίες στις παρατηρήσεις τους και έχουν αιτιώδη συλλογισμό, ο οποίος βέβαια περιορίζεται από την περιορισμένη εννοιολογική τους γνώση, τη φύση του έργου, καθώς και την επίγνωση της δική τους σκέψης (Duschl et al., 2007).

Παρομοίως, οι δεξιότητες που συνδέονται με τη δημιουργικότητα αναγνωρίζονται ως εξίσου σημαντικές και η ενίσχυσή τους διαμέσου της εκπαίδευσης θεωρείται ως προτεραιότητα ζωτικής σημασίας για την Ευρώπη, η οποία παρέχει τη δυνατότητα στα παιδιά να εξελιχθούν στους δημιουργικούς πολίτες του μέλλοντος (EC 2002, 2008a, 2008b). Όπως η δημιουργικότητα θεωρείται απαραίτητη για την οικονομική και κοινωνική πρόοδο, έτσι και κάποιες νοητικές δεξιότητες όπως η εφευρετικότητα, η φαντασία, η διαίσθηση, ο θαυμασμός και η περιέργεια θεωρούνται εξίσου απαραίτητες για τη δημιουργικότητα. Οι παιδαγωγοί που πρωτίστως ασχολούνται με τη νεαρή ηλικία, θεωρούν τη δημιουργικότητα ως κάτι το οποίο είναι προσιτό σε όλους, ιδιαίτερα μέσω του παιχνιδιού (Chappell et al., 2008), και έχουν επιζητήσει να αναπτύξουν δημιουργικές αίθουσες διδασκαλίας. Η δημιουργικότητα των παιδιών, στα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσης τους, έχει θεωρηθεί ότι περιλαμβάνει την εύρεση και λύση του προβλήματος μέσω της εξερεύνησης δια του παιχνιδιού, κάτι που προτρέπει στην ατομική, συνεργατική και κοινή ενασχόληση (Burnard et al., 2006; Craft et al., 2012). Η δημιουργικότητα στα πλαίσια του Creative Little Scientists προσεγγίζεται ως η σκόπιμη διαδικασία της φαντασίας η οποία παράγει πρωτότυπα και αξιόλογα αποτελέσματα για το μαθητή ή little c creativity (Beghetto and Plucker, 2006; Craft, 2003; Runco, 2003). Συγκεκριμένα για τις Φυσικές Επιστήμες ο ορισμός της δημιουργικότητας δίνεται στο Εννοιολογικό Πλαίσιο του έργου και είναι «η ατομική ή κοινωνική δημιουργία εναλλακτικών ιδεών και στρατηγικών, οι οποίες εξετάζονται κριτικά ως προς την αξία τους» (Creative Little Scientists 2012a, σελ. 167).

Η διερεύνηση ορίζεται ως «η σκόπιμη διεργασία της διάγνωσης προβλημάτων, της κριτικής πειραμάτων και της διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, του σχεδιασμού ερευνών, του ελέγχου εικασιών, της εύρεσης πληροφοριών, της κατασκευής μοντέλων, της ανταλλαγής απόψεων με συναδέλφους και του σχηματισμού επιχειρημάτων τα οποία έχουν συνοχή» (Linn, Davis and Bell 2004, σ.4). Η διερευνητική μάθηση (Inquiry-Based Science Education, IBSE) στις Φυσικές Επιστήμες φέρνει τα παιδιά σε επαφή με το γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών που σχετίζονται με την επιστημονική έρευνα στο πλαίσιο της λογικής η οποία δίνει στις Φυσικές Επιστήμες το δυναμικό τους χαρακτήρα, παρέχοντας το λογικό σκελετό ο οποίος επιτρέπει σε κάποιον να κατανοήσει την επιστημονική καινοτομία και να είναι ικανός να αξιολογήσει επιστημονικά επιχειρήματα και ισχυρισμούς (Drayton and Falk 2001, σ.25). Κατά το National Research Council (NRC) η διερευνητική μάθηση ορίζεται ως η ενασχόληση με ένα σύνολο αλληλένδετων διεργασιών τις οποίες χρησιμοποιούν οι επιστήμονες, αλλά και οι ίδιοι οι μαθητές, ώστε να θέτουν ερωτήσεις για το φυσικό κόσμο και να ερευνούν φαινόμενα, η οποία ενασχόληση έχει ως αποτέλεσμα την κατάκτηση γνώσης και την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, αρχών, μοντέλων και θεωριών. Η διερευνητική μάθηση επιτρέπει στα παιδιά να κατανοήσουν τις Φυσικές Επιστήμες μέσα από μία διαδικασία η οποία αντικατοπτρίζει πως ακριβώς εργάζονται και σκέφτονται οι επιστήμονες (NRC 1996, σ. 214).

Οι προσεγγίσεις οι οποίες προωθούν τη δημιουργικότητα ορίζονται στα πλαίσια του Creative Little Scientists ως Δημιουργικές Προσεγγίσεις (Creative Little Scientists, 2012a). Οι Δημιουργικές Προσεγγίσεις δεν αναφέρονται σε κάποιο αναγνωρισμένο σύνολο προσεγγίσεων στην εκπαίδευση και τη μάθηση, όμως παρόλα αυτά έχουν καταφέρει να κερδίσουν σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια εστιάζοντας κυριότερα σε δύο σημεία, στη δημιουργική διδασκαλία και στη διδασκαλία για τη δημιουργικότητα. Το πρώτο τοποθετεί στο κέντρο του ενδιαφέροντος τον εκπαιδευτικό και ασχολείται με το ρεπερτόριο των διδακτικών στρατηγικών που θα πρέπει να κατέχει ο δημιουργικός εκπαιδευτικός, ενώ το δεύτερο επικεντρώνεται στην προώθηση της δημιουργικότητας ευρύτερα, με κύριο στόχο την ανάπτυξη της δημιουργικότητας στα παιδιά. Οι Jeffrey and Craft (2003), εξετάζοντας τις Δημιουργικές Προσεγγίσεις σημειώνουν, εστιάζοντας στα δύο προαναφερθέντα σημεία, τα οποία είναι στενά συνδεδεμένα, καθώς οι εκπαιδευτικοί μπορούν να διδάξουν δημιουργικά, να διδάξουν για την προώθηση της δημιουργικότητας, ενώ κάποιες φορές μπορούν να κάνουν συγχρόνως και τα δύο.

Μεταξύ της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και της δημιουργικότητας φαίνεται να υπάρχει ένας εγγενής σύνδεσμος. Η διερεύνηση και η καινοτομία αποτελούν άρρηκτο κομμάτι των Φυσικών Επιστημών και ενεργοποιούνται από την περιέργεια, τη διαίσθηση, τη φαντασία, όλα, στοιχεία στενότατα συνδεδεμένα με τη δημιουργικότητα. Επίσης, είναι ευρέως αποδεκτό πως η επιστήμη βασίζεται στη διερεύνηση, η οποία οδηγεί στο θαυμασμό και τροφοδοτείται από την περιέργεια. Παρόλα αυτά, οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών δεν συμπεριλαμβάνουν το στοιχείο της δημιουργικότητας. Η διερευνητική μάθηση (Inquiry-Based Science Education, IBSE), παρά την καθολική αναγνώριση της σημασίας της στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, δεν έχει εφαρμοστεί ευρέως στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως ακόμη και σε χώρες στις οποίες η διερευνητική μάθηση εφαρμόζεται στα σχολεία, η σύνδεσή της με τη δημιουργικότητα δεν αναγνωρίζεται ρητά. Εάν και οι ορισμοί της διερευνητικής μάθησης ποικίλουν, παρουσιάζεται σημαντική συμφωνία διεθνώς, η οποία αντικατοπτρίζεται τόσο στην εκπαιδευτική πολιτική όσο και στην διδακτική πρακτική, για την αξία της στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

Το Εννοιολογικό Πλαίσιο του *Creative Little Scientists* (Creative Little Scientists, 2012a) έχει αναγνωρίσει τις σημαντικές ομοιότητες (συνέργειες) μεταξύ των δύο προσεγγίσεων (διερευνητική μάθηση και Δημιουργικές Προσεγγίσεις), το σύνολο των οποίων σχετίζεται παιδαγωγικά με ένα φάσμα μαθητοκεντρικών προσεγγίσεων από Ευρωπαίους και Βορειοαμερικάνους στοχαστές (Rousseau, Pestalozzi, Fröbel, Owen and Isaacs, Steiner and Magaluzzi), που τοποθετούν το παιδί ως ενεργό και περίεργο στοχαστή, τονίζοντας παράλληλα το ρόλο της βιωματικής μάθησης. Οι συνέργειες ανάμεσα στη διερευνητική μάθηση και τις Δημιουργικές Προσεγγίσεις τις οποίες έχει αναγνωρίσει το Creative Little Scientists στο Εννοιολογικό του Πλαίσιο είναι:

- **Παιχνίδι και εξερεύνηση** - αναγνωρίζει ότι ο πειραματισμός και η εξερεύνηση μέσω του παιχνιδιού είναι έμφυτα σε όλες τις δραστηριότητες των μικρών παιδιών. Αυτή η εξερεύνηση βρίσκεται στον πυρήνα της διερευνητικής μάθησης και των Δημιουργικών Προσεγγίσεων κατά τα πρώτα χρόνια εκπαίδευσης του παιδιού.
- **Κίνητρο και συναίσθημα** - τονίζει το ρόλο της αισθητικής εμπειρίας στην προώθηση των συναισθηματικών αντιδράσεων των παιδιών για τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες.
- **Διάλογος και συνεργασία** - δέχεται ότι η ενασχόληση με το διάλογο είναι έμφυτη και αφορά όλες τις καθημερινές δραστηριότητες μέσα στην τάξη διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, καθώς αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της διερευνητικής μάθησης και των Δημιουργικών Προσεγγίσεων, καθιστώντας τα παιδιά ικανά να εξωτερικεύσουν, να μοιραστούν και να αναπτύξουν τη σκέψη τους.
- **Λύση προβλημάτων και ρόλος του εκπαιδευτικού** - αναγνωρίζει ότι με την υποστήριξη του μαθησιακού περιβάλλοντος τα παιδιά μπορούν να βιώσουν σημαντικές εμπειρίες για τις Φυσικές Επιστήμες που τις μοιράζονται με τους συμμαθητές τους, να αναπτύξουν τα δικά τους ερωτήματα καθώς επίσης και τις απόψεις τους σχετικά με επιστημονικά θέματα.
- **Ερώτηση και περιέργεια** - αποτελεί κεντρικό θέμα στη διερευνητική μάθηση και τις Δημιουργικές Προσεγγίσεις αναγνωρίζοντας ότι οι δημιουργικοί δάσκαλοι συχνά επιστρατεύουν τις ανοιχτές ερωτήσεις, και προάγουν το συλλογισμό, εξωτερικεύοντας συχνά και την δική τους περιέργεια.
- **Αναστοχασμός και συλλογισμό** - δίνει έμφαση στη σημαντικότητα των μεταγνωστικών διαδικασιών, την ανακλαστική ενημερότητα και τον από σκοπού έλεγχο των γνωστικών δραστηριοτήτων, τα οποία ακόμα αναπτύσσονται στα μικρά παιδιά, αλλά ενσωματώνεται σε αυτή τη νεαρή ηλικία η μάθηση των Φυσικών Επιστημών και η διερευνητική μάθηση.
- **Διδακτική υποστήριξη (scaffolding) και η εμπλοκή του εκπαιδευτικού** - επικεντρώνεται στο γεγονός οτι οι εκπαιδευτικοί μεσολαβούν για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του παιδιού για τη μάθηση, χωρίς να αισθάνονται πίεση να καλύψουν την ύλη.

Το ευρωπαϊκό έργο *Creative Little Scientists* έθεσε ως στόχο να διερευνήσει αυτόν τον κοινό τόπο μεταξύ δημιουργικότητας και διερευνητικής μάθησης, όπως αυτός εμφανίζεται ή απουσιάζει στην πραγματικότητα τόσο των εκπαιδευτικών πολιτικών όσο και των τάξεων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών στις χώρες-μέλη του έργου. Τελικός σκοπός του έργου είναι η πρόταση οδηγιών για ανάπτυξη εκπαιδευτικών πολιτικών και επιμόρφωσης για την ενίσχυση της δημιουργικότητας των παιδιών μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκπλήρωση των ως άνω σκοπών, οι εταίροι του έργου έχουν σχεδιάσει και διεξάγουν έρευνα, η οποία ενσωματώνει στοιχεία συγκριτικής έρευνας, διεξοδικής έρευνας πεδίου και σχεδιασμού εκπαιδευτικών αναλυτικών προγραμμάτων. Στα πλαίσια της ερευνητικής δραστηριότητας του έργου, διεξήχθη διεξήχθη βιβλιογραφική έρευνα της εκπαιδευτικής πολιτικής και των Αναλυτικών Προγραμμάτων (Α.Π.) των Φυσικών Επιστημών της προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας στις εννέα χώρες των εταίρων (Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο, Μάλτα, Πορτογαλία, Ρουμανία και Φινλανδία) με στόχο να χαρτογραφήσει και να αξιολογήσει συγκριτικά τις υπάρχουσες προσεγγίσεις στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, αναδεικνύοντας την παρουσία ή μη, πρακτικών οι οποίες «παντρεύουν» τη μάθηση, την αξιολόγηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τη δημιουργικότητα.

Οι ερευνητικές ερωτήσεις τις οποίες καλείται να απαντήσει η βιβλιογραφική αυτή έρευνα είναι:

1. Ποιες είναι οι κυριότερες ομοιότητες και διαφορές στον τρόπο που ορίζονται εννοιολογικά στα Α.Π. οι βασικές έννοιες της διδασκαλίας, της μάθησης και της αξιολόγησης των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία;
2. Ποιες είναι οι κυριότερες ομοιότητες και διαφορές στο ρόλο που διαδραματίζει η δημιουργικότητα στον τρόπο που ορίζονται εννοιολογικά οι βασικές έννοιες της διδασκαλίας, της μάθησης και της αξιολόγησης των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, όπως αυτές ορίζονται στα Α.Π.;

Οι ερωτήσεις αυτές μελετήθηκαν με βάση τη Λίστα Παραγόντων (Creative Little Scientists, 2012b), που αναπτύχθηκε στο έργο και περιγράφει το πεδίο εφαρμογής καθώς και συγκεκριμένες παραμέτρους για τη χαρτογράφηση και σύγκριση των υπαρχουσών προσεγγίσεων στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των

Μαθηματικών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται και θεμελιώνεται η αξιολόγησή τους κάτω από το πρίσμα των εννοιών που προσδιορίζονται στο Εννοιολογικό Πλαίσιο του έργου (Creative Little Scientists, 2012a). Παράλληλα, η μελέτη των Α.Π. διενεργήθηκε σύμφωνα με τα 10 «συστατικά» που έχει προτείνει ο van der Akker (2009) και είναι: σκεπτικό ή όραμα, σκοποί και στόχοι, μαθησιακές δραστηριότητες, αξιολόγηση, παιδαγωγική, περιεχόμενο, τοποθεσία, διδακτικά υλικά, ομαδοποίηση και χρόνος.

Ως αποτέλεσμα της παραπάνω διεργασίας η έρευνα επικεντρώνεται στις παρακάτω διαστάσεις και προσπαθεί να απαντήσει τις σχετικές ερωτήσεις.

- Σκεπτικό ή Όραμα: Γιατί τα παιδιά μαθαίνουν;
- Σκοποί και στόχοι: Ποιους στόχους προσπαθούν να κατακτήσουν τα παιδιά μαθαίνοντας:
- Μαθησιακές Δραστηριότητες: Πώς μαθαίνουν τα παιδιά;
- Παιδαγωγική: Με ποιους τρόπους διευκολύνει ο εκπαιδευτικός τη μάθηση;
- Αξιολόγηση: Με ποιό τρόπο αξιολογεί ο εκπαιδευτικός την πρόοδο των παιδιών και με ποιό τρόπο χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να διαμορφώσει το σχεδιασμό και τη διδασκαλία;
- Περιεχόμενο: Τι μαθαίνουν τα παιδια;
- Τοποθεσία: Πού μαθαίνουν τα παιδιά;
- Διδακτικά υλικά: Με τι μαθαίνουν τα παιδιά;
- Ομαδοποίηση: Με ποιον μαθαίνουν τα παιδιά;
- Χρόνος: Πότε μαθαίνουν τα παιδιά;

Η βιβλιογραφική έρευνα των Α.Π. διεξήχθη σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση επιλέχθηκαν τα έγγραφα ώστε να καλύπτουν όλες τις παραπάνω διαστάσεις του Α.Π. και να παρέχουν δεδομένα κατάλληλα για τη σύγκριση ανάμεσα στα 9 κράτη. Για τις ανάγκες της έρευνας δημιουργήθηκε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο βασιζόμενο στη Λίστα Παραγόντων (Creative Little Scientists, 2012b) και τα συστατικά των Α.Π. (van der Akker, 2009) και τον τρόπο με τον οποίο αυτά μεταφράζονται σε σχέση με τη διερευνητική μάθηση και τη δημιουργικότητα κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε ερωτήσεις τύπου Likert οι οποίες ζητούσαν να βαθμολογηθούν οι προσεγγίσεις τις οποίες περιγράφει η Λίστα Παραγόντων ανάλογα με την έμφαση που τους δίνεται στα Α.Π. Κάθε απάντηση του ερωτηματολογίου περιέχει και απόσπασμα από το Α.Π. που δικαιολογεί την επιλογή. Τα ερωτηματολόγια τα οποία συλλέχθηκαν από όλους τους εταίρους του έργου αναλύθηκαν ποιοτικά ώστε να παραχθεί μία συνολική εικόνα των Α.Π. που θα περιλαμβάνει όλες τις χώρες που συμμετέχουν στο έργο.

Κατόπιν στη δεύτερη φάση, διεξήχθη η θεματική ανάλυση των εγγράφων σύμφωνα με τις 10 διαστάσεις των Α.Π. και των εκπαιδευτικών συστημάτων των χωρών και είχε ως αποτέλεσμα τη συγγραφή 13 Εθνικών Αναφορών για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Για τη διευκόλυνση συγκρίσεων η δομή των αναφορών είναι κοινή και περιλαμβάνει:

- Ένα μέρος το οποίο παρέχει μια ιστορική επισκόπηση του εκπαιδευτικού συστήματος (χρονολογία εγγράφων, πρόσφατες και μελλοντικές μεταρρυθμίσεις)
- Ένα μέρος για την ανάλυση των σημαντικών ευρημάτων κάτω από τις 10 διαστάσεις του Α.Π. με δεδομένα τα οποία απαντούν τις 2 ερευνητικές ερωτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση περιλαμβάνει τις διαφορές ανάμεσα σε προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, το ρόλο της δημιουργικότητας και τα κύρια σημεία για κάθε διάσταση.
- Ένα μέρος το οποίο συγκεντρώνει τα συμπεράσματα της ανάλυσης και παρέχει τις πιθανές επιπτώσεις της εκπαιδευτικής πολιτικής, όπως αυτή εκφράζεται μέσα από τα Α.Π., στην προώθηση της δημιουργικότητας.

Στην τελική φάση της έρευνας, διεξήχθη η σύνθεση των δεδομένων από το ερωτηματολόγιο και των πληροφοριών που περιέχουν οι Εθνικές Αναφορές για την κάθε χώρα ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση ανάμεσα στις απαντήσεις του ερωτηματολογίου για καθεμία από τις 10 διαστάσεις του Α.Π. Η συγκριτική μελέτη που παράχθηκε, το τελικό προϊόν της έρευνας, φανέρωσε ομοιότητες και διαφορές ανάμεσα στις χώρες οι οποίες συμμετείχαν στην έρευνα και τοποθέτησε τις χώρες ανάλογα με τη συνολική εικόνα όπως αυτή προέκυψε από την ανάλυση των ερωτηματολογίων και των Εθνικών Αναφορών. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που ακολουθεί για την Ελλάδα στηρίζεται στην τελική συγκριτική μελέτη και λαμβάνει υπόψη τόσο τα δεδομένα από το ερωτηματολόγιο, όσο και την ανάλυση των Εθνικών Αναφορών χωρίς να παρουσιάζει ξεχωριστά την πηγή από την οποία προήλθαν λόγω του περιορισμού του μεγέθους της παρούσας εργασίας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της έρευνας για τη Ελλάδα τα οποία παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία περιορίζονται σε 5 από τις 10 διαστάσεις του «Ιστού της αράχνης» του van der Akker (2009) οι οποίες είναι το σκεπτικό, οι σκοποί και στόχοι, οι μαθησιακές δραστηριότητες, η παιδαγωγική και η αξιολόγηση. Οι υπόλοιπες διαστάσεις περιλαμβάνουν 5 περιβαλλοντικούς παράγοντες οι οποίοι είναι το περιεχόμενο, η τοποθεσία, τα διδακτικά υλικά, το χρόνο και η ομαδοποίηση των μαθητών κατά τη διδασκαλία. Η επιλογή να μην παρουσιαστούν οι περιβαλλοντικές διαστάσεις έγινε στα πλαίσια των περιορισμών της παρούσας εργασίας με το

σκεπτικό να παρουσιαστούν επαρκώς οι 5 διαστάσεις που σχετίζονται με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία και τη μάθηση και τις διδακτικές προσεγγίσεις που προωθούνται στο Α.Π.

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Τα Α.Π. για το νηπιαγωγείο και τις δύο πρώτες τάξεις του Δημοτικού δεν δηλώνουν ξεκάθαρο και ξεχωριστό σκεπτικό για τις Φυσικές Επιστήμες καθώς δεν αποτελούν ξεχωριστή θεματική ενότητα σε κανένα από τα δύο επίπεδα της εκπαίδευσης. Ο κύριος λόγος για την παράλειψη διακριτού οράματος για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε αυτές τις ηλικίες είναι η εναρμόνισή της με τη διαθεματική προσέγγιση την οποία προωθούν τα Α.Π. Οι γενικές αρχές του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ εστιάζουν σε μία ολοκληρωμένη και σφαιρική εκπαίδευση, στη γνωστική, σωματική και κοινωνική ανάπτυξη των παιδιών η οποία τους επιτρέπει να ανακαλύπτουν τα δικά τους ενδιαφέροντα, να αναπτύσσουν τις σχετικές δεξιότητες και να ευαισθητοποιούνται προς το περιβάλλον.

Το Α.Π. της Μελέτης του Περιβάλλοντος, η θεματική στην οποία περιλαμβάνονται οι Φυσικές Επιστήμες, δηλώνει πως γενικός σκοπός είναι "η απόκτηση γνώσεων και η ανάπτυξη δεξιοτήτων, αξιών και στάσεων, που επιτρέπουν στο μαθητή να παρατηρεί, να περιγράφει, να ερμηνεύει και σε κάποιο βαθμό να προβλέπει τη λειτουργία, τους συσχετισμούς και τις αλληλεπιδράσεις του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η ανθρώπινη δραστηριότητα στο χώρο και στο χρόνο, με τρόπο ώστε να οδηγείται στη συνειδητοποίηση των πλεονεκτημάτων και της ανάγκης για αειφόρο ανάπτυξη του πλανήτη" (Π.Ι. 2003, σ. 306). Έμφαση δίνεται επίσης στην αντιμετώπιση του μαθητή ως ερευνητή ο οποίος πρέπει να αναπτύξει γνωστικές διασυνδέσεις και αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών αντικειμένων.

Στις υπόλοιπες χώρες του δείγματος, τονίζεται η κοινωνική ανάπτυξη και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση τόσο στην προσχολική αγωγή, όσο και στις πρώτες τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η ανάγκη να εξελιχθεί η κατανόηση και η αλληλεπίδραση με διάφορα φυσικά φαινόμενα, καθώς και η προώθηση στάσεων και προδιαθέσεων απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες τονίζεται εξίσου στην πλειοψηφία των χωρών και για τις δύο φάσεις της εκπαίδευσης. Αντίθετα, λίγες χώρες τονίζουν την ανάγκη η εκπαίδευση να παρέχει τα απαραίτητα εφόδια στους μελλοντικούς επιστήμονες και να παράγει περισσότερους καινοτόμα σκεπτόμενους ανθρώπους. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί πως τα Α.Π. του Δημοτικού δίνουν σχετικά περισσότερη έμφαση στην ανάπτυξη γνωστικών βάσεων για μελλοντικούς επιστήμονες σε σχέση με τα αντίστοιχα του Νηπιαγωγείου. Χαρακτηριστικά, το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ του Δημοτικού επικεντρώνεται περισσότερο στην απόκτηση γνώσεων, ενώ το αντίστοιχο για το Νηπιαγωγείο στην αύξηση του κινήτρου και του ενδιαφέροντος για τη μάθηση.

Ο ρόλος που διαδραματίζει η δημιουργικότητα στο σκεπτικό του Α.Π. δεν δηλώνεται ξεκάθαρα στο ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, ωστόσο ορίζεται ως αποτέλεσμα της εκπαίδευσης "να μπορέσουν να ζήσουν δημιουργικά και ευτυχισμένα στον κόσμο" (Π.Ι. 2003, σ. 586). Για τις υπόλοιπες χώρες η δημιουργικότητα αναφέρεται με ποικίλους τρόπους στο σκεπτικό της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Για παράδειγμα στη Γαλλία η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προωθείται για την ανάπτυξη της περιέργειας, της δημιουργικότητας και της κριτικής σκέψης, στη Μάλτα και τη Β. Ιρλανδία αναφέρεται ως προϊόν της διαθεματικής εκπαίδευσης ενώ στο Βέλγιο, αντίστοιχα με την Ελλάδα, αναφέρεται πως βοηθά τα παιδιά να λειτουργούν δημιουργικά στα πλαίσια της κοινωνίας. Στην πλειοψηφία των χωρών πάντως, η δημιουργικότητα αναφέρεται εμμέσως μέσα από την έμφαση και τις αναφορές στις δημιουργικές προδιαθέσεις όπως είναι η περιέργεια, η φαντασία και η ανάληψη πρωτοβουλίας.

ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ παρέχει πλειάδα στόχων και μαθησιακών αποτελεσμάτων στα πλαίσια των Φυσικών Επιστημών. Στο Νηπιαγωγείο, τονίζεται η σημασία της συνεργασίας διαμέσου της κατανόησης της αξίας της ομαδικής εργασίας και της από κοινού ανακάλυψης καθώς και της ανάπτυξης ικανοτήτων συνεργασίας (Π.Ι. 2003, σ. 600). Έμφαση επίσης δίνεται στη αύξηση του ενδιαφέροντος απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες καθώς και σε μία πρώτη γνωριμία με βασικές ερευνητικές διαδικασίες, μαζί με τη συνειδητοποίηση της σημασίας της παρατήρησης, του πειραματισμού και της περιγραφής κατά τη μελέτη υλικών και φαινομένων. Το αντίστοιχο κομμάτι για τη Δημοτική εκπαίδευση διαφοροποιείται καθώς οι διδακτικοί στόχοι οι οποίοι συνδέονται με τη γνώση και κατανόηση εννοιών καταλαμβάνει πρωτεύοντα ρόλο. Στους διδακτικούς στόχους του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ χρησιμοποιούνται πολύ συχνά ρήματα όπως "μαθαίνουν", "αναγνωρίζουν" και "γνωρίζουν" (συνήθεις όροι της ταξονομίας του Bloom) δείχνοντας την έμφαση στην κατάκτηση γνώσης από τα παιδιά. Η σημασία της επικοινωνίας από τα παιδιά των ερευνών τους αναφέρεται στους διδακτικούς στόχους μόνο σε σχέση με τον εμπλουτισμό του λεξιλογίου των παιδιών (Π.Ι. 2003, σ. 311) και της διεύρυνσης των ικανοτήτων επικοινωνίας και περιγραφής των ενεργειών τους γενικότερα (Π.Ι. 2003, σ. 320).

Στις περισσότερες από τις χώρες της Ευρώπης οι στόχοι του Α.Π. δίνουν έμφαση στη κατανόηση σημαντικών επιστημονικών ιδεών τόσο στο Νηπιαγωγείο όσο και στο Δημοτικό. Σημαντικοί διδακτικοί στόχοι προτεραιότητας για τα Α.Π. αποτελούν η ανάπτυξη των δεξιοτήτων που συνδέονται με την επικοινωνία, την ανάπτυξη προβληματισμών και τη διατύπωση ερωτήσεων. Η διεξαγωγή απλών ερευνών συμπεριλαμβάνεται στους στόχους των περισσοτέρων από τις χώρες που συμμετέχουν στην έρευνα, ειδικά για το Δημοτικό, όπως επίσης και η εξοικείωση με απλά εργαλεία. Απώτερος σκοπός είναι η κατανόηση των επιστημονικών

διαδικασιών και η προώθηση του ενδιαφέροντος και της συνεργασίας, ενώ αξίζει να σημειωθεί η περιορισμένη προσοχή που δίνεται στη φύση της επιστήμης και στις δύο φάσεις. Η βασική διαφορά στους στόχους της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ανάμεσα σε Νηπιαγωγείο και Δημοτικό είναι η βιωματική προσέγγιση που ακολουθείται στην προσχολική αγωγή και ασχολείται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων αντίθετα με την Πρωτοβάθμια εκπαίδευση στην οποία γίνονται ποικίλες αναφορές σε συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο περικλείοντας τις περισσότερες από τις διεργασίες της διερευνητικής μάθησης, όπως ο σχεδιασμός, η συλλογιστική και η αξιολόγηση της διερεύνησης. Στο Δημοτικό τονίζεται η παραγωγή δεδομένων και η αξιολόγησή τους, αντίθετα με το Νηπιαγωγείο όπου το βάρος πέφτει αποκλειστικά στη συλλογή δεδομένων.

Η αξία της δημιουργικότητας εμφανίζεται στους στόχους του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ μόνο εμμέσως, διαμέσου της ενασχόλησης των παιδιών με την επιστημονική διερεύνηση, η οποία τους επιτρέπει να βρούν το δικό τους "μονοπάτι" προς την απάντηση των ερωτημάτων που θέτουν, ενισχύοντας έτσι δημιουργικές προδιαθέσεις όπως η περιέργεια και η φαντασία.

Παρόμοια είναι η κατάσταση σε όλη την Ευρώπη καθώς οι αναφορές στη δημιουργικότητα είναι σχεδόν αποκλειστικά έμμεσες, εκφραζόμενες κυρίως μέσα απο την σημασία που δίνεται στις κοινωνικές, συναισθηματικές και γνωστικές διαστάσεις που συνδέονται με τους παράγοντες οι οποίοι είναι συνυφασμένοι με τη δημιουργικότητα. Η δημιουργικότητα παρουσιάζεται να συνδέεται στενότερα με τη διατύπωση ερωτήσεων, το ενδιαφέρον, την έρευνα και τη συνεργασία σε όλες τις χώρες που συμμετείχαν στην έρευνα. Αντίθετα, εξαιρετικά περιορισμένες είναι οι ευκαιρίες για την προώθηση της δημιουργικότητας σε σχέση με την απόκτηση γνώσεων και την κατανόηση επιστημονικών εννοιών και για τις δύο φάσεις.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οι μαθησιακές δραστηριότητες διαδραματίζουν σημαντικότατο ρόλο στο ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ. Η δομή του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ είναι κοινή για όλες τις φάσεις της υποχρεωτικής εκπαίδευσης και περιλαμβάνει σαν κεντρικό μέρος ένα πίνακα ο οποίος παρουσιάζει ενδεικτικές δραστηριότητες οι οποίες συνδέονται τόσο με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, όσο και με τις θεμελιώδεις διαθεματικές έννοιες όπως αυτές ορίζονται από το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ. Οι διεργασίες της διερεύνησης διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στις δραστηριότητες που αναφέρει το Α.Π. και στις δύο ηλικιακές ομάδες. Οι εκπαιδευτικοί ενθαρρύνονται να σχεδιάζουν δραστηριότητες οι οποίες εμπεριέχουν την παρατήρηση και περιγραφή φυσικών φαινομένων, τη χρήση απλών εργαλείων για τη συλλογή δεδομένων και την επικοινωνία των συμπερασμάτων με το πέρας της δραστηριότητας. Η βασική διαφορά ανάμεσα στις προτεινόμενες δραστηριότητες μεταξύ Νηπιαγωγείου και Δημοτικού είναι η αυξημένη χρήση μορφών δομημένου παιχνιδιού στη μεγαλύτερη πλειοψηφία τους για το Νηπιαγωγείο σε σχέση με το Δημοτικό. Η ανάλυση των προτεινόμενων δραστηριοτήτων αναδεικνύει πως δε δίνεται στα παιδιά η ελευθερία να επιλέξουν μόνα τους το θέμα των διερευνήσεών τους, ούτε τους παρέχεται αρκετός χρόνος ώστε να διατυπώσουν ερωτήσεις και να σχεδιάσουν το δικό τους δρόμο προς τη γνώση.

Οι μαθησιακές δραστηριότητες αναφέρονται με διαφορετικούς τρόπους στα Α.Π. των υπολοίπων χωρών. Παρόμοια με το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ ενδεικτικές δραστηριότητες αναφέρονται στην Πορτογαλία και τη Β. Ιρλανδία, στην Αγγλία χρησιμοποιούνται φύλλα εργασίας, ενώ στο Βέλγιο, τη Γαλλία και τη Σκωτία η πλειοψηφία των δραστηριοτήτων προωθούνται από το διαδίκτυο. Συχνή είναι επίσης η χρήση οδηγών για τους εκπαιδευτικούς είτε για συγκεκριμένες θεματικές (Βέλγιο, Γαλλία) είτε για την σωστή εφαρμογή των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων (Ελλάδα, Ρουμανία). Η σύγκριση των Εθνικών Αναφορών αναδεικνύει μία κοινή έμφαση στις βιωματικές προσεγγίσεις ώστε οι δραστηριότητες να συνδέονται στενά με τη καθημερινή ζωή των παιδιών. Για την προσχολική αγωγή προτείνονται δραστηριότητες με ποικίλη θεματολογία η οποία παρέχει εμπειρίες και συνδέει θέματα από όλες τις θεματικές του Α.Π., ενώ για το Δημοτικό εστιάζονται στις διαδικασίες της διερεύνησης και της κατάκτησης γνώσης πάνω σε επιστημονικές έννοιες σε συμφωνία με τους σκοπούς και το σκεπτικό των Α.Π. που παρουσιάζεται παραπάνω.

Η δημιουργικότητα αναφέρεται μόλις μία φορά στο μέρος των ενδεικτικών δραστηριοτήτων αφού "οι δραστηριότητες ξεκινούν από τις ανάγκες και τις γνώσεις των παιδιών, ενεργοποιούν τη δημιουργικότητα, την ανταλλαγή ιδεών και οδηγούν σε νέες γνώσεις" (Π.Ι. 2003, σ. 587-8). Αν και η μεθοδολογία της διερευνητικής μάθησης δεν ακολουθείται στα πλαίσια του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, η έμφαση που δίνεται ευρύτερα στη διερεύνηση και την εξερεύνηση παρέχει δυνατότητες για τη προώθηση της δημιουργικότητας. Η προσέγγιση που ακολουθείται στα πλαίσια των διερευνήσεων στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία χαρακτηρίζεται ως κατευθυνόμενη, κατά την οποία ο εκπαιδευτικός διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην εξέλιξη της μαθησιακής διαδικασίας χωρίς όμως να καθορίζει τις επιλογές και τις αποφάσεις των παιδιών. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, ο ρόλος της δημιουργικότητας τονίζεται κυρίως διαμέσου της ενθάρρυνσης των παιδιών να διατυπώνουν ερωτήσεις, να παρατηρούν και να διεξάγουν απλές εξερευνήσεις για το Νηπιαγωγείο και να σχεδιάζουν τις διερευνήσεις για το Δημοτικό. Αντίθετα, οι δραστηριότητες οι οποίες είναι το λιγότερο συνυφασμένες με τη δημιουργικότητα είναι η χρήση απλών εργαλείων και η ανάλυση δεδομένων για την εξαγωγή απλών συμπερασμάτων.

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ

Η διάσταση της παιδαγωγικής για τους σκοπούς της έρευνας εξετάζεται μέσα από μία σειρά πλαισίων και συνεργειών που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα «δημιουργικών προσεγγίσεων» στα πλαίσια της διερευνητικής

μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες τα οποία έχουν ήδη επισημανθεί στο Εννοιολογικό Πλαίσιο του έργου (Creative Little Scientists, 2012b). Αξίζει να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη διάσταση του Α.Π. περιλαμβάνει τόσο τη διδακτική μεθοδολογία, όσο και το ρόλο του εκπαιδευτικού μέσα στην τάξη.

Το παρόν Α.Π. για τις Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο περιγράφει τη διάσταση της παιδαγωγικής σε ένα συγκεκριμένο κομμάτι, το οποίο έχει τίτλο Ρόλος Εκπαιδευτικού και δηλώνει πως ο εκπαιδευτικός οφείλει να δημιουργήσει τις απαραίτητες συνθήκες ώστε να παρέχονται στα παιδιά κίνητρα για μάθηση σε ένα ελκυστικό, ασφαλές, φιλικό και πλούσιο σε ερεθίσματα περιβάλλον. Ο εκπαιδευτικός καλείται να οργανώνει ενδιαφέρουσες και ελκυστικές εμπειρίες οι οποίες να διέπονται από πνεύμα της συνεργασίας, ενθάρρυνσης, αγάπης και αποδοχής, επιδιώκοντας "την αβίαστη συμμετοχή κάθε παιδιού στις καθημερινές δραστηριότητες του προγράμματος σύμφωνα με το δικό του τρόπο και ρυθμό" (Π.Ι. 2003, σ. 591). Στο Δημοτικό αντίστοιχα, ο εκπαιδευτικός παρουσιάζεται ως συνεργάτης, υποκινητής και διευκολυντής που "καθοδηγεί την ερευνητική δραστηριότητα ενθαρρύνοντας και δραστηριοποιώντας όλους τους μαθητές ώστε να γίνουν οι ίδιοι δημιουργοί της νέας γνώσης και να αναπτύξουν πρωτοβουλίες" (Π.Ι. 2003, σ. 333)

Ο ρόλος του ελεύθερου παιχνιδιού είναι εξαιρετικά σημαντικός στο παρόν Α.Π. για το Νηπιαγωγείο επιτρέποντας στα παιδιά "να αναπτύσσονται, να ανακαλύπτουν, να χρησιμοποιούν δημιουργικά υλικά και μέσα, να πειραματίζονται, να επικοινωνούν, να συνεργάζονται και να κοινωνικοποιούνται" (Π.Ι. 2003, σ. 591). Το ελεύθερο παιχνίδι αναφέρεται συνεχώς στην ενότητα των προτεινόμενων δραστηριοτήτων ως η κατάλληλη διδακτική μέθοδος προτρέποντας τους εκπαιδευτικούς να αξιοποιήσουν ευκαιριακά συμβάντα τα οποία προκαλούν το ενδιαφέρον των παιδιών με κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις. Αντίθετα, ο ρόλος του ελεύθερου παιχνιδιού στο Α.Π. του Δημοτικού υποβιβάζεται σημαντικά και αντικαθίσταται από περισσότερο δομημένες μορφές, όπως το παιχνίδι ρόλων.

Η εύρεση και λύση απλών προβλημάτων τα οποία προκύπτουν από βιωματικές δραστηριότητες των παιδιών τονίζεται στα πλαίσια της προτεινόμενης παιδαγωγικής στο Δημοτικό, είτε διαμέσου έρευνας "για τη διαπίστωση ενός προβλήματος και αναζήτηση προτάσεων και λύσεων για την αντιμετώπισή του" (Π.Ι. 2003, σ. 335), είτε μέσα από τα ολοκληρωμένα σχέδια εργασίας (projects). Αντίθετα, δίνεται περιορισμένη προσοχή σε προσεγγίσεις που συνδέονται με συναισθηματικούς παράγοντες της μάθησης όπως η δραματοποίηση, η διδασκαλία μέσα από την ιστορία των Φυσικών Επιστημών, οι δραστηριότητες εκτός σχολείου, καθώς και σε συναφείς νοητικές διεργασίες όπως ο αναστοχασμός και η φαντασία.

Η διαθεματικότητα, η κεντρική ιδέα του Α.Π., αποτελεί σημαντική κατεύθυνση που προσφέρει το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ ως προς την παιδαγωγική και των δύο φάσεων της εκπαίδευσης. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι ικανοί να σχεδιάζουν και να επιλέγουν δραστηριότητες που περικλείουν στοιχεία από διαφορετικές θεματικές και να επιτρέπουν και στα παιδιά να κατανοήσουν τις συνδέσεις ανάμεσα σε αυτές. Σημαντική θέση στην προτεινόμενη παιδαγωγική του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, τόσο για το Νηπιαγωγείο όσο και για το Δημοτικό, κρατούν η ενίσχυση της συνεργασίας και η ενθάρρυνση εναλλακτικών τρόπων καταγραφής και έκφρασης των ιδεών που σχηματίζουν τα παιδιά.

Η κατάσταση στην Ευρώπη διαφέρει σημαντικά από χώρα σε χώρα, ωστόσο υπάρχουν κοινά γνωρίσματα και σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στη παιδαγωγική που προωθούν τα Α.Π. Για την προσχολική αγωγή, τα Α.Π. στην Ευρώπη εστιάζουν, παρόμοια με το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, στο παιχνίδι (σε όλες τις μορφές του) και στην ενθάρρυνση λύσης απλών προβλημάτων. Αντίθετα με το ΔΕΠΠΣ, η πλειοψηφία των Α.Π. των Ευρωπαϊκών χωρών δίνουν σημαντική έμφαση στην αυτόνομη μάθηση, ενώ παροτρύνουν τους εκπαιδευτικούς να ενθαρρύνουν τα παιδιά να δοκιμάζουν τις δικές τους ιδέες κατά τη διάρκεια των διερευνήσεων στην τάξη. Στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση αντίστοιχα, οι Δημιουργικές Προσεγγίσεις τις οποίες έχει αναγνωρίσει το έργο περιορίζονται σημαντικά. Ο ρόλος του παιχνιδιού, των ερωτήσεων και της αυτόνομης μάθησης υποβιβάζονται σημαντικά καταδεικνύοντας μία περισσότερο δομημένη παιδαγωγική.

Ο ρόλος που διαδραματίζει η δημιουργικότητα στην παιδαγωγική, παρόμοια με τις παραπάνω διαστάσεις του Α.Π., δεν αναφέρεται ανοικτά αλλά με έμμεσο τρόπο μέσα από τα εγγενή χαρακτηριστικά των προσεγγίσεων οι οποίες προτείνονται. Τα ευρήματα για το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ είναι σε συμφωνία με τα αντίστοιχα των υπολοίπων Ευρωπαϊκών χωρών. Έμφαση στη δημιουργικότητα δίνεται μέσα από τις διάφορες μορφές παιχνιδιού και την εύρεση και λύση προβλημάτων. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έλλειψη της δημιουργικότητας από προσεγγίσεις όπως η χρήση της ιστορίας, των εμπειριών εκτός της τάξης και της εκμετάλλευσης των πρότερων γνώσεων των παιδιών.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αξιολόγηση θεωρείται ως ένα αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας ανεξαρτήτως φάσης της εκπαίδευσης για το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ. Στο γενικό μέρος του Α.Π. αναφέρεται πως ο σκοπός της αξιολόγησης είναι να παρέχει πληροφορίες για ολόκληρη την εκπαιδευτική διαδικασία και να αναδείξει δυσκολίες και κενά στη μάθηση. Η αξιολόγηση διακρίνεται σε διαγνωστική, διαμορφωτική και τελική. Οι τρείς τύποι αξιολόγησης παρουσιάζονται στο ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ αναφορικά με τη χρονική περίοδο την οποία χρησιμοποιούνται. Η διαγνωστική αξιολόγηση χρησιμοποιείται καθόλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας αλλά τονίζεται η αξία της στην αρχή για να αποτυπώσει την πρότερη γνώση και τις εμπειρίες των παιδιών. Η διαμορφωτική αξιολόγηση κατά τη διάρκεια, χρησιμεύει στον έλεγχο της προόδου με βάση τους διδακτικούς στόχους, ενώ

τέλος η τελική αξιολόγηση παρέχει δεδομένα για τη συνολική πορεία των παιδιών, από ποιο σημείο ξεκίνησαν και πού κατέληξαν με την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Στο Νηπιαγωγείο, το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ δεν παρέχει συγκεκριμένες οδηγίες για την αξιολόγηση αλλά αναφέρει πως είναι διαρκής, ενσωματώνεται στην καθημερινή διαδικασία, και βασίζεται στη συνολική αποτίμηση του προγράμματος λαμβάνοντας υπόψη τα ατομικά χαρακτηριστικά κάθε παιδιού, τις διαφορές στον τρόπο και το ρυθμό μάθησης, τις αντιλήψεις, τις επιθυμίες, τις ικανότητες, τις ευκαιρίες που έχουν για μάθηση στο οικογενειακό και κοινωνικό περιβάλλον, τις ιδιαιτερότητές τους. Το Α.Π. αναφέρει ρητά πως οι παραδοσιακές μορφές αξιολόγησης δεν μπορούν να εφαρμοστούν στο Νηπιαγωγείο, αντίθετα "δίνεται έμφαση στις διαδικασίες κατάκτησης της γνώσης σε συνθήκες δημιουργικής εργασίας και αναδεικνύονται οι επικοινωνιακές δεξιότητες των παιδιών, η απόκτηση υπευθυνότητας μέσα από τη συλλογική εργασία, την έρευνα και την κριτική σκέψη" (Π.Ι. 2003, σ. 592).

Για το Δημοτικό, η κατεύθυνση και οι οδηγίες για την αξιολόγηση των παιδιών στη Μελέτη Περιβάλλοντος εξαντλούνται σε μία παράγραφο η οποία αναφέρει πως η προσέγγιση που ακολουθείται στη συγκεκριμένη θεματική "ευνοεί τη χρησιμοποίηση εναλλακτικών μορφών αξιολόγησης, όπως είναι οι διαδικασίες κατάκτησης της γνώσης με βιωματικό κυρίως τρόπο και ιδιαίτερα τα σχέδια εργασίας στα οποία παρέχεται η δυνατότητα μελέτης ενός θέματος από διαφορετικές επιστημονικές προοπτικές με έμφαση στην αξιοποίηση των κυριοτέρων χαρακτηριστικών της διαθεματικής προσέγγισης" (Π.Ι. 2003, σ. 335).

Τα Α.Π. των Ευρωπαϊκών χωρών που συμμετέχουν στο έργο αναφορικά με την αξιολόγηση χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις χώρες όπως η Ελλάδα στις οποίες παρέχονται γενικές οδηγίες και κατευθύνσεις προς τους εκπαιδευτικούς αφήνοντας σε αυτούς όμως την ελευθερία να επιλέξουν (Φινλανδία, Γαλλία, Σκωτία, Γερμανία), και στις χώρες οι οποίες θέτουν συγκεκριμένα κριτήρια ή απαιτήσεις τα οποία οφείλουν να ακολουθήσουν όλοι οι εκπαιδευτικοί (Αγγλία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Ουαλία). Επίσης, σε κάποιες χώρες όπως το Βέλγιο, η Γερμανία, η Αγγλία και η Ουαλία είναι θεσπισμένες εθνικές αξιολογήσεις για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση των σχολικών μονάδων. Η μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στην αξιολόγηση σημαντικών επιστημονικών ιδεών, ενώ περιορισμένη σημασία δίνεται στην αξιολόγηση τόσο της κατανόησης των διαδικασιών της επιστημονικής διερεύνησης, όσο και της ανάπτυξης δεξιοτήτων που σχετίζονται με την επιστημονική διερεύνηση. Γενικότερα, οι στάσεις απέναντι στη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες αναφέρονται σε ελάχιστες περιπτώσεις στους σκοπούς της αξιολόγησης.

Οι οδηγίες και η κατεύθυνση που προσφέρει το ελληνικό Α.Π. για την αξιολόγηση προσφέρει περιορισμένες ενδείξεις για τον ρόλο της δημιουργικότητας είτε στις προτεραιότητες ή τις μεθόδους που προτείνονται. Η αξιολόγηση στο ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ στοχεύει στην πολύπλευρη ανάπτυξη των παιδιών και δεν περιορίζεται μόνο στην γνωστική τους εξέλιξη. Μέσα από τις γενικές κατευθύνσεις που προσφέρει το ελληνικό Α.Π. είναι εξαιρετικά περιορισμένη η προσοχή που δίνεται στα επιμέρους χαρακτηριστικά της δημιουργικότητας. Τα χαρακτηριστικά τα οποία αναφέρονται στο ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ περιλαμβάνουν την περιέργεια (στο Νηπιαγωγείο), την ικανότητα για συνεργασία (Νηπιαγωγείο και Δημοτικό) και τη δυνατότητα να σχηματίζουν συνδέσεις με άλλες θεματικές (Νηπιαγωγείο και Δημοτικό).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκπαιδευτική μεταρρύθμιση του 2003, όπως αποτυπώνεται από το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, είχε ως στόχο την προσαρμογή των αποφάσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προκειμένου για το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα να ακολουθεί τις νέες τάσεις στον τομέα της εκπαίδευσης, όπως συμβαίνει και σε άλλες χώρες της ΕΕ, ιδιαίτερα μετά τη μη ικανοποιητική απόδοση των Ελλήνων μαθητών στο τεστ PISA 2000 (Alahiotis & Karatzia, 2006). Το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, εισήγαγε μια διαφορετική διδακτική προσέγγιση που απαιτεί την ενεργό συμμετοχή των παιδιών στην κατάκτηση της γνώσης. Αν και η διαθεματικότητα είναι το κεντρικό στοιχείο του Α.Π., η ύπαρξη των ξεχωριστών θεματικών ενοτήτων δεν άλλαξε και οι εκπαιδευτικοί συνεχίζουν να χωρίζουν το περιεχόμενο σε θεματικές περιοχές. Η βασική ιδέα της αλλαγής βασίζεται στο γεγονός ότι ο δάσκαλος μπορεί να επιλέξει μερικά από τα θέματα και να σχεδιάσει τη διδασκαλία ενσωματώνοντας στοιχεία από διάφορες θεματικές περιοχές.

Οι Φυσικές Επιστήμες τόσο στην προσχολική, όσο και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση δεν αποτελούν ξεχωριστή θεματική περιοχή. Μόνο η Φυσική διδάσκεται ως ξεχωριστό μάθημα κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων τάξεων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευση. Οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται, παρόμοια με την πλειοψηφία των Ευρωπαϊκών χωρών, μαζί με μια ποικιλία από άλλους κλάδους σε μια θεματική περιοχή με τίτλο "Μελέτη Περιβάλλοντος" ("Παιδί και Περιβάλλον", στην προσχολική). Στην προσχολική αγωγή, η ανάπτυξη του παιδιού αναφέρεται ως κύριος σκοπός της εκπαίδευσης (ο σκοπός είναι κοινός για όλες τις θεματικές περιοχές), ενώ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων παρουσιάζεται ως η βασική κινητήρια δύναμη για την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Οι στόχοι για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, όπως μεταφράζονται μέσα από τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα, επικεντρώνεται, χρησιμοποιώντας την διαθεματική προσέγγιση, στην παροχή των απαραίτητων διδακτικών παρεμβάσεων που θα επιτρέψουν στα παιδιά να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις. Οι δραστηριότητες που προτείνονται στο ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ εστιάζουν σε γνωστικούς παράγοντες, όπως η διατύπωση ερωτήσεων, ο σχεδιασμός έρευνας, η συλλογή στοιχείων π.χ. παρατηρώντας, κάνοντας πειράματα, δημιουργώντας συνδέσεις αλλά και σε

κοινωνικούς παράγοντες, όπως η επεξήγηση των συλλεγόμενων στοιχείων/δεδομένων και η παρουσίαση των εξηγήσεων/αιτιολογήσεων. Αντίστοιχα στην Ευρώπη δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων που σχετίζονται με τη διαδικασία της επιστημονικής διερεύνησης, όπως επίσης και της γνώσης και της κατανόησης των σημαντικών επιστημονικών ιδεών που σχετίζονται με αυτή (το τελευταίο κυρίως στο Δημοτικό), ενώ περιορισμένη προσοχή δίνεται στην κοινωνική και συναισθηματική διάσταση της μάθησης. Ενδιαφέρον είναι η απουσία της ενασχόλησης των παιδιών και τον εκπαιδευτικών με δραστηριότητες οι οποίες σχετίζονται με τη φύση της επιστήμης.

Το τρέχον πρόγραμμα σπουδών αντανακλά μια διεθνή τάση περιλαμβάνοντας τη δημιουργικότητα/δημιουργική σκέψη ως ένα από τους κεντρικούς στόχους του, τονίζοντας την ανάγκη να αναπτυχθεί η δημιουργικότητα και η δημιουργική σκέψη των παιδιών από την αρχή της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Ωστόσο, όπως σχολιάζει ο Καμπύλης (2008), ο όρος δημιουργική σκέψη και οι συγγενείς λέξεις χρησιμοποιούνται εντός του διαθεματικού προγράμματος σπουδών με ένα ασαφές και συγκεχυμένο τρόπο, ενώ θα έπρεπε να περάσει το μήνυμα της ανάγκης προώθησης της δημιουργικότητας ξεκάθαρα στους επαγγελματίες ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί στην τάξη. Η έλλειψη σαφούς ορισμού για τη δημιουργικότητα απουσιάζει από το Α.Π.. Αντίστοιχα, αξίζει να σημειωθεί ότι στις περισσότερες χώρες βρέθηκαν περιορισμένες αναφορές στο ρόλο της φαντασίας ή της συζήτησης εναλλακτικών ιδεών των παιδιών στην τάξη, προσέγγιση η οποία συνδέεται στενά με τις Δημιουργικές Προσεγγίσεις για τη μάθηση και τη διδασκαλία

Η ανάλυση του ελληνικού Α.Π. φανερώνει μια ένταση μεταξύ των προθέσεων, όπως παρουσιάζονται μέσα από τους σκοπούς και τους διδακτικούς στόχους, και τις προτεινόμενες διδακτικές δραστηριότητες. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις στις δραστηριότητες που προτείνονται όπου τα παιδιά αναγκάζονται να παραμείνουν παθητικοί δέκτες αντί να οδηγούν αυτά την πορεία τους προς τη μάθηση. Πρέπει να σημειωθεί πως αυτό παρατηρείται σε μικρότερο βαθμό στις Φυσικές Επιστήμες από τις υπόλοιπες θεματικές ενότητες, λόγω της εστίασης στη διερεύνηση και τα projects.

Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στη διερευνητική μάθηση τονίζονται σε ολόκληρο το Α.Π. για τις Φυσικές Επιστήμες κυρίως με την εισαγωγή των projects. Η προτεινόμενη μεθοδολογία διαθέτει μια σειρά από μεθοδολογικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής διερεύνησης, αν και όχι με το συγκεκριμένο και συνεκτικό τρόπο που προσδιορίζονται στα πλαίσια της διερευνητικής μάθησης. Η παιδαγωγική του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ περιλαμβάνει στοιχεία από τις συνέργειες που έχει αναγνωρίσει το έργο *Creative Little Scientists* στο Εννοιολογικό του Πλαίσιο και ιδαίτερα, την έμφυτη περιέργεια των παιδιών, το παιχνίδι, τη συνεργασία και το κίνητρο για μάθηση. Οι συνέργειες ανάμεσα στη διερευνητική μάθηση και τις προσεγγίσεις που συνδέονται με τη προώθηση της δημιουργικότητας οι οποίες αναγνωρίζονται στα πλαίσια του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ είναι: παιχνίδι/εξερεύνηση, κίνητρο/συναίσθημα, ερώτηση/περιέργεια και διάλογος/συνεργασία. Τα αντίστοιχα μέρη των Ευρωπαϊκών Α.Π. τονίζουν την επίλυση προβλημάτων τη συζήτηση εναλλακτικών ιδεών και την προώθηση των δεξιοτήτων της επιστημονικής διερεύνησης, όπως η παρατήρηση και η επικοινωνία.

Καταλήγοντας, είναι απαραίτητο να εξετάστουν οι ερμηνείες του Α.Π. που έχουν δοθεί στην πράξη από τους ανθρώπους που καλούνται να τα εφαρμόσουν προκειμένου να καθοριστεί η συνοχή μεταξύ της πολιτικής και των επιπτώσεων της εφαρμογής της. Ένα πολύ σημαντικό θέμα στη μεταρρύθμιση των Α.Π. είναι οι ερμηνείες που προσδίδουν οι εκπαιδευτικοί στην καθοδήγηση που τους προσφέρεται και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει τη διδακτική πρακτική τους. Περιορισμένη έρευνα έχει γίνει σχετικά με την εφαρμογή των αλλαγών που επέφερε η τρέχουσα διδακτέα ύλη στην καθημερινή πρακτική των εκπαιδευτικών. Η ανάλυση του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ και η σύγκρισή του με τα υπόλοιπα Ευρωπαϊκά Α.Π. με βάση το εννοιολογικό πλαίσιο του *Creative Little Scientists* ανέδειξε σημαντικά θέματα τα οποία περιλαμβάνουν την ανάγκη για συνοχή μεταξύ της εκπαιδευτικής πολιτικής σχετικά με τους στόχους, το πρόγραμμα σπουδών, την αξιολόγηση και την παιδαγωγική καθοδήγηση, καθώς και την αναγκαιότητα να αποσαφηνιστεί η ρητορική σχετικά με τη δημιουργικότητα και από το γενικό επίπεδο που βρίσκεται σήμερα να μετασχηματιστεί σε ξεκάθαρες κατευθύνσεις και πρακτικές μέσα από τα Α.Π. για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alahiotis, S.N., & Karatzia, E. (2006), Effective curriculum policy and crosscurricularity: analysis of the new curriculum design of the Hellenic Pedagogic Institute. *Pedagogy, Culture & Society*, 14(2), pp. 119-147.
2. Beghetto, R. A., and Plucker, J. A. (2006). The relationship among schooling, learning, and creativity: “All roads lead to creativity” or “You can’t get there from here”? In J. C. KAUFMAN and J. BAER (eds.), *Creativity and reason in cognitive development*. Cambridge: Cambridge University Press, 316-332
3. Burnard, P., Craft, A., Grainger, T. et al. 2006. Possibility thinking. *International Journal of Early Years Education*, 14(3), 243–262
4. Chappell, K., Craft, A., Burnard, P., Cremin, T. 2008. Question-posing and Question-responding: the heart of ‘Possibility Thinking’ in the early years. *Early Years*, 28(3), 267-286.
5. Craft, A. (2003). Creative thinking in the early years of education Early Years, 23(2) 147-158

6. Craft, A., McConnon, L. and Matthews, A 2012. Creativity and child-initiated play: fostering possibility thinking in four-year-olds. *Thinking Skills and Creativity* 7(1), 48-61.
7. Creative Little Scientists (2012a). *Conceptual Framework*. Project Deliverable D2.2. Διαθέσιμο http://www.creative-little-scientists.eu/sites/default/files/CLS_Conceptual_Framework_FINAL.pdf
8. Creative Little Scientists (2012b). *List of Mapping and Comparison Factors.* Project Deliverable D3.1. Διαθέσιμο στο http://www.creative-little-scientists.eu/sites/default/files/D3.1_List_of_factors_FINAL_0.pdf
9. Drayton, B. and Falk, J. 2001. Tell-tale signs of the inquiry-oriented classroom. NASSP Bulletin, 85(623), 24-34.
10. Duschl, R.A., Schweingruber, H.A. & Shouse, A.W. (2007). (Eds) *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press.
11. EC (2002). COUNCIL RESOLUTION of 27 June 2002 on lifelong learning. Ανασύρθηκε από http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2002:163:0001:0003:EN:PDF
12. EC (2008a). Lifelong Learning for Creativity and Innovation. A Background Paper. Slovenian EU Council Presidency. Ανασύρθηκε από http://www.sac.smm.lt/images/12%20Vertimas%20SAC%20Creativity%20and%20innovation% 20---%20SI%20Presidency%20paper%20anglu%20k.pdf
13. EC (2008b). DECISION No 1350/2008/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2008 concerning the European Year of Creativity and Innovation (2009).
14. Goswami, U. and Bryant, P. 2007. Children's cognitive development and learning. In R. ALEXANDER (ed.), *The Cambridge Primary Review Research Surveys* 141-169, London, Routledge.
15. Harlen, W. and Qualter, A. 2004. *The teaching of science in primary schools* London, David Fulton.
16. Καμπύλης, Π. (2008). Αποσαφηνίζοντας τον όρο δημιουργικότητα στα πλαίσια της πρώτης βαθμίδας της εκπαίδευσης. *Μουσική σε Πρώτη Βαθμίδα*, 5, 70-79.
17. Linn, M., Davis, E. and Bell, P. (2004). *Internet environments for science education* London: Lawrence Erlbaum
18. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (Π.Ι.), (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών.
19. National Research Council (1996). National Science Education Standards . Washington, DC: The National Academies Press.
20. Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S. and Alibali, M. W. 1999. Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology*, 91(1), 175-189
21. Runco, M.A. (2003). Education for creative potential, *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47(3), 317-324
22. van den Akker, J. (2009). Curriculum design research. In: Plomp, T. and Nieveen, N. (Eds). *An introduction to Educational Design Research*. Enschede, The Netherlands: SLO.

Η ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών του δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες

Μιχαήλ Σκουμιός[1], Βασιλεία Χατζηνικήτα[2]

[1] Λέκτορας Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
skoumios@rhodes.aegean.gr
[2] Καθηγήτρια Σχολής Ανθρωπιστικών Σπουδών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
hatzinikita@eap.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή επιδιώκει να διερευνήσει την ποιότητα (δομή και εννοιολογικό περιεχόμενο) των γραπτών εξηγήσεων που παράγουν οι μαθητές του δημοτικού για φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις που παρήγαγαν 276 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σε ερωτήσεις σχετικές με την εξήγηση των καταστάσεων που αφορούσαν τη διαστολή και τη συστολή των στερεών σωμάτων και την εξάτμιση των υγρών σωμάτων. Οι γραπτές εξηγήσεις των μαθητών αναλύθηκαν ως προς τη δομή και το εννοιολογικό περιεχόμενο των συστατικών τους στοιχείων (ισχυρισμοί, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμοί) με κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι η ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των εξηγήσεων των μαθητών είναι χαμηλή. Οι μαθητές εμφάνισαν την τάση να παράγουν ισχυρισμούς, με ανεπαρκή (ως προς τη δομή) και ακατάλληλα (ως προς το εννοιολογικό περιεχόμενο) αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Φυσικές Επιστήμες, εξηγήσεις, ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός, εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή επιστημονικών εξηγήσεων -βασισμένων σε αποδεικτικά στοιχεία- από τους μαθητές, αποτελεί ουσιώδη στόχο της εκπαίδευσής τους στις Φυσικές Επιστήμες (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; Driver, Newton, & Osborne, 2000; National Research Council [NRC], 2000). Επίσης, βασική διάσταση του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών συνιστά η εξαγωγή συμπερασμάτων, βασισμένων σε επιστημονικά τεκμήρια για θέματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία (OECD, 2009). Η συγκρότηση εξηγήσεων είναι αναγκαία όχι μόνο για αυτούς που σκοπεύουν να ασχοληθούν ενεργά με ένα επιστημονικό πεδίο αλλά και για όλους τους πολίτες. Οι πολίτες είναι αναγκαίο να αξιολογούν επιστημονικά δεδομένα που τους παρουσιάζονται γραπτά μέσα από το διαδίκτυο, τις εφημερίδες και τα περιοδικά ή προφορικά από την τηλεόραση και το ραδιόφωνο (Krajcik & McNeill, 2009). Χρειάζεται να έχουν αναπτύξει την ικανότητα να αξιολογούν εξηγήσεις, να καθορίζουν αν οι ισχυρισμοί εδράζονται σε δεδομένα και αν οι συλλογισμοί είναι αξιόπιστοι. Επιπρόσθετα, η διαδικασία συγκρότησης επιστημονικών εξηγήσεων μπορεί να συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές (Zohar & Nemet, 2002) και στην αλλαγή της εικόνας που έχουν διαμορφώσει οι μαθητές για τις Φυσικές Επιστήμες (Bell & Linn, 2000).

Μολονότι η συγκρότηση επιστημονικών εξηγήσεων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, συχνά δεν εντάσσεται στη συνήθη πρακτική των εκπαιδευτικών στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Kuhn, 1993; Newton, Driver, & Osborne, 1999). Επιπλέον, όταν οι μαθητές καλούνται να παράγουν μια εξήγηση απαντώντας σε ένα ερώτημα που τους τίθεται, συνήθως έχουν δυσκολίες στο να αιτιολογήσουν τους ισχυρισμούς τους (Sadler, 2004). Η έρευνα που μελετά την ποιότητα των γραπτών εξηγήσεων που παράγουν οι μαθητές στις Φυσικές Επιστήμες έχει εστιαστεί κυρίως σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Bell & Linn, 2000; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000; Lizotte, Harris, McNeill, Marx, & Krajcik, 2003; Sandoval, 2003; Songer, Kelcey, & Gotwals, 2009), ενώ είναι περιορισμένη στους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Lehrer & Schauble, 2010; McNeill, 2011; Songer, & Gotwals, 2012). Επιπρόσθετα, απουσιάζει η έρευνα για την ποιότητα των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών στον ελληνικό χώρο. Η μελέτη της ποιότητας των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών του δημοτικού για φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Οι επιστημονικές εξηγήσεις αναφέρονται στο πως ή το γιατί συμβαίνει ένα φαινόμενο (Chinn & Brown, 2000). Το πλαίσιο της συγκρότησης επιστημονικών εξηγήσεων εδράζεται στο μοντέλο επιχειρηματολογίας του Toulmin (1958). Σύμφωνα με αυτό, τα επιχειρήματα περιλαμβάνουν ισχυρισμούς ή συμπεράσματα (claims), δεδομένα (data) που υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς, εγγυήσεις (warrants) που αποδεικνύουν γιατί τα δεδομένα υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς, υποστηρίξεις (backings) που είναι πληροφορίες που στηρίζουν τις εγγυήσεις, πιστοποιήσεις (qualifiers) που καταδεικνύουν την ισχύ των στοιχείων των εγγυήσεων και αντικρούσεις (rebuttals) που υποδεικνύουν τις συνθήκες κάτω από τις οποίες τα δεδομένα μαζί με τις εγγυήσεις δεν οδηγούν στους ισχυρισμούς. Η ποιότητα ενός επιχειρήματος καθορίζεται από την ποιότητα των επιμέρους συστατικών στοιχείων του.

Μολονότι το μοντέλο επιχειρηματολογίας του Toulmin (1958) έχει χρησιμοποιηθεί τόσο για την αξιολόγηση των επιστημονικών εξηγήσεων των μαθητών -κυρίως των μεγαλύτερων τάξεων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης- και των φοιτητών στις Φυσικές Επιστήμες όσο και για την υποστήριξή τους στην παραγωγή επιστημονικών εξηγήσεων, έχει επισημανθεί ότι είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση του λόγου των μαθητών (McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx, 2006). Αντί για αυτό το μοντέλο έχει προταθεί η ακόλουθη τροποποιημένη εκδοχή του από τους McNeill, Lizotte, Krajcik και Marx (2006). Σύμφωνα με αυτήν, μια επιστημονική εξήγηση περιλαμβάνει τρία συστατικά στοιχεία: ισχυρισμό (claim) (παρόμοιο με τον ισχυρισμό στο μοντέλο του Toulmin), αποδεικτικά στοιχεία (evidence) (παρόμοια με τα δεδομένα στο μοντέλο του Toulmin) και συλλογισμό (reasoning) (ένα συνδυασμό των εγγυήσεων και των υποστηρίξεων του μοντέλου του Toulmin). Ο ισχυρισμός είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση ή ένα πρόβλημα. Τα αποδεικτικά στοιχεία είναι δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Ο συλλογισμός συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και φανερώνει το λόγο για τον οποίο τα δεδομένα θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό χρησιμοποιώντας επιστημονικές αρχές.

Η ποιότητα μας εξήγησης που παράγει ο μαθητής στις Φυσικές Επιστήμες χαρακτηρίζεται από τη δομή και από το περιεχόμενό της (McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx, 2006; Sandoval & Millwood, 2005). Η δομή μιας εξήγησης σχετίζεται με την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών στοιχείων της (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός) ανεξάρτητα από το εννοιολογικό τους περιεχόμενο. Επαρκής χαρακτηρίζεται μια εξήγηση όταν περιλαμβάνει έναν πλήρη ισχυρισμό που απαντά στην ερώτηση, τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον συγκεκριμένο ισχυρισμό, καθώς επίσης και ένα συλλογισμό που εμπλέκει αρχές και συνδέει -μέσω των αρχών- τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό. Το περιεχόμενο μιας εξήγησης σχετίζεται με την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων της εξήγησης όταν αυτά αξιολογούνται σε σχέση με την επιστημονική θεώρηση (ή τη σχολική της εκδοχή).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Παρά την ιδιαίτερη σημασία που αποδίδεται στις εξηγήσεις των μαθητών είναι περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών που εξετάζουν την ποιότητα των γραπτών εξηγήσεων που παράγουν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η συναφής βιβλιογραφία αναδεικνύει ποικίλα προβλήματα σχετικά με τις εξηγήσεις των μαθητών. Οι μαθητές εμφανίζουν δυσκολία στο να παράγουν ισχυρισμούς με δεδομένα όταν απαντούν σε μια ερώτηση (Sadler, 2004). Συνηθίζουν να προτείνουν ισχυρισμούς χωρίς να τους αιτιολογούν (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000). Έχουν δηλαδή δυσκολίες στο να προτείνουν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία για να τεκμηριώσουν τους ισχυρισμούς τους (Lehrer & Schauble, 2010; McNeill & Krajcik, 2007; Sandoval, 2003; Songer, & Gotwals, 2012). Συχνά μάλιστα χρησιμοποιούν προσωπικές απόψεις ως αποδεικτικά στοιχεία στις εξηγήσεις τους (Hogan & Maglienti, 2001). Ακόμα και όταν προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία στις εξηγήσεις τους αυτά δεν είναι επαρκή (Sandoval & Millwood, 2005), ενώ έχουν την τάση να αγνοούν εμπειρικά δεδομένα ειδικότερα όταν αυτά είναι σε αντίθεση με τις προβλέψεις τους (Chinn & Brewer, 2001; Sandoval & Millwood, 2005). Επιπρόσθετα, οι μαθητές έχουν δυσκολία στο να χρησιμοποιούν στις εξηγήσεις τους συλλογισμούς που συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τους ισχυρισμούς (Bell & Linn, 2000; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl, 2000; Kuhn, 1993; McNeill & Krajcik, 2006; Sandoval & Reiser, 1997; Songer, Kelcey, & Gotwals, 2009). Ο συλλογισμός είναι το συστατικό της εξήγησης με το οποίο οι μαθητές του γυμνασίου εμφανίζουν τη μεγαλύτερη δυσκολία (Lizotte, Harris, McNeill, Marx, & Krajcik, 2003; McNeill et al., 2003). Οι μαθητές που συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό, συχνά δεν προτείνουν τις επιστημονικές αρχές που υποστηρίζουν αυτή τη σύνδεση (McNeill & Krajcik, 2007).

Οι παραπάνω εργασίες που εστιάζουν στην ποιότητα των γραπτών εξηγήσεων αφορούν σε μαθητές κυρίως της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που αφορά στην ποιότητα των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών μικρότερης ηλικίας (Lehrer & Schauble, 2010; McNeill, 2011; Songer, & Gotwals, 2012). Επιπλέον, στις έρευνες αυτές έχει μελετηθεί η ποιότητα των εξηγήσεων όπως αυτή προκύπτει από τη συνολική αξιολόγηση τόσο της δομής όσο και του περιεχομένου τους. Δεν έχει δηλαδή διερευνηθεί συστηματικά και με διακριτό τρόπο είτε μόνο η δομή είτε μόνο το περιεχόμενο των εξηγήσεων. Η έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση θα μπορούσε να συνεισφέρει στη συζήτηση σχετικά με τους λόγους για τους οποίους οι μαθητές εμφανίζουν δυσκολίες στο να παράγουν ποιοτικές επιστημονικές εξηγήσεις, αφού δεν υπάρχει επαρκής

απάντηση στο ερώτημα αν η χαμηλή ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών οφείλεται αποκλειστικά στην ελλιπή κατανόηση του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών ή και σε λόγους που σχετίζονται με τη δομή ενός επιχειρήματος (Metz, 2000). Επιπρόσθετα, απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζονται στην ποιότητα των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών στην Ελλάδα. Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης έρευνας που να μελετά τη δομή και το περιεχόμενο των γραπτών εξηγήσεων που παράγουν οι μαθητές όταν επιδιώκουν να απαντήσουν σε ερωτήματα που αφορούν σε θέματα των Φυσικών Επιστημών.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Η εργασία αυτή στοχεύει στη μελέτη της ποιότητας, τόσο στο επίπεδο της δομής όσο και στο επίπεδο του περιεχομένου, των γραπτών εξηγήσεων που παράγουν οι μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού για φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2011-2012 σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο (πιλοτική έρευνα), συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε ερωτήσεις που ζητούσαν από τους μαθητές να προτείνουν απαντήσεις και να τις αιτιολογήσουν. Στο δεύτερο στάδιο (κύρια έρευνα), το ερωτηματολόγιο εφαρμόστηκε σε μαθητές δημοτικών σχολείων. Στο τρίτο στάδιο, αναλύθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών ως προς τη δομή και το εννοιολογικό τους περιεχόμενο.

Ζητήθηκε άδεια από τους διευθυντές των σχολείων οι οποίοι ενημερώθηκαν για τους στόχους και το περιεχόμενο της έρευνας και έδωσαν τη συγκατάθεσή τους. Επίσης, συναίνεσαν και οι γονείς των μαθητών αφού πρώτα ενημερώθηκαν για το περιεχόμενο και τους στόχους της παρούσας έρευνας.

Στην έρευνα συμμετείχαν 276 μαθητές, από δώδεκα τυχαία επιλεγμένα δημοτικά σχολεία της Ρόδου, που φοιτούσαν στη ΣΤ΄ τάξη.

ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ως μέσο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο που αποτελούνταν από δύο ερωτήσεις ανοικτού τύπου και ζητούσαν από τους μαθητές να καταγράψουν την άποψή τους και να την αιτιολογήσουν. Οι ερωτήσεις αφορούσαν το φαινόμενο της διαστολής και της συστολής των στερεών σωμάτων και το φαινόμενο της εξάτμισης των υγρών σωμάτων. Τα παραπάνω φαινόμενα είχαν διδαχθεί οι μαθητές στην Ε΄ τάξη του δημοτικού σχολείου. Οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν συνιστούν τροποποιημένες εκδοχές ερωτήσεων που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών της Ε΄ τάξης του δημοτικού.

Η πρώτη ερώτηση (ερώτηση 1) αφορούσε στο φαινόμενο της διαστολής και της συστολής των στερεών σωμάτων. Αφού ανέφερε τις θερμοκρασίες μιας χειμωνιάτικης και μιας καλοκαιρινής ημέρας το μεσημέρι, ζητούσε από τους μαθητές να προβλέψουν σε ποια από τις δύο ημέρες θα είναι περισσότερο τεντωμένα τα σύρματα της ΔΕΗ.

Η δεύτερη ερώτηση (ερώτηση 2) αναφερόταν στο φαινόμενο της εξάτμισης των υγρών και πιο συγκεκριμένα στη σχέση ανάμεσα στην εξάτμιση των υγρών και την ύπαρξη ρεύματος αέρα. Ζητούσε από τους μαθητές να προβλέψουν πότε στεγνώνουν πιο γρήγορα τα μαλλιά τους μετά το λούσιμο, αν τα φυσά θερμός αέρας από ένα πιστολάκι μαλλιών ή αν τα αφήσουν να στεγνώσουν χωρίς να χρησιμοποιηθεί το πιστολάκι μαλλιών.

Αρχικά, το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε μικρό αριθμό μαθητών (πιλοτική έρευνα). Πραγματοποιήθηκε μια σύντομη συλλογική συζήτηση με τους μαθητές για να αποκομισθούν σχόλια και παρατηρήσεις. Επίσης, δόθηκε σε εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και σε ερευνητές, ώστε να ελεγχθεί η εσωτερική του εγκυρότητα και να διορθωθούν τυχόν ελλείψεις ή ασάφειες. Στη συνέχεια διαμορφώθηκε το ερωτηματολόγιο της κύριας έρευνας, με βάση τις παρατηρήσεις και τις ελλείψεις που επισημάνθηκαν στην εφαρμογή του στην πιλοτική έρευνα, προκειμένου αυτό να ανταποκρίνεται στους στόχους της έρευνας και να είναι κατανοητό από τους μαθητές. Ο χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ήταν περίπου 20 λεπτά.

Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Ως μονάδα ανάλυσης ορίσθηκε η απάντηση που συνέταξε κάθε μαθητής σε κάθε ερώτηση που του τέθηκε. Συνολικά διαμορφώθηκαν 552 μονάδες ανάλυσης.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την αξιολόγηση της ποιότητας των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών του γυμνασίου στις Φυσικές Επιστήμες έχει προταθεί από τους McNeill και Krajcik (2007) μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων. Η κλίμακα αυτή περιλαμβάνει τα τρία συστατικά μιας εξήγησης (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) και τα επίπεδα βαθμολογίας για κάθε ένα συστατικό της εξήγησης. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί συνολικά τη δομή και το εννοιολογικό περιεχόμενο των εξηγήσεων. Οι εξηγήσεις που λαμβάνουν υψηλή βαθμολογία χαρακτηρίζονται από καταλληλότητα ως προς το περιεχόμενό τους και επάρκεια ως προς τη δομή τους.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας τροποποιήθηκε η παραπάνω κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων μιας εξήγησης των McNeill και Krajcik (2007), απομονώνοντας τα στοιχεία των συστατικών μιας εξήγησης που

σχετίζονται με τη δομή της από τα στοιχεία των συστατικών μιας εξήγησης που σχετίζονται με το περιεχόμενό της. Έτσι, έγινε εφικτή η διακριτή αξιολόγηση της δομής από την αξιολόγηση του περιεχομένου των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών. Συγκεκριμένα, διαμορφώθηκαν δύο κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων.

Η πρώτη κλίμακα που διαμορφώθηκε εστιάζει στην αξιολόγηση αποκλειστικά της δομής μιας επιστημονικής εξήγησης και εξετάζει την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών μιας εξήγησης ανεξάρτητα από το εννοιολογικό τους περιεχόμενο (βλ. Πίνακα 1).

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδα που αφορούν στη δομή της εξήγησης		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό	Προτείνει ένα μη επαρκή ισχυρισμό	Προτείνει έναν επαρκή ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει μη επαρκή αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές ή συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές και συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Πίνακας 1: Η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση της δομής των εξηγήσεων ων μαθητών

Η δεύτερη κλίμακα που διαμορφώθηκε επικεντρώνεται στην αξιολόγηση του εννοιολογικού περιεχομένου μιας επιστημονικής εξήγησης και εξετάζει την καταλληλότητα των συστατικών της εξήγησης (δηλαδή τη συνάφειά τους με τη σχολική φυσικο-επιστημονική γνώση) ανεξάρτητα από την επάρκειά τους (βλ. Πίνακα 2).

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδα που αφορούν στο περιεχόμενο της εξήγησης		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό ή προτείνει ένα ακατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει ένα μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει ένα κατάλληλο ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία ή προτείνει ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Μπορεί να υπάρχουν και μη κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό ή προτείνει έναν ακατάλληλο συλλογισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές ή συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές και συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Πίνακας 2: Η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση του περιεχομένου των εξηγήσεων των μαθητών

Ακολούθως, παρατίθενται δύο παραδείγματα εξηγήσεων μαθητών που αφορούν στο φαινόμενο της διαστολής και συστολής των στερεών σωμάτων συνοδευόμενα από τη διαδικασία ανάλυσής τους.

Εξήγηση του μαθητή Μ153: «την καλοκαιρινή ημέρα είναι περισσότερο τεντωμένα τα σύρματα της ΔΕΗ». Σχετικά με τη δομή της, η εξήγηση αυτή περιλαμβάνει μόνο ισχυρισμό ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2), δεν προτείνονται αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0) και δεν υπάρχει συλλογισμός (επίπεδο 0). Σχετικά με το περιεχόμενό της, προκύπτει ότι ο ισχυρισμός είναι ακατάλληλος συγκρινόμενος με τη σχολική γνώση (επίπεδο 0), δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0) και δεν υπάρχει συλλογισμός (επίπεδο 0).

Εξήγηση του μαθητή Μ28: «τα σύρματα της ΔΕΗ είναι πιο τεντωμένα την καλοκαιρινή ημέρα, γιατί τότε κάνει ζέστη. Όταν είναι ζέστη τα σύρματα τεντώνουν». Αυτή η εξήγηση περιλαμβάνει ένα ισχυρισμό «τα σύρματα της ΔΕΗ είναι πιο τεντωμένα την καλοκαιρινή ημέρα», ένα αποδεικτικό στοιχείο «τότε κάνει ζέστη» και ένα συλλογισμό «όταν είναι ζέστη τα σύρματα τεντώνουν». Αναφορικά με τη δομή αυτής της εξήγησης, διαπιστώνεται ότι υπάρχει ισχυρισμός που κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2), υπάρχει ένα μόνο αποδεικτικό στοιχείο (επίπεδο 1) και υπάρχει συλλογισμός που αφενός περιλαμβάνει μια αρχή αφετέρου όμως δεν συνδέεται μέσω αυτής της αρχής το αποδεικτικό στοιχείο με τον ισχυρισμό (επίπεδο 1). Ωστόσο, αναφορικά με το περιεχόμενο

της εξήγησης, διαπιστώνεται ότι υπάρχει ένας ακατάλληλος ισχυρισμός (επίπεδο 0), υπάρχει ακατάλληλο αποδεικτικό στοιχείο (επίπεδο 0) και υπάρχει συλλογισμός που περιλαμβάνει μια ακατάλληλη αρχή και δεν συνδέεται το αποδεικτικό στοιχείο με τον ισχυρισμό (επίπεδο 0).

Η ανάλυση των εξηγήσεων των μαθητών, πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές οι οποίοι εργάσθηκαν ανεξάρτητα. Η μεταξύ τους συμφωνία στην ανάλυση των εξηγήσεων ήταν 92% και στη συνέχεια οι διαφωνίες τους επιλύθηκαν μέσω συζήτησης.

Η ανάλυση των δεδομένων επέτρεψε την αποτύπωση, σε επίπεδο απόλυτων τιμών και εκατοστιαίων κατανομών, των επιπέδων των συστατικών των εξηγήσεων που παρήχθησαν από τους μαθητές αναφορικά με τη δομή και το περιεχόμενό τους.

Επιπλέον, διερευνήθηκε, μέσω του τεστ x2, η συσχέτιση ανάμεσα στα συστατικά των εξηγήσεων και στα επίπεδα αξιολόγησης της δομής και του περιεχομένου των εξηγήσεων. Ο καθορισμός και η ερμηνεία των συσχετίσεων βασίστηκε στις τιμές του x2 και των τυποποιημένων υπολοίπων (Blalock, 1987).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΞΗΓΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Στον Πίνακα 3 απεικονίζεται, ανά επίπεδο, η κατανομή των επιμέρους συστατικών στοιχείων των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών ως προς τη δομή τους για το σύνολο των μονάδων ανάλυσης.

Επίπεδα	Συστατικά στοιχεία εξήγησης					
	Ισχυρισμός		Αποδεικτικά στοιχεία		Συλλογισμός	
	N	N%	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	11	2,0	173	31,3	353	64,0
Επίπεδο 1	23	4,2	367	66,5	189	34,2
Επίπεδο 2	518	93,8	12	2,2	10	1,8

Πίνακας 3: Τα επίπεδα των συστατικών στοιχείων των εξηγήσεων των μαθητών ως προς τη δομή τους: συχνότητες (N, N%)

Από τον Πίνακα 3 προκύπτει ότι κυριαρχούν οι ισχυρισμοί των μαθητών που ως προς τη δομή τους κατατάσσονται στο επίπεδο 2, ενώ είναι περιορισμένοι οι ισχυρισμοί που ανήκουν στα επίπεδα 1 και 0. Αναφορικά με τη δομή των αποδεικτικών στοιχείων των εξηγήσεων που προτείνουν οι μαθητές διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό τους ανήκει στο επίπεδο 1, είναι μικρότερο το ποσοστό τους που κατατάσσεται στο επίπεδο 0, ενώ είναι ιδιαίτερα περιορισμένο το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων που εντάσσεται στο επίπεδο 2. Σχετικά με τους συλλογισμούς των απαντήσεων των μαθητών προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος τους ανήκει στο επίπεδο 0, είναι μικρότερο το ποσοστό τους που εντάσσεται στο επίπεδο 1, ενώ είναι ιδιαίτερα περιορισμένο το ποσοστό τους που ανήκει στο επίπεδο 2.

Επιπλέον, διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας συσχέτισης ανάμεσα στα συστατικά των εξηγήσεων των μαθητών (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) και στο επίπεδο αξιολόγησης της δομής τους (επίπεδο: 0, 1 και 2) [$x2 = 1585,76$, $df = 4$, $p<0,0001$], που οφείλεται στην τάση τους να παράγουν: (α) ισχυρισμούς επιπέδου 2 και όχι επιπέδων 0 και 1, (β) αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 και όχι επιπέδου 2 και (γ) συλλογισμούς επιπέδου 0 και όχι επιπέδου 2.

ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΕΞΗΓΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Στον Πίνακα 4 αποτυπώνεται, ανά επίπεδο, η κατανομή των επιμέρους συστατικών στοιχείων των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους ανά επίπεδο για όλες τις μονάδες ανάλυσης.

Επίπεδα	Συστατικά στοιχεία εξήγησης					
	Ισχυρισμός		Αποδεικτικά στοιχεία		Συλλογισμός	
	N	N%	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	69	12,5	379	68,7	486	88,0
Επίπεδο 1	103	18,7	103	18,7	58	10,5
Επίπεδο 2	380	68,8	70	12,6	8	1,5

Πίνακας 5: Τα επίπεδα των συστατικών στοιχείων των εξηγήσεων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους: συχνότητες (N, N%)

Από τον Πίνακα 4 προκύπτει ότι, ως προς το περιεχόμενό τους, οι περισσότεροι ισχυρισμοί των μαθητών κατατάσσονται στο επίπεδο 2, ενώ είναι μικρότερα τα ποσοστά των ισχυρισμών που ανήκουν στα επίπεδα 1 και 0. Σχετικά με το περιεχόμενο των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται στις εξηγήσεις των μαθητών διαπιστώνεται ότι είναι περισσότερα τα αποδεικτικά στοιχεία που ανήκουν στο επίπεδο 0, ενώ είναι συγκριτικά λιγότερα τα αποδεικτικά στοιχεία που εντάσσονται στα επίπεδα 1 και 2. Αναφορικά με το περιεχόμενο των συλλογισμών των εξηγήσεων των μαθητών προκύπτει ότι κυριαρχούν οι συλλογισμοί που ανήκουν στο επίπεδο 0, είναι σημαντικά λιγότεροι οι συλλογισμοί που εντάσσονται στο επίπεδο 1, ενώ είναι ιδιαίτερα περιορισμένοι οι συλλογισμοί που ανήκουν στο επίπεδο 2.

Επιπλέον, διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας συσχέτισης ανάμεσα στα συστατικά των εξηγήσεων των μαθητών (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) και στα επίπεδο αξιολόγησης του περιεχομένου τους (επίπεδο: 0, 1 και 2) [$x2 = 837,03$, $df = 4$, $p<0,0001$], που οφείλεται στην τάση τους να παράγουν: (α) ισχυρισμούς επιπέδου 2 και όχι επιπέδου 0, (β) αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0 και όχι επιπέδου 2 και (γ) συλλογισμούς επιπέδου 0 και όχι επιπέδων 2 και 1.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένας βασικός στόχος της εκπαίδευσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες είναι η συγκρότηση τεκμηριωμένων εξηγήσεων (Driver et al., 2000; OECD, 2009). Η παρούσα εργασία εστιάστηκε στη διερεύνηση της ποιότητας των γραπτών εξηγήσεων που παράγουν οι μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού για φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί για την μελέτη των εξηγήσεων των μαθητών αφορούσε κυρίως σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και είχε εστιαστεί συνολικά στη δομή και το περιεχόμενο των εξηγήσεων των μαθητών. Έτσι, η χαμηλή ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών ήταν δύσκολο να αποδοθεί στο αν αυτή οφείλεται στην έλλειψη κατανόησης του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών ή της δομής της επιχειρηματολογίας (McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx, 2006). Επιδιώχθηκε λοιπόν στην παρούσα εργασία να διερευνηθεί χωριστά τόσο η δομή όσο και το περιεχόμενο των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού για φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών.

Σχετικά με τη δομή των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών, εξετάστηκε η ύπαρξη και η επάρκεια των συστατικών στοιχείων τους (ισχυρισμοί, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμοί) ανεξάρτητα από το εννοιολογικό περιεχόμενό τους. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι περίπου εννέα στους δέκα μαθητές παρήγαγαν επαρκείς ισχυρισμούς (όχι απαραίτητα κατάλληλους). Σε ό,τι αφορά στη δομή των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονταν στις εξηγήσεις των μαθητών διαπιστώθηκε ότι σχεδόν έξι στους δέκα μαθητές πρότειναν αποδεικτικά στοιχεία, όχι όμως επαρκή. Αναφορικά με τη δομή του συλλογισμού τω εξηγήσεων των μαθητών, μόνο δύο στους εκατό μαθητές πρότειναν επαρκή συλλογισμό.

Σχετικά με το περιεχόμενο των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών, εξετάστηκε η καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων τους (ισχυρισμοί, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμοί) ανεξάρτητα από την επάρκειά τους. Προέκυψε ότι σχεδόν επτά στους δέκα μαθητές παρήγαγαν κατάλληλους ισχυρισμούς. Σε ό,τι αφορά το περιεχόμενο των αποδεικτικών στοιχείων διαπιστώθηκε ότι σχεδόν επτά στους δέκα μαθητές πρότειναν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Ακόμα, προέκυψε ότι σχεδόν εννέα στους δέκα μαθητές πρότειναν ακατάλληλους συλλογισμούς.

Επιπλέον, διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στη δομή ή το περιεχόμενο των συστατικών στοιχείων των εξηγήσεων των μαθητών και τα επίπεδα ποιότητάς τους. Πιο συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά στη δομή των εξηγήσεων προέκυψε ότι οι μαθητές είχαν την τάση να παράγουν επαρκείς ισχυρισμούς, να προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία (όχι όμως επαρκή) και να προτείνουν ανεπαρκείς συλλογισμούς. Σε ό,τι αφορά στο περιεχόμενο των εξηγήσεων, οι μαθητές είχαν την τάση να παράγουν κατάλληλους ισχυρισμούς, να προτείνουν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και να προτείνουν ακατάλληλους συλλογισμούς.

Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας καταδεικνύουν ότι οι γραπτές εξηγήσεις των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού για φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών χαρακτηρίζονται από υψηλής ποιότητας ισχυρισμούς (επαρκείς και κατάλληλους) και χαμηλής ποιότητας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς (ανεπαρκείς και ακατάλληλους). Το συστατικό των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών που εμφάνισε τη χαμηλότερη ποιότητα ήταν αυτό του συλλογισμού.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις συνάδουν με τα αποτελέσματα ερευνών για την ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, σύμφωνα με τα οποία στις εξηγήσεις των μαθητών κυριαρχούν οι ισχυρισμοί με περιορισμένη αιτιολόγηση (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000), οι μαθητές προτείνουν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (McNeill, & Krajcik, 2008) και σπάνια προβάλλουν συλλογισμούς προκειμένου να τεκμηριώσουν τους ισχυρισμούς τους (Bell & Linn, 2000; McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx, 2006; Songer, Kelcey, & Gotwals, 2009).

Επιπρόσθετα, η παρούσα εργασία συνεισφέρει στη συζήτηση που αφορά στους λόγους που εξηγούν τη χαμηλή ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών. Ειδικότερα, απαντά στο ερώτημα αν η χαμηλή ποιότητα οφείλεται στην ελλιπή κατανόηση του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών ή και σε άλλους λόγους. Η παρούσα εργασία κατέδειξε ότι η χαμηλή ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών οφείλεται όχι μόνο στη χαμηλή ποιότητα του περιεχομένου τους αλλά και στη χαμηλή ποιότητα της δομής τους. Συνεπώς, η αδυναμία

των μαθητών να συγκροτήσουν υψηλής ποιότητας εξηγήσεις μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη κατανόησης του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών και στην έλλειψη γνώσης της δομής μιας επιστημονικής εξήγησης και ειδικότερα των στοιχείων που υποστηρίζουν ένα ισχυρισμό (αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός). Η διαπίστωση αυτή είναι σε συμφωνία με τη άποψη ότι η συγκρότηση τεκμηριωμένων εξηγήσεων από τους μαθητές εξαρτάται από την ικανότητα συλλογισμού και την κατανόηση του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών (Metz, 2000).

Ένας ακόμα λόγος στον οποίο μπορεί να αποδοθεί η δυσκολία των μαθητών να συγκροτούν ποιοτικές εξηγήσεις είναι ότι οι μαθητές σπάνια υποστηρίζονται, στην προσπάθειά τους να συγκροτήσουν εξηγήσεις, από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Newton, Driver, & Osborne, 1999). Έχει επισημανθεί ότι είναι αναγκαία η δημιουργία ενός πλαισίου που να υποστηρίζει εκπαιδευτικούς και μαθητές σε αυτή τη διαδικασία και να βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τη διαδικασία υποστήριξης ενός ισχυρισμού. Προς αυτή την κατεύθυνση κατατείνουν σχετικά πρόσφατες ερευνητικές προσπάθειες (Berland, & McNeill, 2010; Krajcik & McNeill, 2009; Kyza, Constantinou, & Spanoudis, 2011; Sampson, Grooms, & Walker, 2011; Songer, & Gotwals, 2012). Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να μελετηθεί επαρκώς η συμβολή ενός πλαισίου υποστήριξης της διαδικασίας συγκρότησης εξηγήσεων στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών εξηγήσεων που παράγουν οι μαθητές. Οι κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου μιας εξήγησης που προέκυψαν από αυτή την εργασία, μπορούν να συνεισφέρουν στην αξιολόγηση της εξέλιξης της ποιότητας των εξηγήσεων των μαθητών κατά τη διάρκεια διδασκαλιών που αποσκοπούν στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να παράγουν ποιοτικές επιστημονικές εξηγήσεις.

Η παρούσα εργασία εστιάστηκε στη διερεύνηση της δομής και του περιεχομένου των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών για φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Δεν έχουν μελετηθεί άλλα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών. Η ευχέρεια των προτάσεων, η επιλογή των λέξεων και οι γραμματικο-συντακτικές συμβάσεις (γραμματική, ορθογραφία, σύνταξη, σημεία στίξης) είναι ενδεικτικά τέτοια στοιχεία. Αυτά θα μπορούσαν να συνυπολογιστούν στα στοιχεία που χαρακτηρίζουν την ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών (Enderle, Grooms & Sampson, 2012; Sampson, Grooms & Walker, 2009). Η αξιολόγηση και αυτών των στοιχείων θα επέτρεπε να αποτυπωθεί με μεγαλύτερη ευκρίνεια η ποιότητα των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
2. Bell, P., & Linn, M. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22, 797–817.
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.
4. Blalock, H. M. (1987). *Social statistics*, Singapore: McGraw-Hill.
5. Chinn, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 109–138.
6. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287–312.
7. Enderle, P., Grooms, J., & Sampson, V. (2012). Argument focused instruction and science proficiency in middle and high school. Paper presented in the symposium: Argument focused instruction and science proficiency, at the 2012 Annual conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). Indianapolis, IN.
8. Hogan, K., & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 663–687.
9. Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757–792.
10. Krajcik, J., & McNeill, K. (2009). Designing Instructional Materials to Support Students' in Writing Scientific Explanations: Using Evidence and Reasoning Across the Middle School Years. Paper Presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Hyatt Regency Orange County, Garden Grove, CA.
11. Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319–338.
12. Kyza, E., Constantinou, C. P., & Spanoudis, G., (2011). Sixth graders' co-construction of explanations of a disturbance in an ecosystem: exploring relationships between grouping, reflective scaffolding and evidence-based explanations. *International Journal of Science Education*, 33(18), 2489-2525.
13. Lehrer, R., & Schauble, L. (2010). What kind of explanation is a model? In M. K. Stein & L. Kucan (Eds.), *Instructional explanations in the disciplines* (pp. 9–22.) New York, NY: Springer.

14. Lizotte, D. J., Harris, C. J., McNeill, K. L., Marx, R. W., & Krajcik, J. (2003, April). Usable assessments aligned with curriculum materials: Measuring explanation as a scientific way of knowing. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
15. McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation and evidence and abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(7), 793-823.
16. McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In Lovett, M & Shah, P (Eds.), *Thinking with data* (pp. 233-265). New York, NY: Taylor & Francis Group, LLC.
17. McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2008). Assessing middle school students' content knowledge and reasoning through written scientific explanations. In Coffey, J., Douglas, R., & Stearns, C. (Eds.), *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (pp. 101-116). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
18. McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Harris, C. J., Scott, L. A., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2003). Using backward design to create standards-based middle-school inquiry-oriented chemistry curriculum and assessment materials. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.
19. McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
20. Metz, K. E. (2000). Young children's inquiry in biology: Building the knowledge bases to empower independent inquiry. In J. Minstrell & E. H. van Zee (eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science* (pp. 371-404). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
21. National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
22. Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553–576.
23. OECD, (2009) *PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Paris: OECD Publishing.
24. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513–536.
25. Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-Driven Inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, 76(7), 42-47.
26. Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
27. Sandoval, W. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 5–51.
28. Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23, 23–55.
29. Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345–372.
30. 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.
31. Songer, N. B., Kelcey, B., & Gotwals, A. W. (2009). When and how 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.
32. Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
33. Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35–62.

Προβάλλοντας τις Φυσικές Επιστήμες στο διαδίκτυο

Βασίλης Κουλούντζος[1], Μαρίνα Καρρά[2], Μαρία Ουζουνίδου[2], Ανατολή Καραμήτσιου[2], Πελαγία Οικονόμου[2], Δώρα Ροΐδου[2] και Φανή Σέρογλου[3]

[1]Φυσικός, Δάσκαλος, Υποψήφιος Διδάκτορας ΠΤΔΕ,
Παιδαγωγική Σχολή, ΑΠΘ, Ερευνητική ομάδα ΑΤΛΑΣ
bkoul@eled.auth.gr
[2]Φοιτήτρια ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, Ερευνητική ομάδα ΑΤΛΑΣ
[3]Επίκουρη Καθηγήτρια ΠΤΔΕ, Επικεφαλής ερευνητικής ομάδας ΑΤΛΑΣ
Παιδαγωγική Σχολή, ΑΠΘ
seroglou@eled.auth.gr

Περίληψη

Το διαδίκτυο μας δίνει την ευκαιρία να επικοινωνήσουμε μια εικόνα των φυσικών επιστημών σε αλληλεπίδραση με την κοινωνία και τον πολιτισμό χρησιμοποιώντας σύγχρονα εργαλεία (web2) και ενεργοποιώντας έναν συνεχή διάλογο και με ισορροπημένη συνεργασία μεταξύ μαθητών και μαθητριών, εκπαιδευτικών, φοιτητών και φοιτητριών καθώς και πολιτών που θέλουν να ενημερωθούν για τις φυσικές επιστήμες. Στόχος μας είναι μέσα από την υλοποίηση ενός συνεργατικού διαδραστικού περιβάλλοντος μάθησης (εφαρμογή ελεύθερου λογισμικού) οι συμμετέχοντες να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με σκοπό την αναζήτηση και απόκτηση γνώσης, την ομαδική εργασία και την συνεχή χρήση και ανάπτυξη του διαδικτυακού χώρου χωρίς να χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις πληροφορικής. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η οργάνωση ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος εκπαίδευσης σε πλατφόρμα wiki, το atlaswiki καθώς και οι παιδαγωγικές αρχές που το διέπουν. Οργανώσαμε έτσι το atlaswiki ώστε οι συμμετέχοντες συνεργατικά και μη γραμμικά να δομούν το περιεχόμενό του και να ενεργοποιείται ένα διαδραστικό περιβάλλον αμφίδρομης επικοινωνίας. Το ερευνητικό ενδιαφέρον συνίσταται: α) στην συλλογή δεδομένων για τον τρόπο που οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με εμάς τους σχεδιαστές-διευκολυντές και με το ίδιο το περιβάλλον, β) στην ανίχνευση του ποσοστού της αλληλεπίδρασης και της συμμετοχής, γ) στη διερεύνηση της φιλικότητας του χώρου και της δυνατότητας επέκτασής του και σε άλλες εφαρμογές στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *φυσικές επιστήμες, εκπαίδευση δασκάλων, atlaswiki, ΤΠΕ, wble*

ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΟΥΜΕ ΕΝΑ ΧΩΡΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΟΛΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Ο σχεδιασμός και η οργάνωση ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος για την εκπαίδευση των μαθητών και μαθητριών, εκπαιδευτικών, φοιτητών και φοιτητριών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αρχικά μας οδήγησε στο να δούμε συνθετικά τις βασικές αρχές που διέπουν τόσο την υλοποίηση ενός συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης βασισμένου στον παγκόσμιο ιστό (wble - web based learning environment), όσο και τη λειτουργία ενός περιβάλλοντος βασισμένου στα εργαλεία του web2 όπως παραδείγματος χάριν ένα περιβάλλον wiki. Τα διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης, είναι εργαλειοθήκες βασισμένες στο παγκόσμιο ιστό (www) που διευκολύνουν τη μάθηση, μέσω της παροχής και ενσωμάτωσης άμεσα συνδεδεμένων διδακτικών και μαθησιακών υλικών και εργαλείων. Αυτά τα υλικά και εργαλεία παρέχουν τη δυνατότητα για επικοινωνία (λίστες συζήτησης, πίνακες ανακοινώσεων και χώροι κουβέντας), για ομαδική δουλειά (άμεση σύνδεση, διδακτικά υλικά, συνδέσεις με απομακρυσμένες πηγές πληροφορίας, χρονοδιαγράμματα εργασιών, λίστες ανάγνωσης) και για διαχείριση (INSPIRAL, 2001).

Οι Wang και Beasley (Wang & Beasley, 2002), προσδιορίζουν ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης σαν ένα περιβάλλον στο οποίο αποθηκεύονται μονάδες πολυμεσικών μορφών πληροφορίας και μπορούν να έχουν ευέλικτη πρόσβαση σε αυτές κατάλληλα συνδεδεμένοι χρήστες οποιαδήποτε ώρα, κάθε μέρα (p. 73), ενώ οι Piguet και Peraya (Piguet & Peraya, 2000) το ορίζουν σαν ένα υπερμεσικό σύστημα ή πρόγραμμα, το οποίο χρησιμοποιεί τις πηγές και ιδιότητες του παγκόσμιου ιστού (WWW) για να διευκολύνει τη μάθηση. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό αυτού του περιβάλλοντος είναι ότι θα είναι παγκόσμια προσιτό σε κάποιο τμήμα του, ενώ σε κάποιο άλλο τμήμα του θα υπάρχει είσοδος μέσω κωδικού.

Οι Peled και Rashty, (Peled & Rashty,1999) αναφέρουν ότι η πιο συνήθης ανάλυση που γίνεται είναι να υπολογιστεί η συχνότητα και ο χρόνος πρόσβασης για να προσδιοριστούν οι μορφές χρήσης. Στο διαδικτυακό

περιβάλλον μάθησης που σχεδιάσαμε, θα πρέπει να ελεγχθεί, πέρα από το πότε και πόσο συχνά είναι επισκέψιμο, οι πηγές που χρησιμοποιούνται, ο χρόνος χρήσης, ίσως ακόμη και τα στατιστικά χρήσης του δεύτερου χρόνου λειτουργίας του.

Ο πυλώνας σχεδιασμού του διαδικτυακού περιβάλλοντος μάθησης αφορά την υποστήριξη των μαθητών και μαθητριών, εκπαιδευτικών, φοιτητών και φοιτητριών (σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο) για τη δημιουργία, την ανάπτυξη και την απόκτηση της γνώσης, την υποστήριξη ομάδων εργασίας, τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και την εισαγωγή στην επιστημονική μέθοδο μέσω μιας διαδικασίας μαθησιακής αναζήτησης. Ακόμη περιλαμβάνονται εργαλεία συνεργατικής μάθησης που επιτρέπουν τόσο στην ομάδα υποστήριξης (σχεδιαστές, διευκολυντές) όσο και στην ομάδα των εκπαιδευόμενων να αποθηκεύουν, να οργανώνουν και να καθιστούν κοινόχρηστα με όλους διάφορα αντικείμενα όπως έγγραφα, αρχεία, φακέλους, σχετικούς δικτυακούς τόπους, εικόνες, σημειώσεις, εργαλεία για τη δημιουργία κοινόχρηστης βάσης δεδομένων, εργαλεία δημιουργίας χώρου συζητήσεων και χώρου δημιουργίας ψηφιακών προϊόντων, όπως εικόνες, κείμενα, μουσική, video, καθώς και εργαλεία διαχείρισης – ελέγχου (Koulountzos & Seroglou, 2007a).

Τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης διαδικτυακών περιβαλλόντων μάθησης ιδιαίτερη έμφαση δινόταν στην τεχνολογία, αλλά σήμερα γίνεται όλο και πιο ξεκάθαρη στα μάτια των ερευνητών και σχεδιαστών η ανάγκη για ενεργές δομικές παιδαγωγικές αρχές. Η χρήση των περιβαλλόντων αυτών μπορεί να διευκολύνει τη μάθηση, επιτρέποντας την τεχνολογία να προάγει την εκπαιδευτική ανάπτυξη και καινοτομία. Η τεχνολογία αποκτά το ρόλο του «μέσου» για την εκπαιδευτική διαδικασία και απομυθοποιείται Η απομυθοποίηση αυτή ανοίγει το δρόμο για αποτελεσματικά διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης παρέχοντας γόνιμη ανάδραση (Koulountzos & Seroglou, 2007a). Επιδίωξή μας είναι η δημιουργία ενός φιλικού περιβάλλοντος επικοινωνίας με τους εκπαιδευόμενους που θα τους επιτρέπει να παρουσιάζουν τις ιδέες τους, να ανεβάζουν την αυτοεκτίμησή τους, να τους ενεργοποιεί ώστε να συμμετέχουν ομαδικά ή ατομικά στη διαδικτυακή μάθηση και τέλος να εισάγονται στη χρήση και την ανάπτυξη ηλεκτρονικού διδακτικού υλικού. Τα παραπάνω μπορούν να συμβούν σε ένα άνετο, ασφαλές και ευέλικτο περιβάλλον που ενθαρρύνει συζητήσεις σχετικά με συναισθήματα και ανασφάλειες για τη χρήση της τεχνολογίας και τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Η μαθησιακή αυτή διαδικασία δεν περιστρέφεται γύρω από κανένα κέντρο, αλλά χαρακτηρίζεται από διάχυση πληροφορίας, συνεργασία, συνεισφορά, αλληλεξάρτηση και ομαδικό πνεύμα. Σε αυτό το πλαίσιο η επικοινωνία της γνώσης-πληροφορίας από μονοδιάστατη και περιορισμένη στο χώρο και το χρόνο, μετασχηματίζεται σε πολυδιάστατη και πέρα από χωρικά και χρονικά όρια (Koulountzos & Seroglou, 2007b).

Οι βασικές αρχές υλοποίησης ενός συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης βασισμένου στον παγκόσμιο ιστό (wble - web based learning environment) είναι, η συνεχής και απρόσκοπτη επικοινωνία, η ομαδική συγγραφή, η συνεχής ανταλλαγή ιδεών, η ομαδική έρευνα, η γνωστοποίηση και η καταγραφή των πηγών καθώς και η παρουσίαση του αποτελέσματος της έρευνας. Τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης διαδικτυακών περιβαλλόντων μάθησης ιδιαίτερη έμφαση δινόταν στην τεχνολογία, αλλά σήμερα γίνεται όλο και πιο ξεκάθαρη στα μάτια των ερευνητών και σχεδιαστών η ανάγκη για ενεργές δομικές παιδαγωγικές αρχές. Θεωρούμε ότι η χρήση των περιβαλλόντων αυτών μπορεί να διευκολύνει τη μάθηση, επιτρέποντας την τεχνολογία να προάγει την εκπαιδευτική ανάπτυξη και καινοτομία. Έτσι, η τεχνολογία αποκτά το ρόλο του «μέσου» για την εκπαιδευτική διαδικασία και απομυθοποιείται, ενώ η απομυθοποίηση αυτή ανοίγει το δρόμο για αποτελεσματικά διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης παρέχοντας γόνιμη ανάδραση (Koulountzos & Seroglou, 2007a).

Στην περίπτωση αυτή επιδιώκουμε το σχεδιασμό ενός φιλικού περιβάλλοντος επικοινωνίας με τους δασκάλους που θα τους επιτρέπει να παρουσιάζουν τις ιδέες τους, θα καλλιεργεί και θα ενισχύει την αυτοεκτίμησή τους σχετικά με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αλλά και με την εμπλοκή τους στη διαδικτυακή μάθηση, θα τους ενεργοποιεί ώστε να συμμετέχουν ομαδικά ή ατομικά στη διαδικτυακή μάθηση, θα τους εισάγει στη χρήση και την ανάπτυξη ηλεκτρονικού διδακτικού υλικού. Τα παραπάνω μπορούν να συμβούν σε ένα άνετο, γρήγορο, ασφαλές και ευέλικτο περιβάλλον που ενθαρρύνει συζητήσεις σχετικά με συναισθήματα και ανασφάλειες για τη χρήση της τεχνολογίας και τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Η μαθησιακή αυτή διαδικασία δεν περιστρέφεται γύρω από κανένα κέντρο, αλλά χαρακτηρίζεται από διάχυση πληροφορίας, συνεργασία, συνεισφορά, αλληλεξάρτηση και ομαδικό πνεύμα. Σε αυτό το πλαίσιο η επικοινωνία της γνώσης-πληροφορίας από μονοδιάστατη και περιορισμένη στο χώρο και το χρόνο, μετασχηματίζεται σε πολυδιάστατη και πέρα από χωρικά και χρονικά όρια (Koulountzos & Seroglou, 2007b).

Σημαντικό τέλος είναι να ανιχνευτεί το ποσοστό της αλληλεπίδρασης και της συμμετοχής, καθώς επίσης η φιλικότητα του περιβάλλοντος και η δυνατότητα επέκτασής του και σε άλλες εφαρμογές στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

ΤΟ ATLASWIKI: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Οι δημιουργοί της έννοιας wiki (Leuf και Cunningham, 2001), ορίζουν ως wiki μια ελεύθερα αναπτυσσόμενη συλλογή συναφών και συνδεδεμένων ιστοσελίδων, ένα σύστημα υπερκειμένου που μεταβάλλει και αποθηκεύει την πληροφορία, μια βάση δεδομένων όπου κάθε σελίδα διαμορφώνεται εύκολα από τον καθένα που διαθέτει πρόσβαση σε έναν υπολογιστή με σύνδεση στο διαδίκτυο και εγκατεστημένο ένα φυλλομετρητή ιστοσελίδων (web browser).

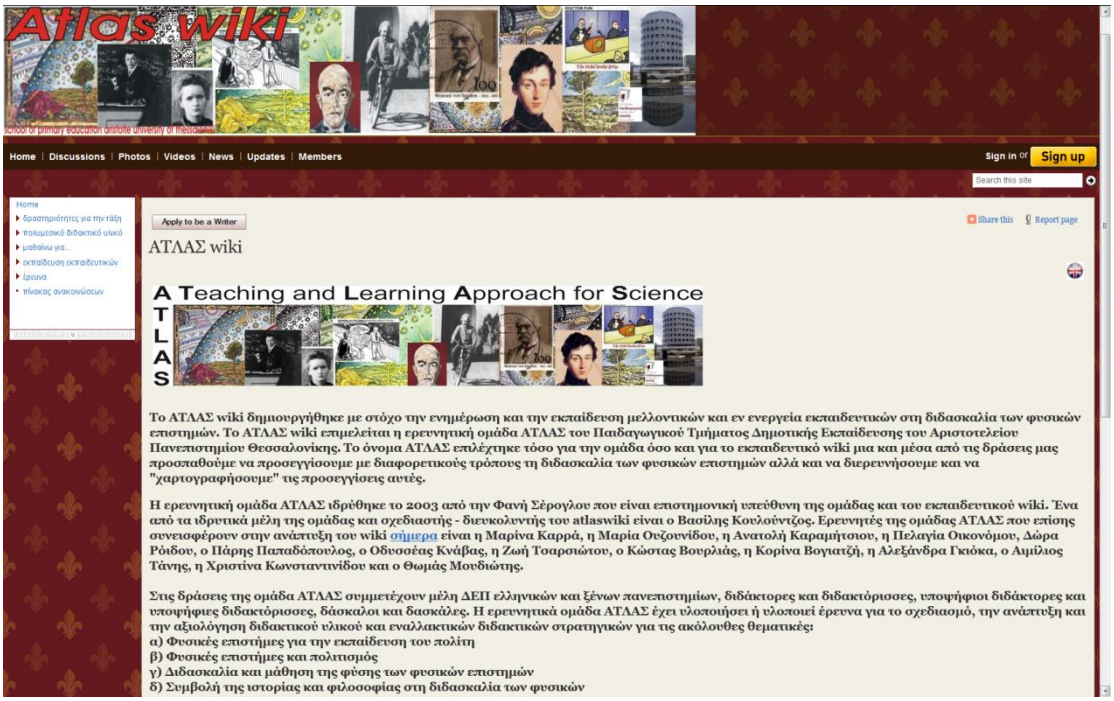
Τα wiki μπορεί να εμφανίστηκαν μετά το 2000 και τα εκπαιδευτικά wiki μόλις μετά το 2006 αλλά οι ιδέες που εκφράζουν σχετικά με τη συμμετοχική δημοκρατική διαχείριση της γνώσης στον κοινωνικό ιστό δεν είναι καινούργιες. Το 1930 ο Bertolt Brecht αναφέρει στην επονομαζόμενη «Θεωρία Ραδιοφώνου» (Bertolt Brecht, 1930/1964), ότι το ραδιόφωνο είναι μονοδιάστατο και μονόπλευρο, ενώ στην πραγματικότητα θα έπρεπε να είναι δισδιάστατο και διαδραστικό. Αντιδρά που το ραδιόφωνο λειτουργεί καθαρά ως μια συσκευή αναμετάδοσης που μόνο διανέμει πληροφορία. Είναι γνωστή η πρότασή του να μετατραπεί η ραδιοφωνική μετάδοση σε κανάλι αμφίδρομης επικοινωνίας, υποστηρίζοντας ότι αν δεν υπήρχε μόνο η δυνατότητα εκπομπής αλλά ταυτόχρονα και η δυνατότητα λήψης, τότε ο ακροατής θα λειτουργούσε αυτόματα και ως ομιλητής, μεταφέροντάς τον από την απομόνωση και την παθητική ακρόαση στην συλλογική συνύπαρξη και την επικοινωνία (Brecht 1930/1964). Δεκαετίες αργότερα εμφανίζεται το διαδίκτυο που με τις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) που ενσωματώνει εφαρμόζει τις απαιτήσεις του Brecht για αμφίδρομη επικοινωνία και συμμετοχική διαχείριση της πληροφορίας μέσα από οργανωμένες κοινότητες μάθησης που παρέχουν άμεση γνωστική και κοινωνιο-συνεργατική υποστήριξη για τις προσπάθειες καθενός ανεξάρτητα μέλους της ομάδας (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

Το atlaswiki άρχισε να σχεδιάζεται το 2007, χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες του web-2 και υλοποιώντας ένα συνεργατικό περιβάλλον επικοινωνίας και μάθησης προσπαθεί να ξεπεράσει την ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνολογία που αρχικά είχε δοθεί τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης διαδικτυακών περιβαλλόντων μάθησης και να καλύψει την ανάγκη για ενεργές δομικές παιδαγωγικές αρχές. Η χρήση των περιβαλλόντων αυτών μπορεί να διευκολύνει τη μάθηση, επιτρέποντας την τεχνολογία να προάγει την εκπαιδευτική ανάπτυξη και καινοτομία. Έτσι, η τεχνολογία αποκτά το ρόλο του «μέσου» για την εκπαιδευτική διαδικασία και απομυθοποιείται ανοίγοντας το δρόμο για αποτελεσματικά διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης και παρέχοντας γόνιμη ανάδραση

Οι εκπαιδευόμενοι που συμμετέχουν στο atlaswiki μοιράζονται την υπευθυνότητα του σκέφτομαι και κάνω: επιμερίζουν την νοητική δράση, έτσι ώστε να μην πέφτει στον καθένα ξεχωριστά το βάρος της διαχείρισης του συνολικού εγχειρήματος. Μια τέτοια κοινότητα μάθησης έχει την δυναμική για να αποτελέσει ένα πολυδύναμο εργαλείο στην οικοδόμηση επιστημονικών εννοιών χρησιμοποιώντας το atlaswiki σαν έναν συνεργατικό χώρο έρευνας, ανταλλαγής ιδεών, δημιουργίας και συγγραφής της ομαδικής εργασίας.

Οι πληροφορίες που κάθε εκπαιδευόμενος/η θέλει να παρουσιάσει δεν ταχυδρομούνται ηλεκτρονικά αλλά δημοσιεύονται αυτόματα στο περιβάλλον,το τροποποιούν και το εξελίσσουν, οδηγώντας σε ένα πιο απλό ή πιο σύνθετο αποτέλεσμα ανάλογα με τις ανάγκες και τις ικανότητες που έχουν, καλλιεργούν και αναπτύσσουν. Το ενδιαφέρον κομμάτι στην εφαρμογή μας είναι ότι δεν υπάρχει ένα άχρωμο απλό κείμενο, αλλά πολυτροπική πολυμεσική πληροφορία οργανωμένη σε μη σειριακή μορφή (ο συμμετέχων ορίζει τις υπερσυνδέσεις, την ροή και τη συνέχεια), η οποία περιλαμβάνει κείμενο, στατική και κινούμενη εικόνα, συνδέσμους με εξωτερικές πηγές πληροφορίας και ασύμβατη, μη γραμμική οργάνωση. Ακόμη η δυνατότητα τροποποίησης δίνει μια δυναμική ανάπτυξης και εξέλιξης των απόψεων, αντιλήψεων, θέσεων και στάσεων των εκπαιδευομένων σχετικά με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών άλλα και με την ίδια τη φύση των φυσικών επιστημών.

Η σύνθεση των παραπάνω προοπτικών μας οδήγησε σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης το οποίο υλοποιείται σε περιβάλλον wiki και στοχεύει στην υποστήριξη των μελλοντικών και εν ενεργεία δασκάλων (σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο) για τη δημιουργία, ανάπτυξη, επικοινωνία και οικοδόμηση γνώσης, την υποστήριξη ομάδων εργασίας, τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και την εισαγωγή στην επιστημονική μέθοδο μέσω μιας διαδικασίας μαθησιακής αναζήτησης. Στο περιβάλλον αυτό περιλαμβάνονται εργαλεία συνεργατικής μάθησης που επιτρέπουν τόσο στην ομάδα υποστήριξης (σχεδιαστές, διευκολυντές) όσο και στην ομάδα των εκπαιδευόμενων δασκάλων να αποθηκεύουν, να οργανώνουν και να καθιστούν κοινόχρηστα με όλους μια μεγάλη ποικιλία από έγγραφα, αρχεία, φακέλους, σχετικούς δικτυακούς τόπους, εικόνες, σημειώσεις, εργαλεία για τη δημιουργία κοινόχρηστης βάσης δεδομένων, εργαλεία δημιουργίας χώρου συζητήσεων και χώρου δημιουργίας ψηφιακών προϊόντων, όπως εικόνες, κείμενα, μουσική, video, καθώς και εργαλεία διαχείρισης – ελέγχου (Koulountzos & Seroglou, 2007a).



Σχήμα 1: Η εισαγωγική σελίδα στο atlaswiki

Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η εισαγωγική σελίδα στο atlaswiki που οδηγεί στο διδικτυακό περιβάλλον, στην οργανωμένη πληροφορία σε δραστηριότητες για την τάξη, στο πολυμεσσικό διδακτικό υλικό που αναπτύσσουν οι εκπαιδευόμενοι που συμμετέχουν, στο τμήμα του «μαθαίνω για..», της εκαπαίδευσης εκπαιδευτικών και της έρευνας.

ΤΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΙ ΤΟ ATLASWIKI

Στην ερευνητική ομάδα ΑΤΛΑΣ (ATLAS – A Teaching and Learning Approach for Science) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ. επιχειρούμε από το 2003 να σχεδιάσουμε, να εφαρμόσουμε και να αξιολογήσουμε διδακτικό υλικό (ηλεκτρονικό και μη) και διδακτικές προσεγγίσεις για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών που να αφορούν τόσο τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο όσο και την εκπαίδευση μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτικών. Παράλληλα στόχος μας είναι να επικοινωνήσουμε το διδακτικό αυτό υλικό και τις διδακτικές προσεγγίσεις με τους εκπαιδευτικούς και να αλληλεπιδράσουμε μαζί τους ενεργοποιώντας τους και αυτούς στο σχεδιασμό, την εποικοδομητική κριτική και τη διαχείριση μέσα στην τάξη ανάλογου διδακτικού υλικού και ανάλογων διδακτικών προσεγγίσεων.

Για το λόγο αυτό ασχοληθήκαμε με το σχεδιασμό και την υποστήριξη δικτυακών τόπων που θα παρείχαν αυτή τη δυνατότητα επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης στους εκπαιδευτικούς:

- http://atlas.eled.auth.gr
- http://atlas.eled.auth.gr/pendulum
- http://atlas.eled.auth.gr/freefall
- http:// atlas.eled.auth.gr/electromagnetism
- http://ppp.unipv.it/MAP

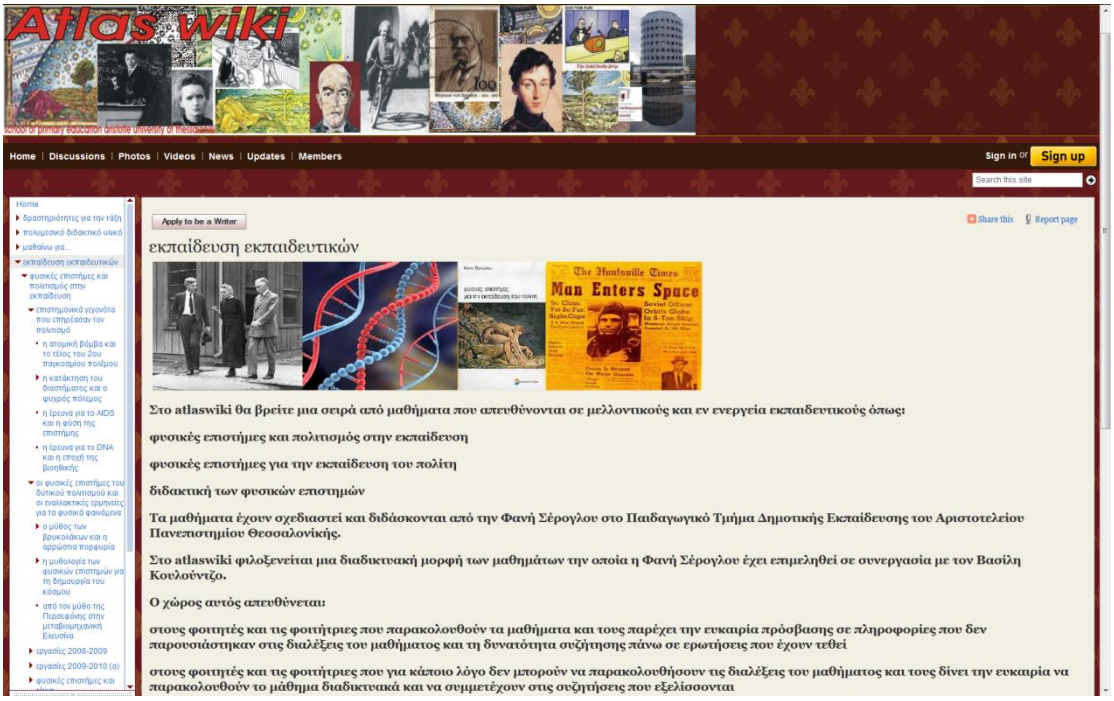
Στις παραπάνω εφαρμογές μας συναντήσαμε προβλήματα στην υποστήριξη και διάχυση πολυμεσικής πληροφορίας από τους δικτυακούς αυτούς τόπους. Για παράδειγμα πολλά βίντεο ή ταινίες ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρες και αργές στην δικτυακή προβολή τους, άλλοτε απαιτούσαν ιδιαίτερα προγράμματα να έχουν στους υπολογιστές τους οι χρήστες για να τα παρακολουθήσουν και φυσικά υπήρχαν περιπτώσεις που πνευματικά δικαιώματα μπλόκαραν τη διαδικτυακή χρήση των ταινιών αυτών. Επίσης οι εκπαιδευτικοί που επισκέπτονταν τις ιστοσελίδες δεν είχαν τη δυνατότητα για άμεση, εύκολη και φιλική προσθήκη στις ιστοσελίδες των δικών τους σχολίων και εφαρμογών.

Πολλά από τα παραπάνω προβλήματα σήμερα φαίνονται να λύνονται μέσα από τη χρήση των εκπαιδευτικών wiki και αυτό μας οδήγησε στα:

- http://atlaswikigr.wetpaint.com – το ελληνικό εκπαιδευτικό wiki που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, ως μια συνέχεια του μαθήματος στην πανεπιστημιακή αίθουσα και σαν ένα βήμα διαλόγου για όσους ενδιαφέρονται για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών

- http://atlaswiki.wetpaint.com – ένα αγγλόφωνο εκπαιδευτικό wiki που σχεδιάστηκε με βάση το πιο πάνω ελληνικό δικτυακό τόπο με στόχο να επικοινωνηθεί στον αγγλόφωνο ερευνητικό κόσμο και στο ευρύτερο ευρωπαϊκό κοινό μια εναλλακτική πρόταση διδασκαλίας των φυσικών επιστημών σε διδικτυακή πλατφόρμα
- http://hipst.eled.auth.gr – ο επίσημος διαδικτυακός τόπος στον οποίο παρουσιάζεται το ευρωπαϊκό πρόγραμμα του 7^{ου} πλαισίου στήριξης «Ιστορία και Φιλοσοφία στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»
- http://hipstwiki.eled.auth.gr – ο επίσημος συνεργατικός τόπος των ερευνητών του ευρωπαϊκού προγράμματος του 7^{ου} πλαισίου στήριξης «Ιστορία και Φιλοσοφία στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών», όπου ερευνητές από 10 ερωπαϊκά πανεπιστήμια εξελίσσουν και εκθέτουν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους και τις προτάσεις τους για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών
- http://stet.wetpaint.com – ένας διαδικτυακός τόπος του ευρωπαϊκού προγράμματος «Εκπαίδευση από απόσταση των δασκάλων στις φυσικές επιστήμες», στο οποίο υπάρχει συμμετοχή στη διαμόρφωσή του.

Το atlaswiki έχει αρχικά σχεδιαστεί και οργανωθεί (αλλά εξελίσσεται καθημερινά μια και αυτό είναι ένα από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των wiki) για να υποστηρίξει μαθήματα του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ. όπως το «Φυσικές επιστήμες και πολιτισμός στην εκπαίδευση» και το «Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη» (Σέρογλου, 2006), σεμινάρια εκπαίδευσης εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, ελληνικά και διεθνή ερευνητικά προγράμματα για την ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού και διδακτικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών όπως το «Φυσικές επιστήμες και τέχνη» του Διδασκαλείου Δημήτρης Γληνός και τα ευρωπαϊκά προγράμματα The MAP prOject, STeT, HIPST.



Σχήμα 2: Η εισαγωγική σελίδα των μαθημάτων που υποστηρίζει το atlaswiki

Στο τμήμα του atlaswiki «εκπαίδευση εκπαιδευτικών» όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα 2, βρίσκεται μια σειρά από μαθήματα που απευθύνονται σε μελλοντικούς και εν ενεργεία εκπαιδευτικούς και σε όσους ενδιαφέρονται για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Παράλληλα το atlaswiki δίνει τη δυνατότητα στα μέλη του (προπτυχιακούς φοιτητές και φοιτήτριες, εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, ερευνητές και ερευνήτριες του χώρου της διδακτικής των φυσικών επιστημών) να συζητούν μεταξύ τους και να σχολιάζουν θέματα σχετικά με:

- τη διδασκαλία εννοιών και θεωριών των φυσικών επιστημών και του πολιτιστικού και κοινωνικού περιβάλλοντος στο οποίο αναδείχθηκαν,
- τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών,
- την αλληλεπίδραση φυσικών επιστημών και πολιτισμού,
- την εφαρμογή διδακτικών προσεγγίσεων και διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών,

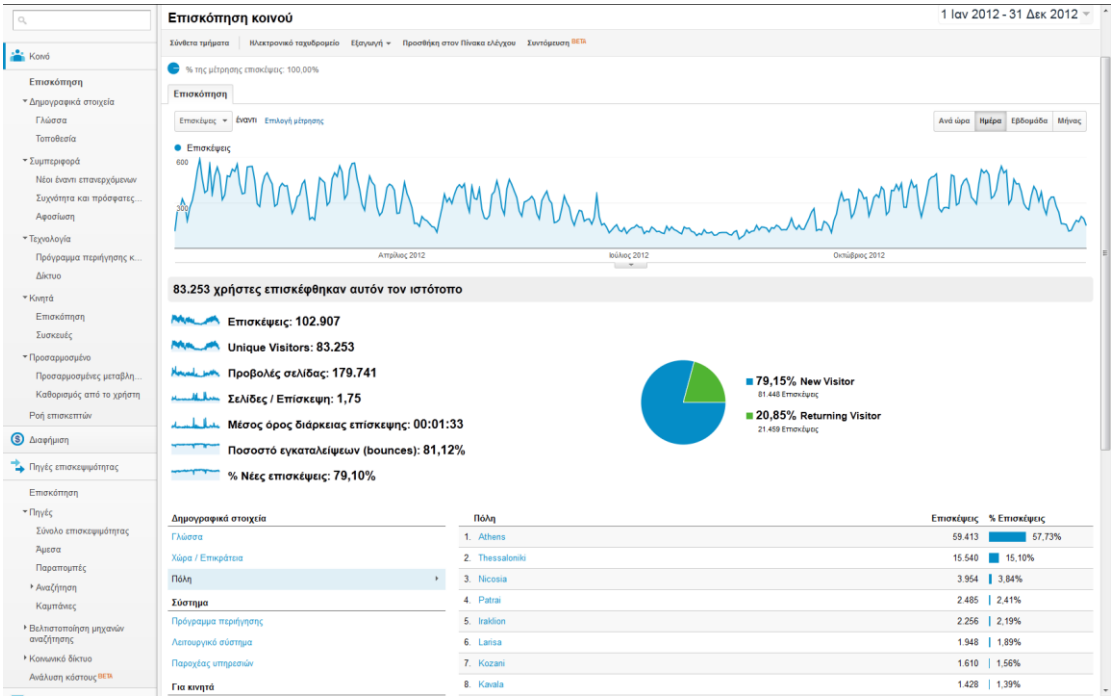
- για προβλήματα και λύσεις στη χρήση και εφαρμογή των δυνατοτήτων λειτουργίας και συμμετοχικής δημιουργίας νέου ηλεκτρονικού διδακτικού υλικού στα πλαίσια του atlaswiki.

Το σημαντικότερο όμως για εμάς τους σχεδιαστές και διευκολυντές του atlaswiki είναι το γεγονός ότι όλα τα μέλη του μπορούν να προσθέσουν με εύκολο, γρήγορο και φιλικό τρόπο νέες σελίδες τις οποίες έχουν σχεδιάσει και επιμεληθεί προσωπικά ο καθένας και η καθεμία προσφέροντας και επικοινωνώντας μια ποικιλία από προοπτικές και ιδέες για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Η ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ATLASWIKI

Το atlaswiki είναι προσπελάσιμο μέσω του διαδικτύου και όλοι μπορούν να το επισκεφθούν και να πλοηγηθούν μέσα από τις σελίδες του, αλλά μόνον οι εκπαιδευόμενοι που συμμετέχουν έχουν τη δυνατότητα (μετά από πρόσκληση) να μεταβάλλουν ή να συμπληρώνουν το τμήμα του atlaswiki που έχουν πρόσβαση σαν συγγραφείς και έτσι να δημιουργούν νέες σελίδες και να τροποποιούν το περιεχόμενο, αλλά ταυτόχρονα υπάρχει και ο ακόλουθος περιορισμός: δεν μπορούν να διαγράψουν άλλα κομμάτια του atlaswiki. Νέες προοπτικές εμφανίζονται στο πλαίσιο αυτού του εκπαιδευτικού wiki και δημιουργούν δυναμικές διαφορετικές από ότι στην παραδοσιακή πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία. Δεν υπάρχει προσωπική εργασία αλλά συλλογική και επιχειρείται μια ομαδική συνεργασία που στόχο έχει να δώσει ένα συνολικό τελικό αποτέλεσμα.

Το ερευνητικό ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην διερεύνηση της αλληλεπίδρασης που προκύπτει μεταξύ των εκπαιδευομένων, μεταξύ των εκπαιδευομένων και των διευκολυντών του χώρου καθώς και όλων των εμπλεκομένων με το περιβάλλον.



Σχήμα 3: Μια εικόνα της κίνησης των επιστεπτών του atlaswiki

Ακόμη χαρτογραφούνται οι ανάγκες και οι προσδοκίες των εκπαιδευομένων σχετικά με την ενημέρωσή τους για την εξέλιξη των ιδεών στο χώρο των φυσικών επιστημών αναλύονται τα ποσοστά των επισκεπτών των δύο φύλων και ανιχνεύονται τα ενδιαφέροντά τους και η ενασχόλησή τους στα θέματα των φυσικών επιστημών που διαπραγματεύονται, καθώς και καταγράφονται οι προτάσεις τους για θέματα των φυσικών επιστημών που τους ενδιαφέρουν.

Τέλος αναπτύσσονται διδακτικές εφαρμογές ειδικά για εφαρμογή σε τάξεις σχολείου, καταγράφονται και αναλύονται ως προς την αποτελεσματικότητά τους.

Από τα πρώτα χρόνια λειτουργίας του atlaswiki φάνηκε ότι οι εκπαιδευόμενοι/ες με πολύ ενθουσιασμό αγκάλιασαν την προσπάθεια αυτή. Η συλλογή δεδομένων έγινε σε σχέση με ποιοτικά στοιχεία που προέκυψαν από τις συζητήσεις που έγιναν στο περιβάλλον atlaswiki και ποσοτικά στοιχεία που συλλέχθηκαν μέσω προγράμματος καταμέτρησης και ανάλυσης των ιστοσελίδων (Google analytics).

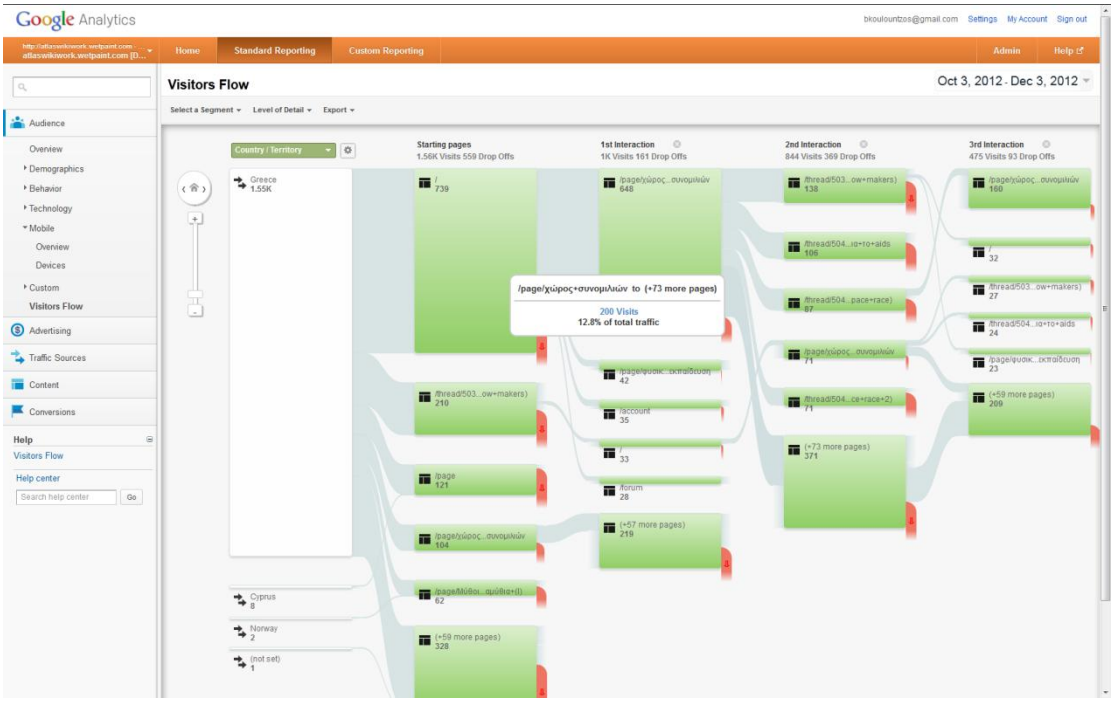
Η ανάλυση των δεδομένων έδωσε σημαντικά στοιχεία που αφορούν τις εντυπώσεις από τη χρήση του χώρου, την δυναμική της πολυμεσικής πληροφορίας, τις προτάσεις για πειράματα, τα παιχνίδια ρόλων, τη χρήση της ιστορίας και φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία. Ακόμη «κατέγραψε» τον αριθμό των επισκεπτών, τους νέους επισκέπτες, πόσες φορές, σε πόσες σελίδες πλοηγήθηκαν και για πόσο χρονικό

διάστημα, με ποιο τρόπο και από ποιο σημείο συνδέθηκαν, αποτυπώνοντας την «κίνηση» μέσα στο χώρο του atlaswiki όπως εμφανίζεται και στο σχήμα 3.

Σύμφωνα με την αποτύπωση του προηγούμενου ημερολογιακού έτους στο πιο πάνω σχήμα 3, περίπου 180 χιλιάδες σελίδες «είδαν» οι 103 χιλιάδες πλοηγούμενοι, δείχνοντας το ενδιαφέρον που δημιούργησε ο χώρος στους συμμετέχοντες και όχι μόνο. Όσοι επισκέφτηκαν το χώρο επέστρεψαν ξανά και ξανά για να δουν και να συμμετέχουν σε κάτι άλλο κάτι καινούριο. Ο χώρος είναι το atlaswiki στο διαδίκτυο και χρησιμοποιείται σαν προέκταση της αίθουσας διδασκαλίας, δίνοντας ένα χώρο «α-περιόριστο» στην υπηρεσία των διευκολυντών και των εκπαιδευομένων να τον χρησιμοποιήσουν και να «λειτουργήσουν» συνεργατικά μέσα σ' αυτόν.

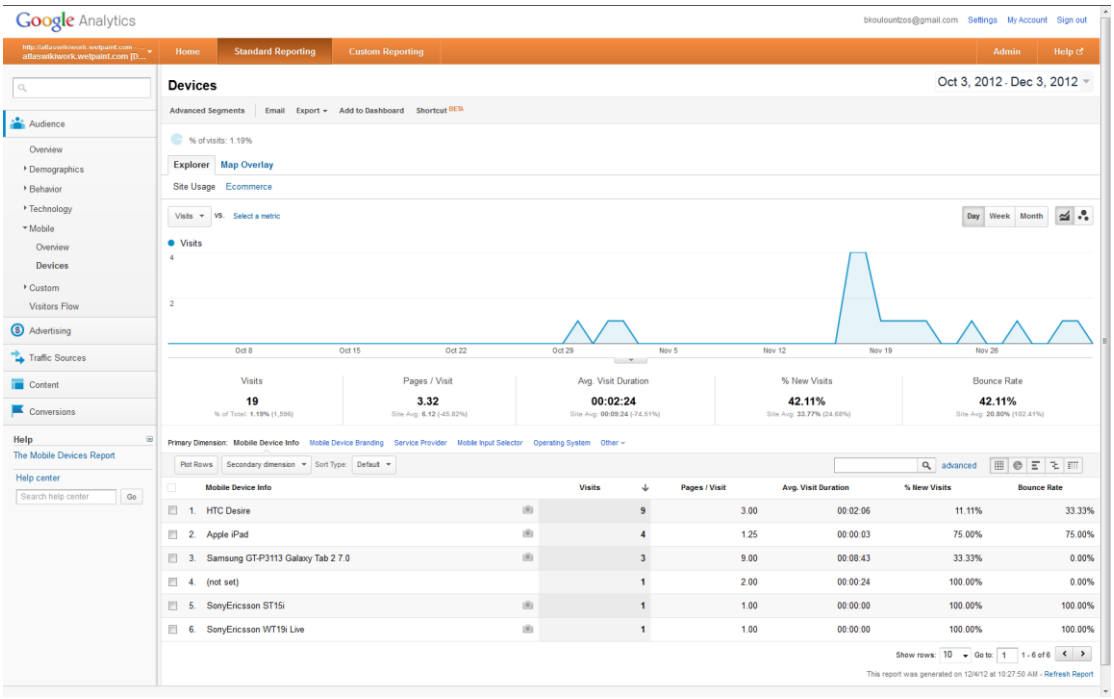
Η «λειτουργία» μέσα στο atlaswiki δεν περιορίζεται από τα πλαίσια χρήσης μιας αίθουσας διδασκαλίας, αλλά και δεν υπόκειται σε χρονικούς περιορισμούς.

Η χρήση του atlaswiki δεν περιορίζεται όπως φαίνεται και από το παραπάνω σχήμα 3 ούτε σε συγκεκριμένες ώρες την ημέρα, ούτε σε συγκεκριμένες μέρες τη βδομάδα, ούτε από αργίες. Η δυνατότητα «απεριόριστης» χρήσης του χώρου δίνει την ευκαιρία στους διευκολυντές και τους εκπαιδευόμενους να εξελίξουν τις ιδέες τους συνεργατικά στη γραμμή του χρόνου και όχι μονοδιάστατα στο χωρικό και χρονικό πλαίσιο που τους παρέχει «περιορισμένα» μια αίθουσα διδασκαλίας.



Σχήμα 4: Μια εικόνα της ροής των επισκεπτών του atlaswiki

Στο σχήμα 4 εμφανίζεται ένα διάγραμα ροής και κινητικότητας των επισκεπτών μέσα στο χώρο του atlaswiki, όπου παρουσιάζονται πολλαπλές και αμφίδρομες μεταβάσεις ανάμεσα στις σελίδες του, καταδεικνύοντας και τον πολύπλοκα απλό τρόπο που λειτουργεί και αλληλεπιδρά ο χώρος με τους συμμετέχοντες και πως οι ίδιοι οι εκπαιδευόμενοι πλοηγούνται, τον διαμορφώνουν και επικοινωνούν μέσα σε αυτόν. Είναι εμφανές οτι μεγάλο ποσοστό των συμμετεχόντων παίρνει μέρος στις συζητήσεις και στον διάλογο που πυροδοτείται μετά το τέλος κάθε ακαδημαϊκού μαθήματος δείχνοντας το μετασχηματισμό που επιτυγχάνεται και την μετάβαση των ρόλων που επιτελείται, γιατι είναι επιθυμιτή και αναγκαία η δυνατότητα εναρμονισμού των στάσεων των εκπαιδευομένων με την πραγματικότητα, η ανάπτυξη σε αυτούς της ικανότητας της κριτικής επανεξέτασης των διαμορφωμένων τους πεποιθήσεων, των ρόλων και των σχέσεών τους με τους άλλους (Mezirow J., 1991). Σημαντικό βοήθημα είναι η μαθησιακή διεργασία και διαδικασία που επιτυγχάνεται στο atlaswiki με σκοπό να εξηγηθεί ο τρόπος με τον οποίο δομείται η ενήλικη μάθηση και να προσδιοριστούν οι διεργασίες σύμφωνα με τις οποίες μπορούν να μετασχηματίζονται τα πλαίσια αναφοράς με βάση τα οποία αντιλαμβάνονται και ερμηνεύουν οι εκπαιδευόμενοι τις εμπειρίες τους.



Σχήμα 5: Δυνατότητες επικοινωνίας του atlaswiki με φορητές συσκευές τηλεφώνων

Ακόμη όπως φαίνεται και στο σχήμα 5 η δυνατότητα ελεύθερης χωρικά και χρονικά πρόσβασης στο atlaswiki ενισχύεται και από τις νέες κινητές τεχνολογίες που διατίθενται, γιατί ένα τμήμα των εκπαιδευομένων πλοηγείται στο atlaswiki και μέσω «έξυπνων» κινητών τηλεφώνων που διαθέτουν την δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο, δημιουργώντας έτσι έναν α-περιόριστο χώρο – βήμα έκφρασης και συνεργατικής συν-λειτουργίας των εκπαιδευομένων για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Με την βοήθεια των ΤΠΕ στο atlaswiki σχεδιάζονται διαδραστικές δραστηριότητες με την συλλογή και ενσωμάτωση εικόνων, video, κειμένων, συνδέσμων με εξωτερικές πηγές πληροφορίας και ενεργοποιείται ένα συνεργατικό ελεγχόμενο περιβάλλον για την κοινότητα των εκπαιδευομένων που συμμετέχουν. Ακόμη σ' αυτό το ασύγχρονο περιβάλλον επικοινωνίας επιχειρείται να ενσωματωθεί και να ενθαρρυνθεί η χρήση σύγχρονων καναλιών επικοινωνίας μέσω προγραμμάτων συνομιλιών, με στόχο να καταγραφούν και να διερευνηθούν οι περιορισμοί και η δυναμική του διαδικτυακού αυτού χώρου, τα πιθανά προβλήματα που εμφανίζονται κατά τη χρήση των δυνατοτήτων του χώρου και η αλληλεπίδραση που δημιουργείται.

Δημιουργήθηκε έτσι ένα διαδραστικό περιβάλλον συνεργατικής και εποικοδομητικής μάθησης, ανταλλαγής πληροφορίας, μια κοινότητα συνεργασίας και ανάπτυξης των ιδεών στις φυσικές επιστήμες, ανάλυσης και επίλυσης των προβληματισμών που τίθενται και όχι απλά ένας χώρος αποθήκευσης εγκυκλοπαιδικής γνώσης (π.χ. wikipedia) όπως οι περισσότερες μέχρι σήμερα εφαρμογές επιτυγχάνουν.

Στο διαδικτυακό μας περιβάλλον μάθησης atlaswiki για τον επιστημονικό γραμματισμό, οι εκπαιδευόμενοι/ες μπορούν να αναπτύξουν τις προσωπικές τους ιδέες, να βελτιώσουν την αυτοπεποίθησή τους και να εκτιμήσουν την δυναμικότητά τους σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών εμπνευσμένο από την ιστορία και τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών, να γίνουν πιο ενεργοί και ανεξάρτητοι σαν ερευνητές/τριες και/ή δάσκαλοι/δασκάλες μέσω αυτής της διαδικασίας ηλεκτρονικής (e-) μάθησης και ηλεκτρονικής (e-)συνεργασίας, να μάθουν και να εξοικειωθούν στην αναζήτηση και χρήση ηλεκτρονικού (e-) υλικού από το διαδίκτυο, να εισαχθούν στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη ηλεκτρονικού (e-)υλικού και να παρουσιάσουν και να συζητήσουν τις εφαρμογές και την διαδικασία αξιολόγησης των περιπτώσεων εφαρμογών που έχουν αναπτύξει και οι οποίες αφορούν την χρήση της ιστορίας και της φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Στο atlaswiki δομικά αναπτύσσεται η «διαλεκτική» (Karl Marx, 1983) – που προέρχεται από την ελληνική έκφραση για την τέχνη της συνομιλίας (Edwards, 1967) - ανάμεσα στους εκπαιδευόμενους/ες με την εισαγωγή συζητήσεων και σειρών ερωτήσεων στο τέλος κάθε μαθήματος σε θέματα σχετικά με:

- τη διδασκαλία εννοιών και θεωριών των φυσικών επιστημών και του πολιτιστικού και κοινωνικού περιβάλλοντος στο οποίο αναδείχθηκαν,
- τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών,
- την αλληλεπίδραση φυσικών επιστημών και πολιτισμού,
- την εφαρμογή διδακτικών προσεγγίσεων και διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών,

- αλλά και για προβλήματα και λύσεις στη χρήση και εφαρμογή των δυνατοτήτων λειτουργίας και συμμετοχικής δημιουργίας νέου ηλεκτρονικού διδακτικού υλικού στα πλαίσια του atlaswiki.

Επιδίωξή μας είναι να βγουν από την απομόνωση οι μελλοντικοί και εν ενεργεία δάσκαλοι και δασκάλες και να δημιουργηθεί μια συνεργατική κοινότητα μάθησης με πιο διαφανή και δημοκρατική ανταλλαγή της γνώσης, δίνοντας την ευκαιρία στους συμμετέχοντες να αναδείξουν και να εξελίξουν τις πραγματικές τους προσδοκίες και δυνατότητες σχετικά με τη μάθηση των φυσικών επιστημών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. atlaswiki, http://atlaswiki.wetpaint.com
2. atlaswikigr, http://atlaswikigr.wetpaint.com
3. hipstwiki, http://hipstwiki.eled.auth.gr
4. Bertolt Brecht (1930/1964), *Brecht on theatre: The development of an aesthetic*, edited and translated by John Willett, New York: Hill and Wang, pp. 129.
5. Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R.R., (Eds.) (2000) *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington, D.C.: National Research Council.
6. Edwards Paul (editor-in-chief) "Dialectics" in *Encyclopedia of Philosophy, Volume 2* (New York: The Macmillan Company and The Free Press, 1967), p. 385.
7. Inspiral (2001), Final Report, http://inspiral.cdlr.strath.ac.uk/ (18/01/2007).
8. Karl Marx, "Critique of Hegel's Dialectic and General Philosophy", *in Karl Marx:Early writings* (New York:McGraw-Hill,1983), pp.379-400
9. Koulountzos, V. & Seroglou, F. (2007a), 'Designing a Web-based Learning Environment: The Case of ATLAS'. Paper presented at *IMICT 2007 Conference" Informatics, Mathematics and ICT: a golden triangle",* 27-29 June 2007, Boston.
10. Koulountzos, V. & Seroglou, F. (2007b), 'Web-based Learning Environments and Teacher Training in Science Literacy'. Paper to be presented at *ITET 2007 and ETLLL 2007 Joint Working Conference "Information Technology for Education and Training"*, 26-28 September 2007, Prague.
11. Koulountzos, V. & Seroglou, F. (2008), "A wiki-course for teacher training in science education: Using history of science to teach electromagnetism" Paper presented at *7th International Conference for the History of Science in Science Education*, **7 -** 11 July 2008 Athens, Greece
12. Κουλούντζος, Β. & Σέρογλου, Φ. (2008), "Σχεδιασμός και οργάνωση ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος wiki για την εκπαίδευση των δασκάλων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών" Πρακτικά 4ου πανελλήνιου συνεδρίου της ένωσης για τη διδακτική των φυσικών επιστημών *«Αναλυτικά προγράμματα και βιβλία φυσικών επιστημών»* pp. 701-708
13. Leuf, B., & Cunningham, W. (2001), *The Wiki Way: Quick collaboration on the web*. Boston: Addison Wesley.
14. Mezirow J., (1991) Transformative Dimensions of Adult Learning, Jossey- Bass.
15. Peled, A. and Rashty, D. (1999) Logging for success: Advancing the use of WWW logs to improve computer mediated distance learning. *Journal of Educational Computing Research*, 21(4), 413-431.
16. Piguet, A. and Peraya, D. (2000) Creating Web-integrated Learning environments: An analysis of WebCT authoring tools in respect to usability. *Australian Journal of Education Technology*, 16(3), 302-314.
17. STeT, http://stet.wetpaint.com
18. Σέρογλου, Φ. (2006), *Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη*, Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη
19. Wang, L.-C. and Beasley, W. (2002) Effects of learner control and hypermedia preference on cyber-students performance in a web-based learning environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 11(1), 71-91.

Συνεδρία Δ6

Η εξ Αποστάσεως Εργαστηριακή Άσκηση και οι ικανότητες κλειδιά. Εφαρμογή: Υπολογισμός της σταθεράς του Planck με χρήση διόδων εκπομπής φωτός (LED)

Νικόλαος Δίντσιος[1], Σταματία Αρτέμη[2], Χαρίτων Πολάτογλου[3],

[1]Καθηγητής Φυσικής Β/θμιας Εκπ/σης, Υποψήφιος Διδάκτωρ,
nikos.dintsios@gmail.com
[2]Υποψήφια Διδάκτωρ,
stamart84@gmail.com
[3]Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήματος Φυσικής, Α.Π.Θ.
hariton@auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα εργασία γίνεται μία περιγραφή της εκτέλεσης ενός πραγματικού πειράματος το οποίο εκτελείται από απόσταση. Πιο συγκεκριμένα, η εργαστηριακή άσκηση εμπλέκει τους φοιτητές σε ένα εκπαιδευτικό σενάριο που αφορά στον υπολογισμό της σταθεράς του Planck. Η παραπάνω άσκηση υλοποιείται με χρήση διόδων εκπομπής φωτός (LEDs). Αναλύονται τα επί μέρους στάδια πραγματοποίησης της άσκησης τα οποία ακολουθήθηκαν, καθώς επίσης και τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν οι εκπαιδευόμενοι.

Στη συνέχεια της εργασίας γίνεται μια αναφορά στις ικανότητες κλειδιά όπως αυτές παρουσιάζονται από το Ευρωπαϊκό πλαίσιο αναφοράς, ενώ γίνεται μια προσπάθεια να ανιχνευτούν οι ικανότητες και ικανότητες κλειδιά οι οποίες καλλιεργούνται κατά την εκτέλεση της εργαστηριακής άσκησης η οποία πραγματοποιείται από απόσταση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *πείραμα εξ αποστάσεως, ικανότητες κλειδιά, distance learning.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι πλέον αναμφισβήτητο ότι η εργαστηριακή άσκηση είναι θεμελιώδους σημασίας κατά τη διαδικασία της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών (Nersessian, 1991). Διάφοροι στόχοι τίθενται, όπως γνωστικοί, ψυχοκινητικοί, σύνδεση θεωρίας – πράξης (Shulman et al., 1973). Επίσης, οι μαθητές με την εμπλοκή τους σε πειραματικά σενάρια αναπτύσσουν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και προσέγγισης θεμελιώνοντας όχι μόνο δεξιότητες (βασικές ή μη) αλλά και ικανότητες οι οποίες θα τους βοηθήσουν όχι μόνο στο γνωστικό – επιστημονικό επίπεδο αλλά και ως πολίτες της κοινωνίας. Οι ικανότητες αυτές ονομάζονται ικανότητες – κλειδιά και έχουν ληφθεί υπόψη από ένα μεγάλο αριθμό εκπαιδευτικών συστημάτων και κρατών. Ενδεικτικά αναφέρουμε το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Πορτογαλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής κ.α.

Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε στην ανάπτυξη διαδικτυακών πραγματικών εργαστηριακών ασκήσεων και πως αυτές μπορούν να αναπτύξουν τις ικανότητες κλειδιά των εκπαιδευομένων. Η εκπαιδευτική προσέγγιση υλοποιήθηκε σε φοιτητές του τμήματος φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου της Θεσσαλονίκης και αφορά στον υπολογισμό της σταθεράς του Planck με τη βοήθεια φωτοδιόδων (LED).

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Διάφοροι οργανισμοί όπως για παράδειγμα ο ΟΟΣΑ, το συμβούλιο της Ευρώπης αλλά και κυβερνήσεις εισήγαγαν ο καθένας τις "δικές" του ικανότητες κλειδιά. Μια εκτενής αναφορά καθώς και περιγραφή αυτών συναντάμε στην εργασία του Χαραλάμπους (Χαραλάμπους, 2010).

Το Ευρωπαϊκό πλαίσιο αναφοράς συνέστησε και δημοσίευσε στις 30 Δεκεμβρίου 2006 τις βασικές ικανότητες για τη διά βίου μάθηση (http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/publ/pdf/ll-learning/keycomp_el.pdf). Ο προσδιορισμός αυτών των ικανοτήτων είχε άμεση συνάρτηση με τους παρακάτω στόχους:

- Πολύπλευρη ολοκλήρωση της προσωπικότητας
- Κοινωνική ένταξη και συνοχή
- Ενεργός ιδιότητα του πολίτη
- Απασχόληση

Προκειμένου λοιπόν, το άτομο να αναπτύξει σφαιρικά την προσωπικότητά του, να συμμετέχει ενεργά ως πολίτης δημιουργώντας έτσι μια κοινωνία πολιτών, να είναι και να νιώθει μέλος της κοινωνίας και να έχει τη

δυνατότητα να προσαρμόζεται στις νέες συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες στο χώρο της εργασίας, είναι απαραίτητο να εφοδιαστεί με συγκεκριμένες βασικές ικανότητες. Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πλαίσιο αναφοράς οι βασικές ικανότητες είναι οκτώ:

- Επικοινωνία στη μητρική γλώσσα
- Επικοινωνία στις ξένες γλώσσες
- Μαθηματική ικανότητα και βασικές ικανότητες στην επιστήμη και τεχνολογία
- Ψηφιακή ικανότητα
- Μεταγνωστικές ικανότητες
- Κοινωνικές ικανότητες και ικανότητες που σχετίζονται με την ιδιότητα του πολίτη
- Αίσθημα πρωτοβουλίας και επιχειρηματικότητα
- Πολιτιστική γνώση και έκφραση

Όπως όμως θα διαπιστώσει κανείς, οι ικανότητες αυτές δεν έχουν σαφή διαχωριστικά όρια, αφού όχι μόνο συνδέονται μεταξύ τους αλλά πολλές φορές η μία καλύπτει την άλλη. Παρακάτω αναπτύσσονται οι ικανότητες – κλειδιά όπως παρουσιάζονται από το Ευρωπαϊκό πλαίσιο αναφοράς (http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/publ/pdf/ll-learning/keycomp_el.pdf).

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΗ ΜΗΤΡΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

Η επικοινωνία στη μητρική γλώσσα δεν ορίζεται μόνο ως γνώση της μητρικής γλώσσας και ικανότητα κατανόησης και έκφρασής της σε προφορικό και γραπτό λόγο. Η επικοινωνία στη μητρική γλώσσα σχετίζεται και με την ικανότητα σύνθεσης λόγου που θα χαρακτηρίζεται από πληρότητα νοημάτων, αλληλουχία και επικοινωνιακή αποτελεσματικότητα. Πέρα από τη γνώση της γλώσσας (βασικό λεξιλόγιο, γραμματική κ.α.), το άτομο είναι αναγκαίο να έχει την ικανότητα να ερευνά, να συλλέγει και να επεξεργάζεται πληροφορίες, να μπορεί να κατανοεί διάφορα είδη κειμένου και να αλληλεπιδρά γλωσσικά με τους άλλους στις διάφορες επικοινωνιακές περιστάσεις. Με άλλα λόγια, η ικανότητα του ατόμου να επικοινωνεί στη μητρική γλώσσα έχει άμεση συνάφεια με βασικές γνώσεις και δεξιότητες των οποίων η ανάπτυξη είναι απαραίτητη ώστε το άτομο να καταφέρει να επικοινωνήσει.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΙΣ ΞΕΝΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ

Είναι κατανοητό ότι η επικοινωνία στις ξένες γλώσσες περιλαμβάνει τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες της επικοινωνίας στη μητρική γλώσσα. Πέρα όμως από αυτό, το άτομο πρέπει να μπορεί να κατανοεί ένα ξενόγλωσσο κείμενο και να αναπαράγει τη ξένη γλώσσα σε προφορικό και γραπτό λόγο. Αναγκαία θεωρείται η αποδοχή της πολιτισμικότητας και ποικιλότητας των γλωσσών καθώς και το ενδιαφέρον για τις ξένες γλώσσες.

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η κατηγορία αυτή χωρίζεται σε δύο επί μέρους ικανότητες. Πρώτον στη μαθηματική ικανότητα και δεύτερον στις βασικές ικανότητες στην επιστήμη και τεχνολογία.

Όσον αφορά στη μαθηματική ικανότητα, αυτή ορίζεται ως η ικανότητα να αναπτύξει το άτομο μαθηματικό τρόπο σκέψης εστιάζοντας όχι μόνο στη γνώση των μαθηματικών αλλά και στη διαδικασία και δραστηριότητα αυτών. Αν το άτομο κατανοήσει το μαθηματικό τρόπο σκέψης και το χρησιμοποιήσει στη καθημερινότητά του, τότε θα διερευνά τις αιτίες προκειμένου να βρει τις λύσεις που θα τον οδηγήσουν στην αλήθεια.

Από την άλλη μεριά, η ικανότητα στην επιστήμη προϋποθέτει γνώση σε οτιδήποτε σχετίζεται με τις επιστημονικές έννοιες και μεθόδους με σκοπό την εξήγηση των φαινομένων στη φύση και την κοινωνία καθώς επίσης και με τις τεχνολογικές εφαρμογές. Το άτομο είναι απαραίτητο να χειρίζεται τεχνολογικά εργαλεία, να ερευνά συστηματικά και μεθοδικά και να οδηγείται σε επιστημονικά πορίσματα. Άλλωστε, η ερευνητική φύση του ανθρώπου και η αμφιβολία που έχει ως αποτέλεσμα την έρευνα και την επαλήθευση οδηγούν τον άνθρωπο στη σωστή και επωφελή χρήση των επιτευγμάτων του.

ΨΗΦΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Δεν είναι δύσκολο να κατανοήσει κανείς ότι όταν μιλάμε για ψηφιακή ικανότητα, εννοούμε την ικανότητα του ατόμου να χειρίζεται ηλεκτρονικούς υπολογιστές προκειμένου αυτό όχι μόνο να αντλεί, αξιολογεί, επαληθεύει και ανταλλάσει πληροφορίες αλλά και να επικοινωνεί μέσω του διαδικτύου σε ένα πλαίσιο διαδικτυακής συνεργασίας. Είναι απαραίτητο, λοιπόν, το άτομο να κρίνει και να αξιολογεί τις πληροφορίες έτσι ώστε να τις χρησιμοποιεί στις διάφορες κοινωνικές περιστάσεις. Η χρήση της τεχνολογίας της κοινωνίας πληροφοριών αναπτύσσει συγχρόνως τη δημιουργικότητα του ατόμου και την ανάγκη του να συμμετέχει σε ποικίλα δίκτυα.

ΜΕΤΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ως μεταγνωστικές ικανότητες θεωρούνται μια σειρά ικανοτήτων όπως η επιδίωξη και επιμονή στη μάθηση, η ικανότητα οργάνωσης της ατομικής μάθησης καθώς και η ικανότητα κατανόησης της αναγκαιότητας της

μάθησης κ.α.. Μέσα από τη διαδικασία της μάθησης, το άτομο ανακαλύπτει τις ικανότητές του και τα αδύναμα σημεία του και μαθαίνει πώς να χρησιμοποιεί τις δεξιότητές του αλλά και να ξεπερνά τυχόν επιπρόσθετα εμπόδια. Μαθαίνει όχι μόνο να δρα πειθαρχημένα και οργανωμένα αλλά και να συνεργάζεται.

Βάση όλων των παραπάνω αποτελεί η ανάπτυξη κυρίως εσωτερικών κινήτρων και η αυτοπεποίθηση έτσι ώστε το άτομο να αναζητά τη μάθηση σε κάθε φάσμα της ζωής του.

ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΙΔΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ

Όταν αναφερόμαστε στον όρο κοινωνικές ικανότητες εννοούμε εκείνες τις ικανότητες που παρέχουν τη δυνατότητα στο άτομο να συμμετέχει ενεργά σε όλες τις δραστηριότητες της ζωής του (κοινωνικές, πολιτικές, επαγγελματικές). Από την άλλη, οι ικανότητες που σχετίζονται με την ιδιότητα του πολίτη συμπληρώνουν τις κοινωνικές ικανότητες, αφού το άτομο εσωτερικεύει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του και αποκτά επίγνωση του κοινωνικού του ρόλου αναπτύσσοντας συμμετοχική διάθεση. Γνωρίζοντας τους κοινωνικούς κανόνες και κατανοώντας τη διαφορετικότητα ανάμεσα στις ευρωπαϊκές κοινωνίες, το άτομο αναπτύσσει τον κοινωνικό του ρόλο σεβόμενος τη διαφορετικότητα. Δεξιότητες, όπως η ικανότητα της επικοινωνίας θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για την κατάκτηση των εν λόγω ικανοτήτων. Μάλιστα, η ικανότητα του πολίτη στηρίζεται στη δημοκρατική συνείδηση και στα θεμελιώδη δικαιώματα του ανθρώπου (ισότητα, δικαιώματα). Η γνώση, επίσης της ιστορίας (εθνικής ευρωπαϊκής και παγκόσμιας), η κατανόηση της ποικιλίας των πολιτισμών καθώς και ο σεβασμός σε αξίες επιτρέπει στο άτομο να ενταχθεί στη κοινωνική ζωή και να διαμορφώσει υγιή πολιτική συνείδηση, καθιστώντας εφικτή την ύπαρξη μια μακρόζωης κοινωνίας. Τέλος, οι κοινωνικές αρετές όπως η συνεργασία, η αλληλεγγύη, η συλλογικότητα καθώς και η ενημέρωση για το κοινωνικοοικονομικό γίγνεσθαι αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη τόσο των κοινωνικών ικανοτήτων όσο και των ικανοτήτων που σχετίζονται με την ιδιότητα του ενεργού πολίτη.

ΑΙΣΘΗΜΑ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Με τον όρο αίσθημα πρωτοβουλίας και επιχειρηματικότητας αναφερόμαστε κυρίως στην ικανότητα του ανθρώπου να μετατρέπει τις ιδέες του σε πράξη. Και σε αυτή την ικανότητα – κλειδί εμπεριέχονται μια σειρά ικανοτήτων όπως η δημιουργικότητα, η καινοτομία, ο σχεδιασμός, η διαχείριση κ.α.

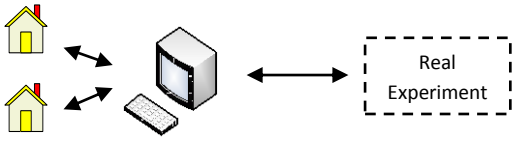
ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΕΚΦΡΑΣΗ

Η ενασχόληση με τις τέχνες και η έκφραση μέσω αυτών προϋποθέτουν τη γνώση των διαφορετικών πολιτισμικών αξιών των ευρωπαϊκών κοινωνιών. Η πολιτιστική γνώση και έκφραση καλλιεργεί τις πνευματικές δυνάμεις του ατόμου όπως η δημιουργικότητα και διαμορφώνει το αισθητικό του κριτήριο μέσα από τη συσχέτιση των διαφορετικών εκφραστικών επιλογών. Τέλος, η κατανόηση της φυσιογνωμίας και της πολιτιστικής ταυτότητας της χώρας του επιτρέπει στο άτομο να αντιμετωπίζει με σεβασμό τη διαφορετικότητα στη πολιτιστική έκφραση και αποτελεί θετική στάση για την ανάπτυξη της πολιτιστικής γνώσης και έκφρασης.

Να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι οι οκτώ παραπάνω ικανότητες – κλειδιά θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν μιας και, όπως έχει ήδη αναφερθεί, εμφανίζουν έντονες συσχετίσεις και αλληλεπικαλύψεις. Έτσι, προκύπτουν οι εξής πέντε ικανότητες κλειδιά: (Χαραλάμπους, 2010).
Επικοινωνία, Συλλογή και επεξεργασία Πληροφοριών, Συνεργασία και Συλλογικότητα, Επίλυση Προβλημάτων και Δημιουργικότητα. Κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες περιλαμβάνει μια σειρά υπό-ικανοτήτων και δεξιοτήτων η ανάλυση των οποίων ξεφεύγει από το στόχο της παρούσας εργασίας.

ΠΕΙΡΑΜΑ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Το πραγματικό πείραμα από απόσταση σήμερα ολοένα κερδίζει έδαφος στα αναλυτικά προγράμματα πανεπιστημίων. Ορίζεται ως η απομακρυσμένη εμπλοκή των εκπαιδευομένων με πραγματικές εργαστηριακές ασκήσεις. Οι φοιτητές έχουν τη δυνατότητα να χειρίζονται συσκευές εξ αποστάσεως με τη βοήθεια ιστοσελίδων οι οποίες υποστηρίζουν την εργαστηριακή άσκηση, χωρίς να βρίσκονται (μαθητές – πειραματική διάταξη) στον ίδιο χώρο (σχήμα 1).



Σχήμα 1: *Η βασική ιδέα στο πραγματικό πείραμα. Ο χρήστης από τον προσωπικό του υπολογιστή συνδέεται με έναν server και διεξάγει ένα πραγματικό πείραμα.*

Ποικίλες είναι οι ανάγκες που οδήγησαν στην εισαγωγή των πραγματικών ασκήσεων εξ αποστάσεως όπως για παράδειγμα ο χρονικός περιορισμός. Ο διδακτικός χρόνος που αφιερώνεται για πειράματα είναι περιορισμένος (Kirschner et al., 1988). Ο χρόνος αυτός γίνεται ακόμη λιγότερος αν οι μαθητές πειραματιστούν ο καθένας μόνος του με μία πειραματική διάταξη από αν εργαστούν σε ομάδες (Καφετζόπουλος κ.α., http://www.pi-schools.gr/lessons/chemistry/diafora/simperasmata_ekth.doc) ή από το αν εκτελεσθεί ένα πείραμα επίδειξης όπως συμβαίνει στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Επίσης, σε πολλά σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν υπάρχει αίθουσα εργαστηρίου, ενώ δεν είναι λίγα τα σχολεία στα οποία υπάρχει αίθουσα εργαστηριακών ασκήσεων και χρησιμοποιείται ως αίθουσα διδασκαλίας, κάνοντας δύσκολη την υλοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων.

Επιπλέον, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες σχολεία δεν διαθέτουν τον απαραίτητο υλικοτεχνικό εξοπλισμό. Δεν διαθέτουν δηλαδή σειρά οργάνων για την εκτέλεση πειραμάτων φυσικής, αντιδραστήρια για την εκτέλεση πειραμάτων χημείας κ.α.

Επιπρόσθετα, ο υποχρεωτικός χωρισμός των μαθητών/φοιτητών σε ομάδες δεν δίνει την ευκαιρία σε όλους τους μετέχοντες να πειραματιστούν ισότιμα. Υπάρχει δηλαδή περίπτωση κάποιο από τα μέλη της ομάδας να συμμετέχει από λίγο έως καθόλου. Η συμμετοχή των μαθητών στο πείραμα δεν μπορεί να εκτιμηθεί επακριβώς έτσι ώστε να είναι δυνατή κάποια μορφή παρέμβασης.

Λύση στα παραπάνω προβλήματα μπορεί να προσφέρει η υλοποίηση πραγματικών πειραμάτων από απόσταση. Αναφορικά τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται είναι:

- δαπανηρός υλικοτεχνικός εξοπλισμός και η διατήρησή του
- χρονικός περιορισμός κατά τη διεξαγωγή πειραμάτων
- έλλειψη εργαστηριακών εγκαταστάσεων
- εξάλειψη κινδύνου καταστροφής πειραματικών διατάξεων
- συνεισφορά στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση (Gomes et al., 2009).

Από την άλλη μεριά, η χρήση τέτοιων πειραμάτων επιτρέπει την εμπλοκή των μαθητών/φοιτητών με ασκήσεις οι οποίες δεν εμπίπτουν στις εργαστηριακές ασκήσεις που προτείνει το Αναλυτικό Πρόγραμμα, ή το αντίστοιχο τμήμα του πανεπιστημίου, καθώς επίσης και με ασκήσεις οι οποίες θα ήταν επικίνδυνες για τους εκπαιδευόμενους να υλοποιηθούν στα πλαίσια της σχολικής τάξης (Gomes et al., 2009), όπως για παράδειγμα η ακτινοβολία μιας ραδιενεργούς πηγής και η μέτρηση της με έναν ανιχνευτή Geiger – Müller. Κλείνοντας την αναφορά μας για τα θετικά αποτελέσματα της εξ αποστάσεως εργαστηριακής άσκησης θα πρέπει να τονιστεί η ένθερμη αποδοχή τους από ομάδες ατόμων με ειδικές ανάγκες, είτε κινησιολογικές, είτε με προβλήματα ακοής ή/και όρασης (Scanlon et al., 2004).

ΟΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΠΕΙΡΑΜΑ

Ποιες όμως από τις ικανότητες κλειδιά και τις υπό-ικανότητες που περιλαμβάνει η κάθε μια (ικανότητα κλειδί) επιτυγχάνονται ή προσεγγίζονται μέσω ενός πραγματικού πειράματος το οποίο διεξάγεται εξ αποστάσεως όπως περιγράφηκε παραπάνω; Αναλύοντας το πείραμα "υπολογισμός της σταθεράς του Planck" στα επιμέρους στάδια, τα οποία πρέπει κάποιος να ακολουθήσει ώστε να ολοκληρώσει την εργασία καταλήγουμε στα εξής:

- Εύρεση δεδομένων συχνοτικών περιοχών των LEDs Επικοινωνία στις ξένες γλώσσες
- Πειραματισμός με διάφορες τιμές τάσης προς εύρεση της τάσης κατωφλίου
- Χάραξη ευθείας ($f - e \cdot V_{κατ}$)
- Εξαγωγή αποτελεσμάτων
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Αρχικά οι φοιτητές πρέπει να αναζητήσουν στο διαδίκτυο τη συχνοτική περιοχή των διόδων εκπομπής φωτός που χρησιμοποιούμε (κόκκινο, κίτρινο, πράσινο και μπλε). Αφού εντοπίσουν το συχνοτικό εύρος των χρησιμοποιούμενων LEDs, θα πρέπει να υπολογίσουν το μέσο όρο κάθε συχνοτικής περιοχής. Εδώ οι ικανότητες καθώς και οι ικανότητες – κλειδιά, όπως η επικοινωνία στη μητρική και ξένη γλώσσα, η ψηφιακή ικανότητα, η συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών, η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, η έρευνα, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, η λήψη αποφάσεων και η ανάληψη ρίσκου και η χρήση πηγών είναι αυτές που κυρίως καλλιεργούνται από τους εκπαιδευόμενους.

Στη συνέχεια ο φοιτητής αποφασίζει και θέτει τις τιμές τάσης που επιθυμεί ανιχνεύοντας την τάση κατωφλίου της κάθε φωτοδιόδου. Οι τάσεις κατωφλίου των τεσσάρων διόδων εκπομπής φωτός που χρησιμοποιούμε δεν απέχουν πολύ και συνεπώς απαιτείται συστηματική προσέγγιση από τους εκπαιδευόμενους, καθώς και ενδελεχής παρατήρηση. Οι ικανότητες – κλειδιά που αναδεικνύονται είναι η ψηφιακή ικανότητα, η μαθηματική ικανότητα και η ικανότητα στην επιστήμη. Επίσης, άλλες ικανότητες που αναπτύσσονται είναι η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, η λήψη αποφάσεων και η ανάληψη ρίσκου, αφού θα πρέπει να αποφασίσει ο κάθε φοιτητής ποια τιμή τάσης να θέσει και να αποφασίσει αν η δίοδος ακτινοβολήσει.

Αφού οι εκπαιδευόμενοι λάβουν τις τιμές των τάσεων για τις οποίες οι δίοδοι ακτινοβολούν, στη συνέχεια τοποθετούν τις τιμές των τάσεων και των συχνοτήτων σε πίνακα (πίνακας 1). Οι ικανότητες που καλλιεργούνται μέσω της παραπάνω δραστηριότητας είναι η ικανότητα στα μαθηματικά, η ικανότητα στην επιστήμη, η συλλογή πληροφοριών, και η τακτοποίησή τους σε πίνακες όπου συγκεντρώνονται όλα τα δεδομένα.

Έχοντας συλλέξει οι εκπαιδευόμενοι τα δεδομένα και τις μετρήσεις τους σε πίνακες σχεδιάζουν το διάγραμμα συχνότητας (f) – ενέργειας ($e \cdot V_{κατ}$) και χαράσσουν τη βέλτιστη ευθεία. Η ψηφιακή ικανότητα, η ικανότητα στα μαθηματικά, η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και η χρήση λογιστικών φύλλων καλλιεργούνται στους εκπαιδευόμενους.

Η εξαγωγή του αποτελέσματος γίνεται από τη κλίση της βέλτιστης ευθείας (f - $e \cdot V_{κατ}$). Η ψηφιακή ικανότητα, η μαθηματική ικανότητα, η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, η επεξεργασία των πληροφοριών, το αίσθημα πρωτοβουλίας και επιχειρηματικότητας είναι ικανότητες που αναπτύσσονται μέσω της παραπάνω δραστηριότητας.

Τέλος, η παρουσίαση της όλης εργασίας και των αποτελεσμάτων της, προάγουν την επικοινωνία στη μητρική και ξένη γλώσσα και το αίσθημα της πρωτοβουλίας και της επιχειρηματικότητας μιας και ο εκπαιδευόμενος υλοποιεί τις ιδέες του και την εργασία σχεδιάζοντας και οργανώνοντας τις δραστηριότητές του και υποστηρίζοντας τα προσωπικά του σχέδια. Επίσης, η δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων ενισχύει τις κοινωνικές δεξιότητες του ατόμου μιας και εκτίθεται είτε στο σύνολο των φοιτητών και του εκπαιδευτή είτε μόνο στο τελευταίο . Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στον πίνακα 1.

Δραστηριότητα / Στάδιο	**Ικανότητες & Ικανότητες – Κλειδιά**
Εύρεση δεδομένων συχνοτικών περιοχών των LEDs	Επικοινωνία στη μητρική γλώσσα Επικοινωνία στη ξένη γλώσσα Ψηφιακή Ικανότητα Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών Χρήση Η/Υ Έρευνα Ανάπτυξη κριτικής σκέψης Λήψη αποφάσεων Ανάληψη ρίσκου Χρήση πηγών
Πειραματισμός με διάφορες τιμές τάσης προς εύρεση της τάσης κατωφλίου	Ψηφιακή Ικανότητα Μαθηματική Ικανότητα Ικανότητα στην Επιστήμη Χρήση Η/Υ Ανάπτυξη κριτικής σκέψης Λήψη αποφάσεων Ανάληψη ρίσκου
Συγκέντρωση μετρήσεων σε πίνακα (τιμές συχνοτήτων και τάσεων κατωφλίου)	Μαθηματική Ικανότητα Ικανότητα στην Επιστήμη Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών
Χάραξη ευθείας (f - $e \cdot V_{κατ}$)	Ψηφιακή Ικανότητα Μαθηματική Ικανότητα Χρήση λογιστικών φύλλων
Εξαγωγή Αποτελέσματος	Χρήση μαθηματικών Χρήση ΤΠΕ Ανάπτυξη κριτικής σκέψης Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών Αίσθημα πρωτοβουλίας και επιχειρηματικότητας
Παρουσίαση αποτελεσμάτων	Επικοινωνία στη μητρική γλώσσα Αίσθημα πρωτοβουλίας και επιχειρηματικότητας Ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων Σχεδιασμός και οργάνωση δραστηριοτήτων Υποστήριξη προσωπικών σχεδίων

Πίνακας 1.: *Σύνοψη δραστηριοτήτων – ικανοτήτων και ικανοτήτων – κλειδιών*

Αντίστοιχοι πίνακες εμφανίζονται και στην εργασία των (Samoila, et al., (2007)) από όπου προκύπτει η συνεισφορά των εξ αποστάσεως πραγματικών πειραμάτων στη θεμελίωση των ικανοτήτων και των ικανοτήτων – κλειδιών.

Θα πρέπει να τονιστεί πως η διενέργεια εργαστηριακών ασκήσεων εξ αποστάσεως αναπτύσσει επιπλέον ικανότητες, οι οποίες είτε δεν καλλιεργούνται κατά την διεξαγωγή ενός πραγματικού πειράματος, είτε δεν καλλιεργούνται στον ίδιο βαθμό.

Ήδη από την αρχή οι φοιτητές θα πρέπει να αποφασίσουν οι ίδιοι τη χρονική στιγμή κατά την οποία θα εκτελέσουν το πείραμα. Έτσι αναπτύσσεται η αυτενέργεια και η υπευθυνότητά τους, μιας και μόνοι τους θα πρέπει να οργανώσουν τον προσωπικό τους χρόνο. Επίσης, μαθαίνουν να πειθαρχούν σε οδηγίες και χρονοδιαγράμματα χωρίς να τελούν υπό την συνεχή επιτήρηση του διδάσκοντα ικανότητα, που συνήθως απαιτείται σε ένα εργασιακό περιβάλλον όπως για παράδειγμα στη βιομηχανία (Cooper, 2005).

Η ψηφιακή ικανότητα και η ικανότητα χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή καλλιεργείται σε μεγαλύτερο βαθμό εν συγκρίσει με το πραγματικό πείραμα μέσα στην αίθουσα. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει εμπλοκή του εκπαιδευόμενου με ανεύρεση πληροφοριών μέσα από το διαδίκτυο αλλά και χειρισμός του υπολογιστή για την εκτέλεση του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα αναπτύσσεται η δόκιμη και συνετή χρήση των ΤΠΕ κάτι που δεν συμβαίνει με την παραδοσιακή εργαστηριακή διδασκαλία.

Βέβαια να σημειώσουμε ότι το εξ αποστάσεως πείραμα δεν ενισχύει την συνεργατικότητα και τις κοινωνικές δεξιότητες του ατόμου εφόσον οι φοιτητές δεν εργάζονται σε ομάδες. Σε αυτό το συμπέρασμα καταλήγει και η μελέτη των Ma και Nickerson (Ma et al., 2006). Η ίδια μελέτη καταδεικνύει επίσης ότι οι ικανότητες σχεδιασμού της πειραματικής διάταξης δεν καλλιεργούνται δεδομένου πως αυτή είναι ήδη υλοποιημένη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, τα εξ αποστάσεως πραγματικά πειράματα είναι μία σχετικά νέα πτυχή της σύγχρονης εκπαίδευσης η οποία μπορεί να προσφέρει στο διδακτικό έργο. Το χαμηλό κόστος της εξ αποστάσεως εργαστηριακής άσκησης σε σχέση με το υψηλό κόστος του πραγματικού πειράματος, η αποδοχή του από τους φοιτητές καθώς και η διείσδυση που παρατηρήθηκε σε ομάδες ατόμων με ειδικές ανάγκες το καθιστά ένα πολλά υποσχόμενο νέο εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτών.

Επίσης, όπως γίνεται αντιληπτό, υπάρχει σύνδεση μεταξύ του εξ αποστάσεως πραγματικού πειράματος με την καλλιέργεια των ικανοτήτων – κλειδιών στην ελληνική τριτοβάθμια εκπαίδευση και ειδικά με εκείνες τις ικανότητες οι οποίες δεν καλλιεργούνται επαρκώς στο πραγματικό πείραμα.

Επιπρόσθετα, μένει να διερευνηθεί αν οι ικανότητες κλειδιά οι οποίες σχετίζονται με την συνεργατικότητα και την κοινωνικοποίηση του ατόμου καλλιεργούνται με τα πειράματα εξ αποστάσεως αν αυτά διενεργηθούν από ομάδες φοιτητών.

Όλα τα παραπάνω θα πρέπει να αξιολογηθούν για να εκτιμηθεί η συνεισφορά του πραγματικού πειράματος όχι μόνο στην εκπαίδευση αλλά και στη κοινωνία με την ανάπτυξη των ικανοτήτων – κλειδιών που θα πρέπει να χαρακτηρίζουν τον σύγχρονο Έλληνα αλλά και Ευρωπαίο πολίτη.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Cooper, Martyn (2005). Remote laboratories in teaching and learning – issues impinging on widespread adoption in science and engineering education. *International Journal of Online Engineering (iJOE), 1(1)*
2. Gomes, L. & Bogosyan, S. (2009). Current trends in remote laboratory, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 56, No. 1, pp. 4744-4756.
3. Jing Ma and Jeffrey V. Nickerson. (2006). Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review. *ACM Computing Surveys, Vol.38, No. 3, Article 7, Publication date: September 2006*
4. Kirschner, P. A., & Meester, M. A. M. (1988). The laboratory in higher science education: Problems, premises and objectives. *Higher Education*, 17, pp. 81–98.
5. Nersessian, N. J. (1991). Conceptual change in science and in science education. *In History, Philosophy, and Science Teaching*, M. R. Matthews, Ed. OISE Press, Toronto, Canada, pp. 133–148.
6. Nieves, L., Spavieri, G., Fernandez, B., & Guevara, R. A., (1997). Measuring the Planck constant with LEDs. *Phys. Teach.* 35, 108–109.
7. O'Connor, P. J., & O'Connor, L. R., (1974). Measuring Planck's constant using a light emitting diode. *Phys. Teach.* 12, 423–425
8. Samoila, C., Cosh, S. G., Ursutiu, D., (2007). Advances on Remote Laboratories and E-Learning Experiences. *University of. Duesto.* pp.63 -96
9. Scanlon, E., Colwell, C., Cooper, M., and Paolo, T. D., (2004). Remote experiments, reversioning and rethinking science learning. *Comput. and Education 43*, 1–2, pp. 153–163.
10. Shulman, L. D., & Tamir, P., (1973). Research on teaching the natural sciences. *In R. M. W. Travers (Ed.), Second handbook of research on teaching* (pp. 1098–1140). Chicago: Rand McNally.

11. Δίντσιος, Ν. & Πολάτογλου, Χ. (2011). Σχεδιασμός Δικτυακής Εφαρμογής και Διάταξης για την Εξ Αποστάσεως Εργαστηριακή Άσκηση. *Proceedings of 6th International Conference in Open & Distance Learning*, σσ. 151-156, Λουτράκι
12. Καφετζόπουλος, Κ., Δούκας, Γ., Σακκιάδη, Β. Παρατηρήσεις και συμπεράσματα από την αποδελτίωση των ετήσιων εκθέσεων των σχολικών συμβούλων κλάδου ΠΕ04 της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
13. Χαραλάμπους, Μ., (2010). Οι «ικανότητες – κλειδιά» και η καλλιέργεια τους μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. *Διδακτορική διατριβή*. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής εκπαίδευσης Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Η μέθοδος "project" μπορεί να στοιχειοθετήσει ένα νέο πλαίσιο προσέγγισης της φυσικής με τη χρήση της ιστορίας των επιστημών στη διδακτική εκδοχή της; «Η προσέγγιση των ηλεκτρομαγνητικών ανακαλύψεων στην Ευρώπη του 19ου αιώνα»

Βασίλειος Παππάς
Φυσικός – Master στην Εκπαίδευση
ΓΕ.Λ. Καλαμπάκας
billpap1@otenet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αρκετές φορές επιχειρήθηκε να εισαχθούν στο ελληνικό σχολείο στοιχεία ιστορίας των επιστημονικών ιδεών στη διδασκαλία της φυσικής. Το εγχείρημα πρωτίστως υλοποιήθηκε στα διδακτικά εγχειρίδια φυσικής του Πολυκλαδικού Λυκείου. Αργότερα ψήγματα ιστορίας των επιστημονικών ιδεών συναντώνται ως ένθετα στα πολλαπλά βιβλία φυσικής (α΄ και β΄ λυκείου), σε μια από τις τελευταίες εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις. Έκτοτε η προσπάθεια σύνδεσης της διδακτικής των φυσικών επιστημών με την ιστορικότητα της επιστήμης ατονεί.

Στα νέα προγράμματα σπουδών εισάγεται η ερευνητική εργασία (project), ως ισότιμο μάθημα στις τάξεις της α΄ και β΄ λυκείου. Υπάρχει γόνιμο έδαφος για μια άλλου τύπου διδακτική παρέμβαση και χρήση της φυσικής επιστήμης στο λύκειο, ώστε απεγκλωβιζόμενοι διδάσκοντες και διδασκόμενοι από το πλαίσιο που θέτει το Αναλυτικό Πρόγραμμα να συνδέσουν την ανάπτυξη της Φυσικής επιστήμης με κοινωνικά, πολιτικά, πολιτισμικά γεγονότα που σημάδεψαν την πορεία του ανθρωπίνου γένους. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να ενταχθεί οργανικά στη διδακτική πράξη και με την εθελοντική συμμετοχή των μαθητών η αξιοποίηση της ιστορίας των επιστημονικών ιδεών στη διδασκαλία της φυσικής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Ερευνητικές εργασίες (projects), Ιστορία Φυσικών Επιστημών, Διδακτική Φυσικής, Ηλεκτρομαγνητισμός*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει ένας αυξανόμενος προβληματισμός στην εκπαιδευτική κοινότητα και δη διδασκόντων των φυσικών επιστημών στις μέσες βαθμίδες της εκπαίδευσης (γυμνάσιο – λύκειο) όσον αφορά στη βελτίωση της διδασκαλίας και μάθησης της φυσικής. Οι εκπαιδευτικές προτάσεις και λύσεις στη διδακτική των φυσικών επιστημών δεν είναι μονοσήμαντες.

Η χρήση στοιχείων της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών δείχνει πόσο πλατειά και ποιοτικά διαφορετική είναι αυτή η ποικιλομορφία μεθόδων και μέσων και πιστοποιεί το ευρύ φάσμα δυνατοτήτων που διαθέτει ο ερευνητής ή ο εκπαιδευτικός των φυσικών στη προσπάθειά του να λύσει την πληθώρα προβλημάτων που ανακύπτουν στη πορεία της μάθησης και διδασκαλίας. Μπορεί να αξιοποιηθεί ως διδακτική μέθοδος και να χρησιμοποιηθεί ως διδακτικό μέσο στα πλαίσια του εποικοδομητισμού, οι οποίες ξεκινούν από την ανίχνευση των σχετικών εναλλακτικών απόψεων των μαθητών, την κριτική των απόψεων αυτών με κατάλληλα έργα από την ιστορική εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών και τη συγκρότηση των νέων θεωριών (Σέρογλου & Κουμαράς, 1998).

Οι έρευνες δείχνουν ότι οι ποιοτικές εξηγήσεις που δίνουν οι μαθητές για διάφορα φαινόμενα, έρχονται σε αντίθεση με αυτές που δίνει η φυσική, παρεμβαίνοντας ανασταλτικά στη μάθηση των επιστημονικών εννοιών. Είναι κοινά αποδεκτό ότι οι διδασκόμενοι πρέπει να υποβληθούν σε μεγάλη εννοιολογική «αναδόμηση» για να μπορέσουν να κατανοήσουν μια νέα φυσική θεωρία Αυτές οι παιδαγωγικές τάσεις δημιουργούν την πεποίθηση πως υπάρχει ένας αξιοσημείωτος παραλληλισμός ανάμεσα στην εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης στο άτομο και την ιστορική ανάπτυξη των ιδεών της επιστήμης (Nersessian, 1994).

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

Τομή στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών με τη θεσμοθετημένη εφαρμογή της χρήσης στοιχείων από την Ιστορία της φυσικής είναι τα βιβλία φυσικής των Ενιαίων Πολυκλαδικών Λυκείων της περιόδου 1984 – 1997 (Κασσέτας, Δαπόντες, Μουρίκης, 1984). Στα 14 Πολυκλαδικά Λύκεια (α΄ - β΄ λυκείου) χρησιμοποιείται ως διδακτικό εργαλείο η ιστορική εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών με σκοπό :

- Την εξοικείωση των διδασκομένων με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης
- Την βαθύτερη κατανόηση των γνωστικών αντικειμένων του Αναλυτικού Προγράμματος

- Να διδάξει στους μαθητές ότι δεν υπάρχουν αναντίρρητες αλήθειες και η επιστήμη είναι ένα αδιάκοπο επιστημονικό – πολιτισμικό και κοινωνικό γίγνεσθαι (οι συγγραφείς).

Η πρώτη φάση του εγχειρήματος καταγράφει πάμπολλες αντιδράσεις (Κασσέτας, 2004). Οι διδάσκοντες εθισμένοι σε μια «συντηρητική» εκπαιδευτική πρακτική (σχολικά εγχειρίδια Α. Μάζη) αισθάνονται ανασφαλείς στο νέο πλαίσιο ανάπτυξης των γνωστικών αντικειμένων που θέτει το αναλυτικό πρόγραμμα και πολλές φορές εκδηλώνεται η αδυναμία αυτή με την προσπάθεια υπαγωγής του νέου περιεχομένου των βιβλίων σε παλαιές φόρμες, στις οποίες κυρίαρχο λόγο έχει η ισχυρή ταξινόμηση των φυσικών εννοιών (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001) μεταξύ του περιεχομένου των προς εξέταση φυσικών φαινομένων.

Η δεύτερη φάση είναι της τριετίας 1998 – 2001 με την συνολική αναδιάρθρωση του Προγράμματος Σπουδών και την καθολική εφαρμογή του σε όλα τα Ενιαία Λύκεια με την καθιέρωση του «πολλαπλού» βιβλίου φυσικής και χημείας στην α΄ και β΄ λυκείου. Τομή στα εκπαιδευτικά προγράμματα μπορεί να θεωρηθεί η διδασκαλία του μαθήματος γενικής παιδείας στην γ΄ λυκείου «Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας». Στοιχεία από την ιστορική εξέλιξη των φυσικών επιστημών αναδεικνύονται μέσα από ένθετα, αποφεύγοντας τον εγκυκλοπαιδισμό και τον ιστορικισμό (Ενδεικτικά: Στοιχεία από τη φυσική του Αριστοτέλη. Η πειραματική προσέγγιση του Γαλιλαίου. Ο νόμος της αδράνειας. Η ακίνητη γη κέντρο του σύμπαντος. Ο νόμος της παγκόσμιας έλξης και η κατάρρευση της αριστοτελικής φυσικής. Η βιομηχανική Επανάσταση και η έννοια ενέργεια. Από το ήλεκτρο του Θαλή στον νόμο του Coulomb. Η πορεία προς τον Ηλεκτρομαγνητισμό. Από τον Faraday και την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή στον Edison και τις εφαρμογές του εναλλασσόμενου ρεύματος).

Παράλληλα προτρέπονται οι διδάσκοντες να εισάγουν τη διαθεματική προσέγγιση διαμορφώνοντας όρους αξιοποίησης στοιχείων από το κονστρουκτιβιστικό ρεύμα της διδακτικής των επιστημών, δημιουργώντας ρωγμές στο παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας (μετωπική διδασκαλία). Για πρώτη φορά σε επίσημο βιβλίο διδακτικής (βιβλίο καθηγητή φυσικής α΄ λυκείου) υπάρχει εκτενής αναφορά της «θεωρίας της εποικοδόμησης της γνώσης ή του «κονστρουκτιβισμού». Το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα, παρέχει τη δυνατότητα υλοποίησης εκ μέρους των μαθητών συνθετικών εργασιών μέσω της ομαδοσυνεργατικής προσέγγισης θεμάτων διδακτικής (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Προγράμματα Σπουδών, 1999). Και στη δεύτερη φάση οι αντιδράσεις των διδασκόντων είναι «εν πολλοίς» αρνητικές.

Στα επόμενα χρόνια, οι επιλογές του Υπουργείου Παιδείας συνεπικουρούμενες από τη θεσμοθετημένη αντίδραση των εκπαιδευτικών, οδηγούν στην κατάργηση των πολλαπλών βιβλίων φυσικής - χημείας, το δε μάθημα «Ιστορίας των Επιστημών» γίνεται μάθημα επιλογής με μηδενική αναγνωσιμότητα. Καθώς δε τα θέματα εισαγωγικών εξετάσεων αποκτούν όλο και μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας, αυτό έχει ως επακόλουθο την όλο και εντεινόμενη ενασχόληση με δεξιότητες και πρακτικές που οδηγούν στην επιτυχή αντιμετώπιση των θεμάτων, αφού ελλοχεύουν οι συμπληγάδες των εξετάσεων εισαγωγής στις ανώτατες σχολές.

Η ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΣΧΟΛΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΘΕΤΕΙ ΝΕΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Στο σημερινό άφιλο και ανιστόρητο σχολικό περιβάλλον τίθεται με άλλους όρους το ίδιο ερώτημα που με ενάργεια το αποτύπωσαν για πρώτη φορά οι συγγραφείς των βιβλίων του «πολυκλαδικού».

Μπορεί ο διδάσκων να τροποποιήσει το σκοπό του προγράμματος με τη στάση του, με την κριτική του τοποθέτηση και κυρίως με τη διαθεματική προσέγγιση χρησιμοποιώντας στοιχεία από την ιστορία των φυσικών επιστημών τόσο στην καθημερινή πρακτική διδασκαλία στην αίθουσα, όσο και στις νέες συνθήκες που θέτει το Αναλυτικό Πρόγραμμα;

Και αν η απάντηση συνθλίβεται στην καθημερινή διδασκαλία της φυσικής, το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα σπουδών δίνει μια τέτοια διέξοδο με τις Ερευνητικές Εργασίας τα «projects».

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Οι ερευνητικές εργασίες θεσμοθετούνται από τον Σεπτέμβριο του 2011 ως διακριτή ενότητα του υποχρεωτικού προγράμματος του Νέου Λυκείου (ΥΠΔΜΘ 2011, ΦΕΚ 1213, τχ.Β/2011). Η φιλοσοφία του νέου προγράμματος αντιλαμβάνεται τους μαθητές ως μικρούς «διανοούμενους», «επιστήμονες» και «ερευνητές», (Η Καινοτομία των Ερευνητικών Εργασιών στο νέο Λύκειο, βιβλίο εκπαιδευτικού). Η συμβολή των Ερευνητικών Εργασιών στη μάθηση και την ανάπτυξη, οδηγεί τους μαθητές στο να:

- Ενεργοποιούν τη σκέψη, τη δημιουργικότητα και την πρωτοβουλία μέσα από την άμεση και ενεργό εμπλοκή τους σε όλες τις φάσεις της Ε.Ε.
- Ασκούν στον τρόπο σκέψης και στην επιστημονική μέθοδο των επιμέρους ειδικοτήτων.
- Στοχεύουν στην ανάπτυξη του στοχασμού, της κριτικής και αυτοκριτικής σκέψης και της προσωπικής ευθύνης γύρω από τις ανθρώπινες επιλογές και πράξεις, τα κυρίαρχα πρότυπα, τις αξίες και τα εμπλεκόμενα κοινωνικά και ηθικά διλλήματα στις σύγχρονες πολυπολιτισμικές κοινωνίες.
- Προάγουν τη συλλογικότητα και συνεργασία, διότι συνεργάζονται κατά ομάδες για τη μελέτη των θεμάτων και την εκπόνηση κοινών εργασιών με επιστημονικό υπόβαθρο… (Ματσαγγούρας, 2011).

Προτρέπονται οι μαθητές να θέτουν ερωτήματα και να αναζητούν πληροφορίες για ένα θέμα που τους ενδιαφέρει, καθώς και να σχεδιάζουν και οργανώνουν ερευνητικές δραστηριότητες για να απαντήσουν στο ερώτημα ή πρόβλημα. Επισημαίνεται ότι είναι λάθος να φαντάζεται κάποιος ότι τα projects είναι μικρές άρτιες

επιστημονικές εργασίες (Γκοτζαρίδης, 2011). Οι εργασίες έχουν έναν ερευνητικό χαρακτήρα, έχουν κατάλληλη θεωρητική υποστήριξη, δεν έχουν όμως άρτια επιστημονική δομή, ούτε διερευνούν όλες τις πτυχές του θέματος. Η εργασία των μαθητών δεν μπορεί να υλοποιηθεί μέσα σε αυστηρά και δομημένα επιστημονικά πλαίσια. Δεν μπορεί επίσης να αγνοηθεί ο ψυχοκοινωνικός χαρακτήρας των εφήβων, ο οποίος σε μια ερευνητική δραστηριότητα ενηλίκων δεν έχει καμία θέση. Κρίνονται το έναυσμα σε μια πρωτόλεια επιστημονική δραστηριότητα, το πνεύμα συνεργασίας, η διάθεση για ομαδική δουλειά, η καλλιέργεια των ενδιαφερόντων των μαθητών, η ανάδειξη τυχόν άλλων πλευρών της προσωπικότητας των μαθητών, το κοίταγμα με άλλο τρόπο του μαθήματος του Αναλυτικού Προγράμματος.

Αξιοποιώντας την ομοδοσυνεργατική μάθηση στη διδακτική των φυσικών επιστημών, μπορούν να θεωρηθούν μικρές ερευνητικές εργασίες στον απόηχο του μοντέλου της ανακαλυπτικής μάθησης (Χαλκιά, 2010). Μπορούν να ενταχθούν στο πλαίσιο του μοντέλου της κονστρουκτιβιστικής μάθησης, όπου βρίσκει εφαρμογή κυρίως στη φάση της αναδόμησης, (Χαλκιά, 2010).

ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ «ΠΕΡΙΔΙΑΒΑΙΝΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΓΕΙΤΟΝΙΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ ΤΟΥ 19^{ΟΥ} ΑΙΩΝΑ ΜΕ ΟΔΗΓΟ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ»

Οι μαθητές (σε ομάδες) καλούνται να μελετήσουν μια αρχική βιβλιογραφία, ώστε να σκιαγραφήσουν το ιστορικό πλαίσιο μέσα στο οποίο θα κινηθούν (ευρωπαϊκός 19ος αιώνας). Τα αρχικά κείμενα βρίσκονται σε σχολικά εγχειρίδια φυσικής όπως:

- «Ιστορικό σημείωμα για την ανακάλυψη της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής», «Εναλλασσόμενο ή συνεχές;», (Φυσική γ΄ γυμνασίου, Αντωνίου, κά., 2006),

ή σε βιβλία ιστορίας στα κεφάλαια των οποίων ποτέ δεν προσεγγίζουν Αναλυτικό Πρόγραμμα, διδάσκοντες και διδασκόμενοι (λόγω κατανομής ύλης και χρονικών περιθωρίων). Ενδεικτικά :

- «Γύρω στα μέσα του 19ου αιώνα αναπτύχθηκαν δύο βιομηχανικοί κλάδοι που βασίζονταν σε μια πολύ επαναστατική τεχνολογία: η χημική και (στο βαθμό που αφορούσε τις επικοινωνίες) η ηλεκτρική βιομηχανία…», (Ιστορία γ΄ γυμνασίου, κεφ. τρίτο).
- «**Τα επιστημονικά επιτεύγματα.** Στο πλαίσιο της επιστημονικής προόδου, λοιπόν, ο Φαραντέυ ανακάλυψε τη σχέση ηλεκτρισμού-μαγνητισμού, ο Μάξγουελ, δείχνοντας ότι υπό ορισμένες συνθήκες παράγονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα που μεταδίδονται μέσω του αέρα, διαμόρφωσε τη βάση εφαρμογών όπως ο ηλεκτροφωτισμός, το τηλέφωνο και ο κινηματογράφος…», (Ιστορία γ΄ γυμνασίου, κεφ. πέμπτο).
- «**Επιστήμη και τεχνολογικά επιτεύγματα.** Οι επαναστατικές εξελίξεις που σφράγισαν τον χώρο της επιστήμης τον 19ο αιώνα ενίσχυσαν την πίστη του ανθρώπου στη δυνατότητά του να κατανοεί και να ελέγχει τη φύση… Η θεωρία της «φυσικής επιλογής» και της εξέλιξης των ειδών του Δαρβίνου ενίσχυσε την εμπιστοσύνη στην επιστήμη και επηρέασε σε πολλά επίπεδα την ανθρώπινη σκέψη. Επαναστατικά βήματα έγιναν στη φυσική, στους τομείς του ηλεκτρομαγνητισμού και της θερμοδυναμικής, ενώ την ίδια εποχή τέθηκαν οι βάσεις της σύγχρονης χημείας», (Ιστορία του Νεώτερου και σύγχρονου κόσμου, γ΄ λυκείου γενικής παιδείας, κεφ. Ζ΄).

Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στο βιβλίο «Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας», το οποίο ως μάθημα επιλογής δεν έχει πλέον καμία «διδακτική τύχη» και στο οποίο αποτυπώνεται με σαφήνεια η νέα φυσική:

- «Το 19ο αι. ολοκληρώνεται η λεγόμενη κλασική φυσική. Ο όρος χρησιμοποιείται σε αντιδιαστολή με τη σύγχρονη φυσική, την κβαντική θεωρία και τη θεωρία της σχετικότητας. Ο όρος «φυσική« έχει πάρει πια τη σημερινή σημασία του και αναφέρεται στη μηχανική, στη μελέτη της θερμότητας, του ηλεκτρισμού, του μαγνητισμού και του φωτός. Τα βασικά εργαλεία για τη διερεύνηση αυτών των φαινομένων είναι τα μαθηματικά και το πείραμα. Η μετατροπή των ερμηνειών σε μαθηματικές θεωρίες, η ποσοτικοποίηση των πειραματικών γνώσεων και η ενοποίηση διαφορετικών, εκ πρώτης όψεως, φυσικών φαινομένων, χαρακτηρίζουν τις εξελίξεις στη φυσική του 19ου αιώνα».

ΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οργάνωση των μαθητών

- Πρώτη συνάντηση – γνωριμία των μαθητών
- Κατανομή των μαθητών σε ομάδες.
- Καθορισμός των στόχων της ερευνητικής δραστηριότητας
- Υπογραφή εκπαιδευτικού συμβολαίου.

Οργάνωση της ερευνητικής δραστηριότητας

- Δίνονται ονόματα επιστημόνων που συνέδεσαν την ερευνητική τους δραστηριότητα (εκτός των άλλων) με την ανακάλυψη, μελέτη και εφαρμογές των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων στον ευρωπαϊκό χώρο.
- Διερευνάται (από διάφορες πηγές) το πότε και που έζησαν, καθώς και τα σπουδαιότερα επίτευγμά τους (στην ενασχόλησή τους με τις φυσικές επιστήμες).

- Καταγραφή σημαντικών πειραμάτων που σηματοδοτούν την πορεία και τα άλματα της ηλεκτρομαγνητικής σύνθεσης.
- Δημιουργία (σε μεγάλο χάρτινο πανό) ενός «βέλους χρόνου» και καταγραφή με χρονολογική σειρά των ονομάτων των ευρωπαίων επιστημόνων και δημιουργία ενός μικρού κειμένου για τη ζωή και το έργο του καθενός. Το «πανό» συμβάλλει στο να εκπαιδεύσει τους μαθητές στο σχεδιασμό και κωδικοποίηση ενός σύντομου οπτικού μηνύματος, της «κεντρικής ιδέας» που πραγματεύονται, (Σέρογλου, 2006).
- Το βέλος του χρόνου ξεκινά το 1800 και τελειώνει το 1900. Είναι σκόπιμη η περιοδολόγηση του τέλους του 18^{ου} αιώνα, ώστε να καταγραφούν και οι απαρχές των πρώτων μελετητών των ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων.
- Καταγραφή (επιγραμματική) του τι συμβαίνει στην πέρα του Ατλαντικού ήπειρο.
- Μελέτη και καταγραφή στον ευρωπαϊκό 19^{ο} αιώνα των πολιτικών, κοινωνικών, πολιτισμικών γεγονότων που λαμβάνουν χώρα σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης.
- Ονόματα που άφησαν το στίγμα τους στην Ευρώπη του 19^{ου} αιώνα. Napoleon, Garibaldi, Marx, Darwin, κ.ά.

Οι ομάδες κατασκευάζουν το χρονολογικό βέλος και εκεί (επάνω) τοποθετηθούν τα ονόματα των επιστημόνων, προσωπογραφίες τους και στοιχεία από το έργο τους. Ειδικά θα καταγραφούν τα σημαντικότερα από τα πειράματα (που νομίζουν οι μαθητές – ερευνητές) ότι επηρέασαν την εξέλιξη του ηλεκτρομαγνητισμού.
Στο χρονολογικό βέλος πρέπει (κάτω) να φαίνονται τα κράτη – περιοχές της Ευρώπης που έδρασε ο κάθε επιστήμονας και σημαντικά γεγονότα της ευρωπαϊκής Ιστορίας.

ΟΝΟΜΑΤΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΩΝ

Δίνεται στους μαθητές ένα μεγάλο πλήθος ονομάτων: Αμπέρ (Ampere), Ερστεντ (Oersted), Κίρχοφ (Kirchhoff), Νεύτωνας (Newton), Φαραντέυ (Faraday), Γαλιλαίος, Τέσλα (Tesla), Βόλτα (Volta), Ωμ (Ohm), Ζήμενς (Siemens), Μάξγουελ (Maxwell), Μαρκόνι (Marconi) Λαπλάς (Laplace) κ.ά. Τα ονόματα αντλήθηκαν από το αξιόπιστο σχολικό εγχειρίδιο των Κασσέτα, Δαπόντε, Μουρίκη για την β΄ λυκείου «Πολυκλαδικού».

Οι μαθητές με τη χρήση κυρίαρχα του διαδικτύου ανατρέχουν στους επιστήμονες, περιγράφουν το έργο τους, τους τοποθετούν σε χρονολογική σειρά, απορρίπτοντας πιθανά κάποιους ή κάποιους άλλους τους τοποθετούν εκτός Ευρώπης. Μέσω της καθοδηγούμενης ανακάλυψης οι ομάδες συζητούν τα αποτελέσματα της έρευνας μέσα στην τάξη, απορρίπτουν ή κρατούν εκείνους που θεωρούν σημαντικούς, συνθέτουν τα κείμενα παρουσίασης. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η χρήση του «copy – paste » υλοποιώντας (στη σχολική αίθουσα) συνεργατικά τις δραστηριότητες. Πολύτιμος αρωγός της όλης προσπάθειας τα έργα «Το χρονικό του Κόσμου» και «Το Χρονικό των Επιστημονικών Ανακαλύψεων» του Isaac Asimov.

Μέσα από την αναζήτηση του επιστημονικού έργου των προαναφερομένων, οι ομάδες εργασίας επιλέγουν – επέλεξαν τους: Volta, Oersted, Ampere, Faraday, Maxwell, Hertz, Tesla, Marconi.

Η ΣΥΝΘΕΣΗ

Οι ομάδες συνθέτουν το υλικό και εξάγουν τα πρώτα συμπεράσματα. Αυτά μπορεί να τους οδηγήσουν σε περαιτέρω μελέτη.

- Ποια τα δεδομένα της δεύτερης (μετά τον ατμό) βιομηχανικής επανάστασης, της οφειλόμενης στις τεχνολογικές εφαρμογές των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων, στον ευρωπαϊκό 19^{ο} αιώνα.
- Ποια τα κρίσιμα (αν υπάρχουν) πειράματα στην εξέλιξη της επιστήμης του ηλεκτρομαγνητισμού.
- Υπάρχει η δυνατότητα να «στηθούν» κάποια από τα πειράματα; Προφανώς χωρίς το μαθηματικό τους υπόβαθρο. Δεν κάνουμε φυσική αλλά προσεγγίζουμε την Ιστορία της Επιστήμης μέσα από τα «σημαντικά της βήματα».
- Ποιοι οι σημαντικότεροι εκ των επιστημόνων και ποια πειράματα «σημάδεψαν» την ανάπτυξη του ηλεκτρισμού – μαγνητισμού.
- Σε ποιες χώρες έχομε συγκέντρωση επιστημόνων;
- Και το γυναικείο φύλο, ποια σχέση έχει με την επιστήμη;
- Τι συνέβαινε στον Βαλκανικό 19^{ο} αιώνα. Υπήρχαν εφαρμογές και ποιες των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων στη βαλκανική Ευρώπη;
- Ανάδειξη πολιτισμικών προϊόντων που αναφέρονται ή έχουν σχέση με τον ηλεκτρομαγνητισμό. Γκραβούρες, γραμματόσημα που απεικονίζουν μορφές και φαινόμενα, χαρτονομίσματα, μυθιστορήματα εποχής που σημάδεψαν γενεές και γενεές αναγνωστών (Ιούλιος Βερν, Είκοσι χιλιάδες λεύγες υπό την θάλασσα κλπ.).
- Καταγραφή κοινωνικών φαινομένων και διεργασιών του ευρωπαϊκού 19^{ου} αιώνα (αστικοποίηση των πόλεων, εργοστάσια σε μαζική κλίμακα, εργατική τάξη, κράτη έθνη, «Κεφάλαιο», «Περί της καταγωγής των Ειδών», πρώτες εργατικές κινητοποιήσεις …)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Οι ομάδες των μαθητών (4 ομάδες) στήνουν πέντε πειράματα - κατασκευές. Τα πειράματα γίνονται με απλά υλικά καθημερινής χρήσης, χωρίς πολύπλοκα όργανα και διατάξεις, με επαρκή χρόνο εκτέλεσης ώστε να δίνεται η ευκαιρία να συζητηθούν θέματα σχετικά με τη φύση της επιστημονικής γνώσης (Σέρογλου, 2006), και την πορεία ανακάλυψης των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων ειδικότερα.

- Κατασκευή μικρής μπαταρίας με λεμόνια και σύρματα χαλκού – ψευδαργύρου
- Πείραμα εκτροπής μαγνητικής βελόνας.
- Πειράματα ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής – δυναμό ποδηλάτου.
- Κατασκευή μικρού ραδιοφώνου με κρύσταλλο γαληνίτη (χωρίς μπαταρία) στα ΑΜ.
- Κατασκευή τηλεφωνικής γραμμής με κάψες μικροφώνου – ακουστικών του ΟΤΕ και σύνδεση των δύο εργαστηρίων φυσικών επιστημών του σχολείου.

Η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

- Σύνθεση κειμένου με τα σπουδαιότερα «γεγονότα» της ηλεκτρομαγνητικής σύνθεσης.
- Παρουσίαση της εργασίας στους μαθητές της α΄ λυκείου (στο τέλος της σχολικής χρονιάς).
- «Πανό», κατασκευή των μαθητών, που θα κοσμεί διάδρομο του σχολείου. Προβάλλεται η ταινία «20000 λεύγες υπό τη θάλασσα», όπως και υλικό – στιγμιότυπα ταινιών στις οποίες υπάρχει άμεση αναφορά σε ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα (π.χ. Tesla).

ΕΝ ΚΑΤΑΚΛΕΙΔΙ

Το σημερινό σχολείο μέσω των Ερευνητικών Εργασιών μπορεί να επανεισάγει την Ιστορία των Επιστημών στην εκπαιδευτική διαδικασία ως μια εποικοδομητική ενασχόληση σε ένα τομέα της πνευματικής δραστηριότητας άγνωστο στην εκπαιδευτική κοινότητα. Η άσκηση των μαθητών σε αυτές τις επιστημονικές διαδικασίες βοηθά να αποκτήσουν δεξιότητες ζωής, δεξιότητες δηλαδή που θα τους είναι χρήσιμες για όλη την υπόλοιπη ζωή τους. Εξάλλου, αρκετές από αυτές (η παρατήρηση, η ταξινόμηση) δεν χαρακτηρίζουν μόνο τις δραστηριότητες και την πρακτική των Φ.Ε. αλλά και οποιαδήποτε δραστηριότητα της καθημερινής ζωής, συμβάλλοντας στον Επιστημονικό Γραμματισμό τους, (Χαλκιά, 2010).

Τέλος μια τέτοια προσέγγιση των Φ.Ε. μέσω της Ιστορίας των Επιστημών:

- «εξανθρωπίζει» τις επιστήμες και τις συνδέει με τις προσωπικές, ηθικές, πολιτισμικές και πολιτικές ανησυχίες. Αυτό τραβάει το ενδιαφέρον περισσότερων μαθητών και μαθητριών στα μαθήματα των Φ.Ε. και της μηχανολογίας, ιδίως των κοριτσιών…
- συμβάλλει στη πλήρη κατανόηση του επιστημονικού αντικειμένου, βοηθά να ξεπεραστεί η «θάλασσα της ασημαντότητας», όπου οι τύποι και οι εξισώσεις απαγγέλλονται χωρίς τη γνώση για το τι σημαίνουν ή σε τι αναφέρονται.
- βελτιώνει την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, με το να βοηθήσει την ανάπτυξη μιας ποιο πλούσιας και αυθεντικής κατανόησης της επιστήμης και τη θέση της στο πνευματικό και κοινωνικό ρόλο των πραγμάτων
- βοηθά τους εκπαιδευτικούς να εκτιμήσουν τις μαθησιακές δυσκολίες των μαθητών και μαθητριών, επειδή τους προειδοποιεί με τις ιστορικές δυσκολίες στην εξέλιξη των επιστημονικών θεωριών στην ιστορία και να τις προϊδεάσει για κάποιες δυνατότητες εννοιολογικής αλλαγής.
- συνεισφέρει στην αποσαφήνιση θεμάτων στο σχεδιασμό και υλοποίηση των αναλυτικών προγραμμάτων. Πολλές από αυτές τις συζητήσεις αφορούν την εποικοδομητική μέθοδο διδασκαλίας, την πολυπολιτισμική διδασκαλία των φυσικών επιστημών, τις φεμινιστικές σπουδές, την περιβαλλοντική επιστήμη…(Matthews, 2007).

Είναι επομένως απαραίτητο να δημιουργούμε τις κατάλληλες μαθησιακές ευκαιρίες, ώστε να ασκούνται οι μαθητές στις επιστημονικές διαδικασίες προκειμένου να αναπτύξουν αντίστοιχες ερευνητικές δραστηριότητες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Arons, B. A. (1992). *Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής*, Τροχαλία, Αθήνα.
2. Βλάχος, Ι., Κόκκοτας, Π. κ.ά (2001). *Φυσική Γενικής παιδείας, Α΄ τάξη, βιβλίο καθηγητή,* ΟΕΔΒ, Αθήνα.
3. Γκοτζαρίδης, Χ. (2011). *Projects: Η συμβολή των φυσικών επιστημών, Προτεινόμενες ερευνητικές εργασίες,* 2η έκδ., Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα.
4. Δαπόντες, Ν., Κασσέτας, Α. & Μουρίκης, Σ. & Σκιαθίτης, Μ. (1996). *Φυσική – Α΄τάξη Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
5. Δαπόντες, Ν., Κασσέτας, Α. & Μουρίκης, Σ. (1991). *Φυσική – Β΄ τάξη Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
6. Ενιαίο Λύκειο, Οδηγίες για τον καθηγητή Φυσικών, (1998). Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
7. Ενιαίο Λύκειο, Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών, (1998). Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.

8. Κασσέτας, Α. (1996). *Το μακρόν Φυσική προ του βραχέος διδάσκω*, Σαββάλας, Αθήνα.
9. Κασσέτας, Α. (2004). *Το Μήλο και το Κουάρκ*, Σαββάλας, Αθήνα.
10. Κασσέτας, Α. (2001). «Ορυχείο δύο», Συμπόσιο: *Η συμβολή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών,* Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη, (σελ. 275 - 288).
11. Κόκκοτας, Π. (1989). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Γρηγόρη, Αθήνα.
12. Ματσαγγούρας, Η. (2011). *Η Καινοτομία των Ερευνητικών Εργασιών στο Νέο Λύκειο,* (βιβλίο εκπαιδευτικού), Οργανισμός εκδόσεων διδακτικών βιβλίων, Αθήνα.
13. Matthews, M. R. (2007). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, (ο ρόλος της ιστορίας και της φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών)*, Επίκεντρο Αθήνα.
14. Nersessian, N. (1994). «Εννοιολογική δόμηση και διδασκαλία: Ένας ρόλος για την ιστορία στη διδακτική των φυσικών επιστημών». Στο Β. Κουλαϊδή (Επιμ.), *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου,* Gutenberg, Αθήνα, (σελ. 115 – 130).
15. Σέρογλου, Φ. & Κουμαράς, Π. (1998). «Προτάσεις για τη διδακτική αξιοποίηση της Ιστορίας της Φυσικής», Πρακτικά. 1^{ο} Πανελλήνιο Συνέδριο: *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση,* Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη, (σελ.384 - 390).
16. Σέρογλου, Φ. (2006). *Φυσικές Επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη*, Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
17. Χαλκιά, Κ. (2010). Διδάσκοντας *Φυσικές Επιστήμες, (θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις)*, α΄ τόμος, Πατάκη, Αθήνα.
18. Πρόγραμμα Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (1999). *Φυσικές Επιστήμες*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.

Ο μαθητής έχει το λόγο

Αριστείδης Γκάτσης
Φυσικός, καθηγητής ΓΕΛ Προαστίου Καρδίτσας
arisgat@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι να δώσει στους μαθητές την ευκαιρία να αντιληφθούν την αξία και τη σημασία της Φυσικής στην κοινωνία και να επιλέξουν τους τρόπους με τους οποίους θα γινόταν πιο εύκολη η κατανόησή της στην τάξη. Για το σκοπό αυτό έγινε μια έρευνα σε τέσσερα στάδια την ώρα του μαθήματος από μαθητές Γενικής Παιδείας. Τα αποτελέσματα προέρχονται από τη χρήση τεσσάρων διαδικασιών: ανάλυση των λόγων που χρειάζονται οι γνώσεις της Φυσικής στην εκπαίδευση, ατομικό ερωτηματολόγιο με 10 συγκεκριμένες ερωτήσεις στις οποίες οι μαθητές πρέπει να στοιχειοθετήσουν τις απαντήσεις ή να απαντήσουν θετικά ή αρνητικά ή να επιλέξουν τι είναι αυτό που τους ενδιαφέρει περισσότερο στη Φυσική, μέθοδος ελεύθερης απόφασης με την οποία ομαδοποιούνται οι επιθυμίες των μαθητών για την διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής στην τάξη και αναδεικνύονται αυτά που κάνουν πιο ευχάριστο και κατανοητό το μάθημα και αυτά που το δυσκολεύουν περισσότερο, μέθοδος αντίστροφης διδασκαλίας από τους μαθητές που με συγκεκριμένο τρόπο οι μαθητές καλούνταν να κάνουν οι ίδιοι την παρουσίαση μιας ενότητας που είχαν διδαχθεί.

Οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόστηκαν σε σύνολο μαθητών γενικής Παιδείας της Γ' Γυμνασίου, Α' και Β' Λυκείου χωρίς να γίνεται ο διαχωρισμός τους σε κατευθύνσεις στην αρχή της χρονιάς. Το αποτελέσματα ήταν ένα κείμενο συζήτησης και αποφάσεων για τους λόγους που διδάσκεται το μάθημα, απαντήσεις από ένα κουίζ, οι απαντήσεις από ένα συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο για τον τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος Φυσικής, ένα αξιολογικό πίνακα που ελεύθερα δημιούργησαν οι μαθητές και η παράδοση μαθήματος από τους ίδιους τους μαθητές. Τα συμπεράσματα ήταν αρκετά. Το γενικό συμπέρασμα είναι η ανάγκη ενδυνάμωσης του μαθήματος της Φυσικής, ο συσχετισμός της με τις νέες τεχνολογίες και το πείραμα και οι αδυναμίες των διδακτικών προγραμμάτων σπουδών και βιβλίων. Επισημαίνεται η ανάγκη απελευθέρωσης του ρόλου του μαθητή από τα σημερινά στερεότυπα. Επίσης η διαδικασία θεωρήθηκε δημιουργική και δεν δυσκόλεψε τους μαθητές. Αντίθετα τους βοήθησε να ξεκαθαρίσουν κάποια πράγματα και να πάρουν αποφάσεις.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικά προγράμματα, νέες μεθοδολογικές, επαναπροσδιορισμός του πεδίο της έρευνας, προσέγγιση μαθήματος , Φυσική στην τάξη, διδακτική της Φυσικής, ερωτηματολόγιο, μέθοδος αυτοδιδασκαλίας, δυσκολία κατανόησης μαθήματος, παράγοντες που διευκολύνουν την διδασκαλία στη Φυσική, ο μαθητής έχει το λόγο.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όλοι μας, όσοι διδάσκουμε στο Λύκειο, βιώνουμε μια κατάσταση όχι και τόσο ευχάριστη μέσα στην τάξη με μαθητές που έχουν πλήρη συμμετοχή –και είναι ελάχιστοι- και με την πλειοψηφία να μην είναι συγκεντρωμένοι μέχρι εκείνους που φτάνουν στα όρια της άρνησης μάθησης. Ιδίως στο μάθημα της Φυσικής υπάρχει αρκετές φορές η αίσθηση μιας αόρατης κόντρας μαθητών που έχουν αδυναμίες με τον καθηγητή. Αυτό δυσκολεύει την διδασκαλία στον διδάσκοντα αλλά και την παρακολούθηση σε μια μερίδα μαθητών που συμμετέχουν. Θεωρώντας ότι τίποτα δεν είναι δεδομένο για τα αίτια αυτής της κατάστασης έγινε προσπάθεια να δημιουργηθεί ένας δίαυλος επικοινωνίας καθηγητή-μαθητών μέσα από την παρούσα έρευνα. Στόχος ήταν η ανάδειξη των αιτιών του προβλήματος και αποφάσεις που θα βοηθούσαν στην λύση του.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η έρευνα διεξήχθη σε τμήματα μαθητών σε 3 τάξεις (Γ' Γυμνασίου: 102 μαθητές, Α' Λυκείου: 125 μαθητές, Β' Λυκείου: 122 μαθητές). Τους ζητήθηκε να συμμετάσχουν στις παρακάτω ενέργειες:

- **Συζήτηση με θέμα: «Δέκα λόγοι για τους οποίους πρέπει όλοι οι μαθητές να κάνουν Φυσική στο Σχολείο».**

Για τους περισσότερους μαθητές η Φυσική στο Λύκειο είναι μια πρόκληση και ίσως η μεγαλύτερη δυσκολία, αλλά η προσπάθεια αξίζει πραγματικά τον κόπο.

Έγινε 20λεπτη συζήτηση στην τάξη, και ακούστηκαν διάφορες γνώμες. Ζητήθηκε να πουν οι μαθητές ότι γνωρίζουν για ανακαλύψεις της Φυσικής και ενημερώθηκαν για την εξέλιξη των Φυσικών Επιστημών και την συμβολή τους στην σύγχρονη κοινωνία. αναλύοντας τους παρακάτω 10 λόγους που για τον καθηγητή πρέπει όλοι οι μαθητές να γνωρίζουν τι αρχές της Φυσικής.

1.	Η πιο σύγχρονη τεχνολογία προϋποθέτει τη γνώση της Φυσικής;
2.	Η κατανόηση της Φυσικής οδηγεί σε μια καλύτερη κατανόηση του κόσμου μας, πολύ περισσότερο από κάθε άλλη επιστήμη;
3.	Τα Μαθήματα Φυσικής σας βοηθάνε στις απαραίτητες δεξιότητες για καλές επιδόσεις σε όλα τα μαθήματα;
4.	Καλοί μαθητές στη Φυσική αναγνωρίζουν την αξία της.
5.	Η επιτυχία σε μια Σχολή για την Πληροφορική, το Πολυτεχνείο, και τα Ιατρικά τμήματα εξαρτάται εν μέρει από τον βαθμό στη Φυσική.
6.	Η πολυπλοκότητα της Φυσικής αναπτύσσει ικανότητες σκέψης.
7.	Η αγορά εργασίας για άτομα με ικανότητες στη Φυσική είναι ισχυρή.
8.	Αν κατανοήσουμε τη Φυσική μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα την πολιτική, την ιστορία, και τον πολιτισμό.
9.	Η Φυσική προσφέρει μια βαθιά και μοναδική προοπτική από μόνη της;
10.	Επηρεάζει τη Φυσική η τέχνη; (και το αντίθετο)

Πίνακας 1. 10 λόγοι που η Φυσική αξίζει να διδάσκεται

- **Κουίζ γνώσεων με θέμα: «Ο Πολιτιστικός και οικονομικός αντίκτυπος της Φυσικής».**

Ο ρόλος του ερωτηματολογίου ήταν περισσότερο για να δημιουργηθεί ένα κλίμα συνεργασίας και λιγότερο να μελετηθούν κάποια συμπεράσματα. Γι αυτό και δινόταν βοήθεια στους μαθητές σε απορίες τους για ονόματα ή άλλες έννοιες που δεν γνώριζαν. Για τους λόγους αυτούς δεν υπήρχε λόγος να σχολιαστούν τα αποτελέσματα. Πόσο βαθιά έχει επηρεάσει η Φυσική τον πολιτισμό και την οικονομία μας; Οι μαθητές λένε την άποψή τους (υπογραμμίζονται οι σωστές απαντήσεις):

1.	**Ποιο από τα παρακάτω άτομα ονομάστηκε ως πρόσωπο του 20ου αιώνα από το περιοδικό Time;** α) Franklin Roosevelt β) Μαχάτμα Γκάντι γ) Αδόλφος Χίτλερ δ) Αλβέρτος Αϊνστάιν
2.	**Ποιο μάθημα έχει μεγαλύτερο συντελεστή βαρύτητας στις Πανελλήνιες εξετάσεις στην Τεχνολογική κατεύθυνση**; α) Βιολογία β) Χημεία γ) Φυσική δ) Μαθηματικά ε) κανένα από τα παραπάνω
3.	**Ποια από τις παρακάτω όρους στην καθημερινή γλώσσα προέρχεται από τη Φυσική.** α) Κβάντωση ενέργειας β) ελεύθερη πτώση γ) συντονισμός δ) να είναι στο ίδιο μήκος κύματος ε) όλες οι απαντήσεις
4.	**Ποιός διάσημος καλλιτέχνης ανέπτυξε μια κυματική θεωρία για το φως, πριν να αναπτυχθεί από τους φυσικούς;** α) Βαν Γκογκ β) Ρέμπραντ γ) Leonardo da Vinci δ) Michelangelo
5.	**Γνωρίζεται κάποιο λογοτεχνικό έργο, μουσικό έργο, κινηματογραφικό έργο, ή άλλης μορφής τέχνης που να είναι επηρεασμένο από τις ιδιότητες του φωτός:** Απάντηση: ..... (π.χ. Η αυτοβιογραφία του φωτός)
6.	**Ένας Φυσικός με μεταπτυχιακή εκπαίδευση μπορεί να ασχοληθεί;** α) Ως Μηχανικός β) Σε ιατρικά επαγγέλματα γ) Στην αστρονομία δ) Σε όλα τα παραπάνω
7.	**Ποια από τις παρακάτω εφευρέσεις προέρχεται από τη Φυσική;** α) Τηλεόραση β) Κλιματισμός γ) Τα αυτοκίνητα δ) Υπολογιστές ε) Όλες οι απαντήσεις
8.	**Ο Benjamin Franklin (17/1/1706 – 17/4/1790) ήταν ένας από τους εθνοπατέρες των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Στην Ευρώπη είναι γνωστός ως:** α) Πολιτικός β) Συγγραφέας γ) Ρομαντικός δ) Φυσικός
9.	**Ποια από τις παρακάτω μορφές τέχνης δεν θα υπήρχε αν δεν ήταν γνωστή για τους Φυσικούς η αντίστοιχη τεχνολογία;** α) φωτογραφία β) ηχογραφημένη μουσική γ) ταινίες δ) όλες τις απαντήσεις
10.	**«Οι δαπάνες για τις βασικές επιστήμες της Φυσικής οδηγούν συχνά σε ανακαλύψεις με τεράστια οικονομική και πρακτική σημασία, γι αυτό η Φυσική είναι άκρως επικερδής» Συμφωνείτε;** ΝΑΙ-ΟΧΙ

Πίνακας 2. Κουίζ γενικών γνώσεων με τον πολιτιστικό και οικονομικό ρόλο της Φυσικής

- **Ερωτηματολόγιο άποψης**

Στη επόμενη ώρα και στο τελευταίο 15λεπτο ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο άποψης. Όλες οι ερωτήσεις ήταν στα πλαίσια του μαθήματος της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και περιελάμβαναν και κάποιες ερωτήσεις από άγνωστα αντικείμενα σε μερικούς μαθητές. Ήταν ευκαιρία να ενημερωθούν οι μαθητές, και ο καθηγητής να διαπιστώσει το επίπεδο γνώσης τους. Παραθέτω μία-μια την ερώτηση και από κάτω οι απαντήσεις που δόθηκαν ανά τάξη. Στην Γ' Γυμνασίου κάποιες ερωτήσεις δεν δόθηκαν.

1. Ποιός από τους παρακάτω λόγους πιστεύεις ότι είναι ο πιο σημαντικός που αξίζει να διδάσκετε η Φυσική στο Γυμνάσιο-Λύκειο: Α) Επειδή είναι απαραίτητη στις περισσότερες Επιστήμες Β) Επειδή οξύνει το νου και βοηθάει στην κριτική σκέψη Γ) Επειδή περιέχει αρχές που όλοι πρέπει να γνωρίζουμε Δ) επειδή με τη γνώση της Φυσικής κατανοούμε καλύτερα και τα άλλα αντίστοιχα μαθήματα (Βιολογία, Χημεία, Μαθηματικά, Πληροφορική) Ε) Άλλο:
2. Πιστεύεις ότι πρέπει να διδάσκεται η Φυσική και στην Α' Γυμνασίου; ΝΑΙ ... ΟΧΙ ....
3. Στην Φυσική κατανοείς καλύτερα (υπογράμμισε τη απάντησή σου): α) Τη θεωρία, β) Τους τύπους και τις ασκήσεις γ) Και τα δύο δ) Κανένα από τα δύο
4. Με το πρότζεκτ (project) ο μαθητής μαθαίνει να ερευνά και να ανακαλύπτει. Θα προτιμούσατε τα θέματα να έχουν σχέση με Φυσικές Επιστήμες (π.χ. νερό και κίνηση, Μορφές ενέργειας, Μηχανική, εφευρέσεις και πειράματα, αστρονομία, ηλεκτρισμός κλπ) : ΝΑΙ ... ΟΧΙ .... (Οι μαθητές ήταν όλων των κατευθύνσεων. Στην Γ' Γυμνασίου δεν δόθηκε αυτή η ερώτηση διότι δεν έχουν γνώση για το project).
5. Βάλε σε σειρά προτεραιότητας τις παρακάτω ενότητες ξεκινώντας μ' αυτήν που σ' ενδιαφέρει περισσότερο (π.χ. Η-Ζ-Α-ΣΤ-Β-Ε-Δ-Γ): Α. Ηλεκτρισμός/Μαγνητισμός, Β. Ταλαντώσεις, Γ. Θερμοδυναμική, Δ. Κινήσεις, Ε. Ενέργεια, ΣΤ. Πυρηνική Φυσική, Ζ. Οπτική, Η. Αστρονομία. (Η ερώτηση δεν δόθηκε σε μαθητές Γ' Γυμνασίου).
6. Σε ποιό από τα παρακάτω πιστεύεις ότι αξίζει κάποιος να έχει βασικές γνώσεις διότι ίσως του χρειαστούν στη ζωή του (υπογράμμισε τη απάντησή σου); Α) Αστρονομία, Β) Σεισμολογία, Γ) Μετεωρολογία Δ) Διαστημική Ε) Ορυκτολογία ΣΤ) Ηλεκτρικά-Ηλεκτρονικά κυκλώματα
7. Το βιβλίο της Φυσικής το θεωρείς επαρκές για να κατανοήσεις την ενότητα στην οποία αναφέρεται;
8. Ποιό από τα παρακάτω σε δυσκολεύει περισσότερο στη λύση ασκήσεων στη Φυσική (υπογράμμισε τη απάντησή σου): Α) Οι πράξεις με τις εξισώσεις Β) Η μετατροπή μονάδων και πότε χρειάζεται Γ) Η χρήση του κατάλληλου τύπου Δ) Ο τρόπος ή η μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί για να λυθεί η άσκηση.
9. Γράφεις ή κατανοείς αργά; Δεν προλαβαίνεις να ολοκληρώσεις τις γραπτές εργασίες στη σχολική τάξη (π.χ ένα διαγώνισμα ή ένα φύλλο εργασίας στο εργαστήριο); ΝΑΙ …… ΟΧΙ …..
10. Όταν μελετάς Φυσική πόση ώρα συνεχόμενα θα μπορούσες να απασχοληθείς, με μικρά 5λεπτα διαλλείματα ανά ώρα, χωρίς να σταματήσεις (υπογράμμισε τη απάντησή σου): Α) 15 λεπτά, Β) Μισή ώρα Γ) Μία ώρα Δ) Δύο ώρες Ε) Πάνω από 2 ώρες

Πίνακας 3. Ερωτηματολόγιο άποψης για το μάθημα της Φυσικής

- **Ελεύθερη αξιολόγηση για το πως βλέπουν οι μαθητές να γίνεται πιο ευχάριστο το μάθημα της Φυσικής και των αιτιών που δυσκολεύουν την κατανόηση του μαθήματος της Φυσικής στην τάξη.**

Σ' αυτή τη φάση, που είναι σημαντική, οι μαθητές καλούνται μόνοι τους να αξιολογήσουν τι θέλουν από το μάθημα. Πήραν μέρος 3 τμήματα μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου, Α΄ και Β΄ Λυκείου. Το κάθε τμήμα (πάνω από 20 μαθητές) χωρίστηκε σε 5 ομάδες (π.χ. Α τμήμα Α1-Α5), τυχαία. Οι τάξεις των μαθητών είχαν τηλεοράσεις 32'' με σύνδεση USB και HDMI και εφαρμόστηκε από τον καθηγητή Φυσικής χρήση βίντεο και διαδραστικών εφαρμογών σε προηγούμενο χρόνο. Επίσης τα σχολεία διέθεταν πλήρες και τακτοποιημένο εργαστήριο Φυσικής και οι μαθητές επισκέπτονταν το εργαστήριο κατά μέσο όρο μία με δύο φορές το μήνα.

Κάθε ομάδα καλούνταν να συμπληρώσει στην παρακάτω φόρμα:

Α. Έξι τρόπους για να γίνει η Φυσική πιο ευχάριστη στην τάξη

Β. Έξι λόγους που η Φυσική δυσκολεύει τους μαθητές.

Κάθε ομάδα στη συνέχεια βαθμολόγησε τις επιλογές της στην αντίστοιχη στήλη από το 1 μέχρι το 6 μοναδικά και για κάθε τομέα ξεχωριστά. Βαθμό 6 έδινε στην θέση που θεωρούσε πιο σημαντική

Α. ΕΞΙ ΤΡΟΠΟΙ ΓΙΑ ΝΑ ΓΙΝΕΙ Η ΦΥΣΙΚΗ ΠΙΟ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ	Α1	Α2	Α3	Α4	Α5	Σύνολο
Επιλογή ομάδας Κ1	5					
Επιλογή ομάδας Κ2	3					
Επιλογή ομάδας Κ3	1					
Επιλογή ομάδας Κ4	4					

Επιλογή ομάδας Κ5	6					
Επιλογή ομάδας Κ6	2					
Β. ΕΞΙ ΛΟΓΟΙ ΠΟΥ ΜΕ ΔΥΣΚΟΛΕΥΕΙ Η ΦΥΣΙΚΗ						
Επιλογή ομάδας Λ1	3					
Επιλογή ομάδας Λ2	4					
Επιλογή ομάδας Λ3	1					
Επιλογή ομάδας Λ4	2					
Επιλογή ομάδας Λ5	6					
Επιλογή ομάδας Λ6	5					

Πίνακας 4. Παράδειγμα φόρμας όπως δόθηκε στους μαθητές

Στην συνέχεια και αφού διαφυλάχθηκε το απόρρητο των επιλογών που έβαλε η κάθε ομάδα, το κάθε φύλλο έρευνας δόθηκε κυκλικά και στις άλλες ομάδες για βαθμολόγηση. Στο τέλος βγήκε η συγκεντρωτική βαθμολογία για τις επιλογές της κάθε ομάδας.

Αφού συγκεντρώθηκαν σε άλλο φύλλο έρευνας όλες οι επιλογές που δόθηκαν από τις ομάδες (μερικές ήταν αλληλεπικαλυπτόμενες) έγινε η ίδια έρευνα και σε άλλα δύο τμήματα (Β' Λυκείου Β1-Β5 και Γ΄ Γυμνασίου Γ1-Γ5) πάλι με τις 6 πιο σημαντικές επιλογές. (βλ. Γραφείο ιδεών σελ. 133, Φλογαΐτη Ευγ. 2012, Βιβλ. αρ.8)

- **Οργανώθηκε μια μέθοδος διδασκαλίας με τίτλο: «Ο μαθητής έχει το λόγο», στην οποία οι μαθητές παραδίδουν το μάθημα από ενότητες που έμαθαν.**

Είναι μια μέθοδος διδασκαλίας που την ζήτησαν οι ίδιοι οι μαθητές. Κατά τη μέθοδο αυτή όταν τελειώνει ένα ή δύο κεφάλαια στη Φυσική και οι μαθητές πιστεύουν ότι τα έχουν καταλάβει, καλούνται όποιοι θέλουν να τα παρουσιάσουν στην τάξη ως εξής:

Χωρίζονται σε ζευγάρια και επιλέγουν μία ενότητα. Τους δίνεται χρόνος προετοιμασίας στο σπίτι. Ο πρώτος μαθητής παρουσιάζει στην τάξη την θεωρία της ενότητας με το δικό του τρόπο για 10'-15' λεπτά και ο δεύτερος μαθητής μια ή δύο ασκήσεις για άλλα 10'-15' λεπτά. Επιτρέπεται από τον μαθητή η χρήση βιβλίων ή άλλων σημειώσεων και εποπτικών μέσων που τον διευκολύνουν. Στην συνέχεια γίνονται ερωτήσεις από τους υπόλοιπους μαθητές. Φυσικά από πριν συμφωνούνται οι κανόνες συμπεριφοράς.

Η μέθοδος αυτή βασίστηκε στο κίνημα της αυθεντικής αξιολόγησης, που είναι απότοκο τριών κινημάτων (το πρώτο είναι «το κίνημα του κοινωνικού εποικοδομισμού» (social constructivism) (βλ. σχετικά Vygotsky, 1988· βιβλ. αρ.7), το δεύτερο είναι «το κίνημα της κριτικής σκέψης», και το τρίτο είναι «το κίνημα για την ολιστική προσέγγιση της γνώσης», για παράδειγμα, Wineburg και Grossman, 2000), και υποστηρίζει, μεταξύ των άλλων, ότι η αξιολόγηση (α) αποτελεί συνευθύνη δασκάλου και μαθητών και (β) ότι πρέπει να αποβλέπει στην αποτίμηση τόσο των γνώσεων του μαθητή όσο και των ικανοτήτων του να αξιοποιεί τις γνώσεις του σε πραγματικές καταστάσεις. (βλ. Βιβλ. αρ.10)

Επίσης για να δημιουργηθεί το απαιτούμενο θάρρος προβλήθηκε το βίντεο με τίτλο: «Ο Κεν Ρόμπινσον μιλά για το σχολείο που σκοτώνει τη δημιουργικότητα». Σ' αυτό το βίντεο ο Σερ Κεν Ρόμπινσον κάνει μια διασκεδαστική και έντονα συγκινητική πρόταση για τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού συστήματος που να γαλουχεί (αντί να υπονομεύει) τη δημιουργικότητα. (βλ. Διαδίκτυο αρ.1).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα αναλύονται ξεχωριστά για κάθε ενότητα της μεθοδολογίας.

- Στο κουίζ γνώσεων οι μαθητές είχαν μια δυσκολία να απαντήσουν σωστά και στην 5η ερώτηση για τίτλο μιας μορφής τέχνης που έχει σχέση με το φως όλες οι απαντήσεις είχαν σχέση με τραγούδια.

-Στο ερωτηματολόγιο άποψης δόθηκαν οι παρακάτω απαντήσεις:

ΤΑΞΗ	Α	%	Β	%	Γ	%	Δ	%	Ε	%
Γ' Γυμνασίου	19	18,6%	26	25,5%	26	25,5%	31	30,4%	0	0,0%
Α' Λυκείου	33	26,4%	13	10,4%	66	52,8%	13	10,4%	0	0,0%
Β' Λυκείου	46	37,7%	11	9,0%	22	18,0%	17	13,9%	26	21,3%
ΣΥΝΟΛΟ	98	28,1%	50	14,3%	**114**	**32,7%**	61	17,5%	26	7,4%

Πίνακας 5. Απαντήσεις στην ερώτηση 1 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

ΤΑΞΗ	ΝΑΙ	ΠΟΣΟΣΤΟ	ΟΧΙ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Γ' Γυμνασίου	76	74,5%	26	25,5%
Α' Λυκείου	89	71,2%	36	28,8%
Β' Λυκείου	37	30,3%	85	69,7%
ΣΥΝΟΛΟ	202	**57,9%**	147	42,1%

Πίνακας 6. Απαντήσεις στην ερώτηση 2 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

Παρατηρούμε ότι οι μαθητές της Β' Λυκείου που πλέον είναι σε τροχιά Πανελληνίων δεν συμφωνούν να διδάσκεται η Φυσική στην Α' Λυκείου.

ΤΑΞΗ	Α	%	Β	%	Γ	%	Δ	%	ΔΕΝ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΑΝ	%
Γ' Γυμνασίου	32	31,4%	30	29,4%	21	20,6%	18	17,6%	1	1,0%
Α' Λυκείου	47	37,6%	26	20,8%	31	24,8%	21	16,8%	0	0,0%
Β' Λυκείου	37	30,3%	24	19,7%	37	30,3%	24	19,7%	0	0,0%
ΣΥΝΟΛΟ	116	33,2%	80	22,9%	89	25,5%	63	18,1%	1	0,3%

Πίνακας 7. Απαντήσεις στην ερώτηση 3 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

Οι μαθητές δηλώνουν ότι κατανοούν την θεωρία και λιγότερο τις ασκήσεις. Μήπως δεν υπάρχουν οι μηχανισμοί να κατανοήσουν την μέθοδο λύσης των ασκήσεων; Μήπως τα σχολικά εγχειρίδια δεν δίνουν σαφείς τρόπους σκέψης; Μήπως τα παιδιά δεν λύνουν πολλές ασκήσεις επειδή δεν έχει το σχολικό βιβλίο ή επειδή δεν υπάρχει κάποιος να τους πει ποιές πρέπει να λύνουν;

ΤΑΞΗ	ΝΑΙ	%	ΟΧΙ	%
Α' Λυκείου	92	73,6%	33	26,4%
Β' Λυκείου	65	53,3%	57	46,7%
ΣΥΝΟΛΟ	157	63,6%	90	36,4%

Πίνακας 8. Απαντήσεις στην ερώτηση 4 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

Στην Α' Λυκείου υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για ερευνητικές εργασίες στις Φυσικές Επιστήμες. Στην Β' Λυκείου οι μαθητές πλέον ψηφίζουν ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολουθούν.

Α ΛΥΚΕΙΟΥ	**1ο**	**2ο**	**3ο**	**4ο**	**5ο**	**6ο**	**7ο**	**8ο**
Ηλεκτρισμός/Μαγνητισμός	**28**	11	23	23	11	6	3	9
Ταλαντώσεις	11	7	6	28	28	6	53	4
Θερμοδυναμική	0	4	6	17	23	17	14	42
Κινήσεις	**28**	45	11	31	6	5	2	4
Ενέργεια	**40**	39	11	5	17	3	5	3
Πυρηνική Φυσική	0	2	17	11	6	40	22	25
Οπτική	6	8	40	9	11	28	6	6
Αστρονομία	11	8	11	0	23	21	20	32
Β ΛΥΚΕΙΟΥ	**1ο**	**2ο**	**3ο**	**4ο**	**5ο**	**6ο**	**7ο**	**8ο**
Ηλεκτρισμός/Μαγνητισμός	12	37	37	18	6	6	6	6
Ταλαντώσεις	**18**	6	18	12	31	0	31	6
Θερμοδυναμική	0	12	12	12	31	43	12	12
Κινήσεις	**43**	10	24	12	6	6	6	6
Ενέργεια	**24**	37	7	31	12	6	12	6
Πυρηνική Φυσική	6	8	5	18	12	37	0	37
Οπτική	6	6	6	12	18	24	18	12
Αστρονομία	12	6	12	6	6	0	37	37

Πίνακας 9. Ποιές ενότητες της Φυσικής ενδιαφέρουν τους μαθητές.

Παρατηρήθηκε μια πολλή μεγάλη προτίμηση σε Ηλεκτρικά-Ηλεκτρονικά κυκλώματα. Μήπως οι μαθητές δίνουν περισσότερη σημασία σε ότι είναι καθημερινό;

ΤΑΞΗ	ΝΑΙ	%	ΟΧΙ	%
Α' Λυκείου	44	35,8%	79	64,2%
Β' Λυκείου	22	18,0%	100	82,0%
ΣΥΝΟΛΟ	66	26,9%	179	73,1%

Πίνακας 10. Απαντήσεις στην ερώτηση 7 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

Οι μαθητές πιστεύουν ότι το βιβλίο της Φυσικής στην Α' και Β' Λυκείου είναι ανεπαρκές. Κάποιοι μαθητές συμπλήρωσαν ότι το βιβλίο το θεωρούν ακαταλαβίστικο.

ΤΑΞΗ	Α	%	Β	%	Γ	%	Δ	%
Γ' Γυμνασίου	5	4,9%	11	10,8%	38	37,3%	48	47,1%
Α' Λυκείου	0	0,0%	17	13,5%	44	34,9%	65	51,6%
Β' Λυκείου	20	16,5%	23	19,0%	26	21,5%	52	43,0%
ΣΥΝΟΛΟ	25	7,2%	51	14,6%	108	30,9%	**165**	**47,3%**

Πίνακας 11. Απαντήσεις στην ερώτηση 8 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

Οι μαθητές αν και γνωρίζουν τους τύπους συνήθως δυσκολεύονται να τους χρησιμοποιήσουν σωστά, διότι δεν έχουν εμπειρία στην μεθοδολογία λύσης των ασκήσεων.

ΤΑΞΗ	ΝΑΙ	%	ΟΧΙ	%
Γ' Γυμνασίου	31	30,4%	71	69,6%
Α' Λυκείου	28	22,4%	97	77,6%
Β' Λυκείου	23	18,9%	99	81,1%
ΣΥΝΟΛΟ	82	23,5%	267	76,5%

Πίνακας 12. Απαντήσεις στην ερώτηση 9 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

Είναι ένα φαινόμενο που ακούμε συχνά από τους μαθητές ότι δεν καταφέρνουν να ολοκληρώσουν ένα διαγώνισμα ή μετρήσεις σε μια εργαστηριακή άσκηση.

ΤΑΞΗ	Α	%	Β	%	Γ	%	Δ	%	Ε	%
Γ' Γυμνασίου	11	10,8%	**43**	**42,2%**	23	22,5%	19	18,6%	6	5,9%
Α' Λυκείου	17	13,6%	**45**	**36,0%**	29	23,2%	28	22,4%	6	4,8%
Β' Λυκείου	**41**	**33,6%**	14	11,5%	9	7,4%	35	28,7%	23	18,9%
ΣΥΝΟΛΟ	69	19,8%	**102**	**29,2%**	61	17,5%	82	23,5%	35	10,0%

Πίνακας 13. Απαντήσεις στην ερώτηση 10 (βλέπε ερωτηματολόγιο άποψης)

Παρατηρείται ότι γενικά οι μαθητές δεν μπορούν ή δεν έχουν χρόνο να αφιερώσουν περισσότερο από μισή ώρα (49%) στο διάβασμα της Φυσικής. Το άλλο που επισημάνθηκε ότι στην Β΄Λυκείου υπάρχουν αρκετοί μαθητές που δεν ασχολούνται πάνω από 15 λεπτά (33%) και μαθητές που αφιερώνουν πάνω από μία ώρα (48%). Μήπως εξαιτίας του διαχωρισμού τους σε κατευθύνσεις;

Τα αποτελέσματα για την ενότητα της ελεύθερης αξιολόγησης δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

6 τρόποι για να γίνει η Φυσική πιο ευχάριστη στην τάξη	**Συχν**	**Α1**	**Α2**	**Α3**	**Α4**	**Α5**	**Β1**	**Β2**	**Β3**	**Β4**	**Β5**	**Γ1**	**Γ2**	**Γ3**	**Γ4**	**Γ5**	**Σύνολο**
Πιο συχνή επίσκεψη στο εργαστήρι Φυσικής	**12**		24		29	18	26	23	22	21	18	21	18	25	19		**264**
Για καλύτερη κατανόηση να υπάρχει και βίντεο	**11**	17	16		19	15		22	19	19	15	19			15	23	**199**
Να μην υπάρχει κακή βαθμολογία και η βάση του 10	**10**	25	15	23			13	19		12	20		21	18	20		**186**
Οι ασκήσεις να είναι πιο εύκολες ή πιο λίγες	**7**	13	14			10	20				16			20		20	**113**
Λιγότεροι και πιο κατανοητοί τύποι	**7**	15			13		16			21		13			16	10	**104**
Χρήση Η/Υ και βιντεοπροτζέκτορα	**6**		16		20			13			21	18				16	**104**
Οι ασκήσεις να γίνονται μόνο στο Σχολείο	**5**			25				11	17			25		19			**97**
Να συνδυαστεί η Φυσική με παιχνίδια που αφορούν τη Φυσική	**5**			11	19				18	22			23				**93**
Επίσκεψη σε Πανεπιστημιακά εργαστήρια για πειράματα	**6**	16				20				10	15			16	12		**89**
Να μην γίνεται το μάθημα μόνο με το βιβλίο αλλά και διαδραστικά	**5**			21			21		13				14			15	**84**
Εκδρομές στη φύση	**4**					23			16				18		23		**80**
Να γίνεται το μάθημα και εκτός τάξης π.χ. στο προάυλιο	**4**			16	5			17					11				**49**
Το μάθημα να γίνεται με ομαδικές εργασίες	**3**		20											7		21	**48**
Να γίνονται μικρά διαλείμματα κάνοντας Επιστημονικό χιούμορ	**2**	19					9										**28**

Να μη υπάρχουν γραπτά διαγωνίσματα	**1**					19											**19**
Μάθημα τηλεδιάσκεψης με άλλα σχολεία, Πανεπιστήμια	**2**			9								9					**18**
6 λόγοι που με δυσκολεύει η Φυσική	**Συχν**	**Α1**	**Α2**	**Α3**	**Α4**	**Α5**	**Β1**	**Β2**	**Β3**	**Β4**	**Β5**	**Γ1**	**Γ2**	**Γ3**	**Γ4**	**Γ5**	**Σύν**
Κακογραμμένο βιβλίο	**12**	29		26	15	12	26	23	22	21	18	11		25	19		**247**
Δύσκολη κατανόηση των ορισμών και τύπων	**11**	19	20		18	19		22	19	19		19		18	15	20	**208**
Φασαρία στην τάξη	**10**	12	17	15	25		13	19		12	20		21		20		**174**
Γίνονται πολλές ασκήσεις και δεν προλαβαίνουμε να τις αφομοιώσουμε	**7**		16		14	24	20				16			20		20	**130**
Υπερβολική ύλη	**8**		20	11		20				10	15			16	12	16	**120**
Σύνθετες ασκήσεις	**6**	16	18					13			21	18				22	**108**
Δεν γίνονται πολλές ασκήσεις και παραδείγματα	**6**			11		19			18	22			23			13	**106**
Γίνεται λίγες ώρες το μάθημα της φυσικής και δεν είναι αρκετό	**6**			24			16			21		13			16	14	**104**
Δύσκολα διαγωνίσματα-πολύ ύλη στα διαγωνίσματα	**5**				23			11	17			25		19			**95**
Υπάρχουν πολλοί ορισμοί	**4**	20							16				19		23		**78**
Υπάρχουν κενά σε προαπαιτούμενες γνώσεις από προηγούμενες τάξεις	**4**			18			21		13				15				**67**
Δεν γίνονται πολλά πειράματα και είναι δύσκολη η κατανόηση της θεωρίας	**3**		14					17					11				**42**
Δεν τα λέει καλά ο καθηγητής	**3**					11						19		7			**37**
Διαφορετικό επίπεδο μαθητών	**3**				10		9				15						**34**
Μικρά θρανία	**2**	9											16				**25**

Πίνακας 14. Τι θέλουν οι μαθητές να εφαρμόζεται στη πράξη και οι δυσκολίες του μαθήματος της Φυσικής.

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων καταγράφηκαν όλες οι επιλογές των ομάδων και ομαδοποιήθηκαν οι αλληλεπικαλυπτόμενες. Καταγράφηκε η συχνότητα που απαντήθηκε η κάθε επιλογή και η βαθμολογία που πήρε από όλες τις ομάδες που την ψήφιζαν. Επίσης αθροίστηκε η συνολική βαθμολογία κάθε επιλογής από όλα τα τμήματα που την πρότειναν. Έτσι βγήκαν οι τρεις πρώτες προτιμήσεις για κάθε σκέλος των επιλογών. Αξίζει εδώ να σημειωθεί η μεγάλη διαφορά σε συχνότητα και βαθμολογία που έχουν οι πρώτες επιλογές σε σχέση με τις τελευταίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα της συζήτησης από την πρώτη ενότητα για τους λόγους που πρέπει όλοι οι μαθητές να κάνουν Φυσική στο σχολείο είναι τα εξής:

Η πιο σύγχρονη τεχνολογία προϋποθέτει Φυσική;

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Οποιαδήποτε τεχνολογία που έχει σχέση με ηλεκτρισμό, μαγνητισμό, ισχύ, πίεσης, θερμότητα, φως, ενέργεια, ήχο, οπτικά συστήματα, κλπ. προέρχεται από Φυσική. Παρόλο που οι βασικές γνώσεις που απαιτούνται για τα προϊόντα όπως λιπάσματα, φάρμακα, πλαστικές και χημικές ουσίες προέρχεται από χημεία και βιολογία, αυτά τα στοιχεία πρέπει τελικά να κατασκευάζονται και οι κατασκευαστικές εταιρείες χρησιμοποιούν τεχνολογία που στηρίζεται στους νόμους της Φυσική.

Η κατανόηση της Φυσικής οδηγεί σε μια καλύτερη κατανόηση του κόσμου μας, πολύ περισσότερο από κάθε άλλη επιστήμη;

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Η Φυσική είναι η πιο βασική επιστήμη και σε πολλές περιπτώσεις είναι απαραίτητη, προκειμένου να κατανοήσουμε έννοιες σε άλλες επιστήμες. Η Φυσική ακονίζει την επιδεξιότητα στην εκτέλεση πειραμάτων, όπως κάνει η Βιολογία και η Χημεία. Σαν τεχνολογία, σχεδόν όλοι οι κλάδοι της επιστήμης περιλαμβάνουν τουλάχιστον ορισμένες έννοιες της Φυσικής.

Τα Μαθήματα Φυσικής σας βοηθάνε στις απαραίτητες δεξιότητες για καλές επιδόσεις σε όλα τα μαθήματα;

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Οι απόψεις είναι συγκρουόμενες. Γενικά δεν υποστηρίζεται η άποψη. Παρόλα αυτά η Φυσική όλων των τάξεων παρέχει πρακτική τόσο στην άλγεβρα όσο και στη γεωμετρία. Οι περισσότεροι τύποι των μαθηματικών χρησιμοποιούνται από τη Φυσική. Ωστόσο, η Φυσική δεν είναι μόνο μαθηματικά. Στις εργασίες με προβλήματα Φυσικής, οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να διαβάσουν και να κατανοήσουν σύντομες έννοιες που αναφέρονται για την επίλυση προβλημάτων και μεθόδων επίλυσης. Η Φυσική συμβάλλει στην ανάπτυξη τόσο μαθηματικών αλλά και λεκτικών ικανοτήτων.

Καλοί μαθητές στη Φυσική αναγνωρίζουν την αξία της.

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Εδώ οι μαθητές που φαίνεται ότι κατανοούν περισσότερο τις Φυσικές Επιστήμες δήλωσαν ότι συνήθως προτιμούν επιστήμες που θεωρούνται δύσκολες από τους άλλους μαθητές (π.χ Ιατρική, Φυσικό, Πολυτεχνείο) και πρακτικά όλες αυτές οι Επιστήμες περιέχουν κάποιο κλάδο Φυσικής. Πιστεύουν ότι είναι σχετικά εύκολο να επιτύχουν υψηλό βαθμό, σε μια σχολή που έχει πολλά εργαστήρια.

Η επιτυχία σε μια Σχολή για την Πληροφορική, το Πολυτεχνείο, και τα Ιατρικά τμήματα εξαρτάται εν μέρει από τον βαθμό στη Φυσική.

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Η Φυσική είναι αναγκαία όλων αυτών των επιστημών. Και στο Πολυτεχνείο σε μεγάλο βαθμό εφαρμόζουν γνώσεις από τη Φυσική. Ιατρικά τμήματα συνήθως πρέπει να περιλαμβάνουν το μάθημα της Φυσικής σε όλες τις τάξεις! Αναφέρθηκαν μελέτες (Βιβλ.1,3) που δείχνουν ότι μια υψηλή βαθμολογία στη Φυσική του Λυκείου βοηθά σημαντικά στη μείωση του ποσοστού αποτυχίας στις εξετάσεις. Οι ίδιοι οι φοιτητές συνήθως αναφέρουν ότι στο Λύκειο η Φυσική είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην ικανότητα τους να διαχειριστούν το ανώτερο επίπεδο Φυσικής στο Πανεπιστήμιο.

Οι πολυπλοκότητα της Φυσικής αναπτύσσει ικανότητες σκέψης.

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Η Φυσική είναι ένα εγκεφαλικό μάθημα που απαιτεί οι μαθητές να χρησιμοποιούν και το δεξιό και το αριστερό μέρος του εγκεφάλου για να μεταφράσει πολύπλοκες προφορικές πληροφορίες μέσα σε εικόνες και τέλος σε μαθηματικά μοντέλα, προκειμένου να επιλυθούν τα προβλήματα. Επίσης, η Φυσική απαιτεί από τους μαθητές να αναπτύξουν υψηλότερο επίπεδο σκέψης--μια χρήσιμη δεξιότητα σε κάθε προσπάθεια.

Η αγορά εργασίας για άτομα με ικανότητες στη Φυσική είναι ισχυρή.

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Οι μηχανικοί χρειάζονται φυσικούς με ειδικότητες σε διάφορους τομείς. Η γνώση της Φυσικής αποτελεί προϋπόθεση για πολλές μορφές απασχόλησης.

Αν κατανοήσουμε τη Φυσική μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα την πολιτική, την ιστορία, και τον πολιτισμό.

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Συζητήθηκαν θέματα υπερθέρμανσης του πλανήτη, και η προσφορά και η χρήση της ενέργειας. Το θέμα της ενέργειας, αναπτύχθηκε κάνοντας ιστορική αναδρομή από τους πρωτόγονους ακόμα πολιτισμούς. Το τόξο και τα βέλη, όπως αναφέρθηκε, είχε μεταβάλει ριζικά την αποτελεσματικότητα του κυνηγιού και του πολέμου, δίνοντας στους ανθρώπους μια συσκευή όπου αποθηκεύεται ενέργεια, που απελευθερώνεται στη συνέχεια ξαφνικά ως ένα θανατηφόρο βλήμα. Αλλαγές στη χρήση της ενέργειας και την παραγωγή της, δημιούργησαν τη βιομηχανική επανάσταση το 1800 και μπήκε σε όλα τα είδη των εφευρέσεων από τις μηχανές εσωτερικής καύσης μέχρι τις ηλεκτρικές συσκευές. Ακόμα και η πυρηνική έκρηξη της ατομικής βόμβας εφευρέθηκε και ενεργοποιήθηκε από τους Φυσικούς. Όλες αυτές οι εφευρέσεις της Φυσικής Επιστήμης άλλαξαν την ιστορία του κόσμου και τον τρόπο που ζούμε.

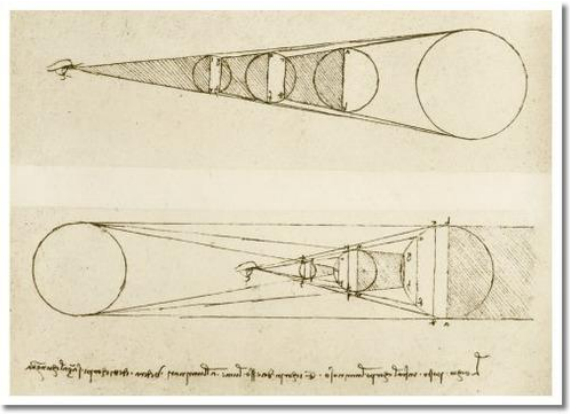
Η Φυσική προσφέρει μια βαθιά και μοναδική προοπτική από μόνη της;

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Από τα παραπάνω είναι κατανοητό ότι δεν υπάρχει κανένας άλλος τομέας σπουδών με τόση δικτύωση αντικειμένων.

Επηρεάζει τη Φυσική η τέχνη; (και το αντίθετο)

Συμπεράσματα από τη συζήτηση: Ναι! Αναφέρθηκαν διάφορα γεγονότα που το αποδεικνύουν: Ο Αϊνστάιν έπαιζε βιολί. Ο Richard Feynman (βλ. βιβλ. 6) (νικητής 1965 του Βραβείου Νόμπελ Φυσικής) έπαιζε τα τύμπανα bongo, συνέθετε μουσική, και έκανε ένα ατομικό show τέχνης. Ο Ρώσος φυσικός Léon Theremin (βλ. βιβλ. 4) ανακάλυψε ένα από τα πρώτα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα, το Theremin. Εμπνευσμένο από το Δρ Robert Moog (PhD στη Φυσική μηχανική) έκανε επανάσταση την ηλεκτρονική μουσική με την εφεύρεση του Moog, το synthesizer. Ο Leonardo da Vinci, ανέπτυξε μια θεωρία της σχέσης φωτός με σκιά με βάση οπτικές παρατηρήσεις ως καλλιτέχνης. Ο όρος Φυσική κουάρκ και boojaum ήρθε από τα λογοτεχνικά έργα του Τζέιμς Τζόις (Η ονομασία αυτή προέρχεται από την πρόταση "Three quarks for Muster Mark", η οποία συναντάται στο μυθιστόρημα Finnegans Wake (βλ. βιβλ. 5) (Αγρύπνια των Φίννεγκαν) του Ιρλανδού συγγραφέα και ποιητή Τζέημς Τζόυς και Κάρολ (Carroll) αντίστοιχα.

Εικόνα 1. Ο Einstein παίζει βιολί.



Εικόνα 2. Leonardo da Vinci: Σχέση ακτίνων φωτός με σκιά

Τα παραπάνω συμπεράσματα βοήθησαν τους μαθητές να κάνουν και τις δικιές τους διαπιστώσεις με αρκετή δόση χιούμορ:

- Το καλοκαίρι δεν χρειάζομαι ζυγαριά για να ζυγιστώ. Πέφτω στη μπανιέρα και βλέπω πόσο νερό χύθηκε στο πάτωμα του μπάνιου... Αλήθεια η μάνα μου γιατί φωνάζει;
- Όταν ήμουνα μικρός έκανα κρούσεις με τα αυτοκινητάκια. Αυτό με βοήθησε να καταλάβω την ορμή. Ελπίζω να τη διατηρήσω... και να την επεκτείνω.
- Ξέχασα να κάνω τις ασκήσεις λόγω κεκτημένης ταχύτητας που με κράταγε έξω από το σπίτι. Ελπίζω να μην είμαι τώρα σε ελεύθερη πτώση στη βαθμολογία.
- Λένε ότι η Φυσική μας βοηθάει και στο ποδόσφαιρο. Τότε γιατί ο Μέσι δεν είναι καθηγητής Πανεπιστημίου;...
- Μ' αρέσει η θεωρία της Σχετικότητας γιατί σχετίζεται με την ασχετοσύνη μου...
- Μ΄ αρέσει η Φυσική. Ανυπομονώ να μάθω πως γίνονται οι βόμβες...
- Νομίζω υπάρχει ένας Έλληνας που έχει αποδείξει ότι κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να ξεπεράσει και την ταχύτητα του φωτός. Πρέπει να ήταν πολύ καλός Φυσικός...

Από το ερωτηματολόγιο άποψης συμπεραίνουμε τα εξής:

- Οι μαθητές κατανοούν την αξία του μαθήματος και μάλιστα το προτιμούν και σαν θεματικό πεδίο στην διερευνητική εργασία στο Λύκειο. Δυσκολεύονται όμως περισσότερο στην θεωρία και κατ' επέκταση στις ασκήσεις θεωρώντας ότι δεν υπάρχει σωστή μεθοδολογία και καλογραμμένα βιβλία.
- Γενικά υποστηρίζεται η άποψη πως η Φυσική πρέπει να διδάσκεται και στην Α' Γυμνασίου αλλά στη Β' Λυκείου έχουν αντίθετη άποψη, κάτι που μπορεί να οφείλεται και στον αριθμό των μαθητών της θεωρητικής κατεύθυνσης. Επιφυλάσσομαι στην συνέχεια της έρευνάς μου να ρωτηθούν μαθητές ξεχωριστά για κάθε κατεύθυνση.
- Οι μαθητές δεν πιστεύουν ή δεν έχουν αντιληφθεί ότι η Φυσική ως επιστήμη οξύνει το νου και βοηθάει στην κριτική σκέψη.
- Υπάρχει μια προτίμηση στις ενότητες της ενέργειας και της κίνησης καθώς και προς την ενότητα ταλαντώσεων και ηλεκτρομαγνητισμού.

Γενικό συμπέρασμα είναι ότι τα βιβλία της Φυσικής δεν είναι γραμμένα όπως θα ήθελαν. Εδώ θα έπρεπε να γίνει μια πιο εκτενή έρευνα ώστε να αναζητηθούν εκείνα τα στοιχεία που θα οδηγούσαν σε εγχειρίδια με περισσότερη σαφήνεια και απλούστευση των εννοιών και μεγαλύτερη βαρύτητα στην μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων. Εδώ συζητήθηκε και η εργασία του Π. Κουμαρά από το 4ο Συνέδριο για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την αξιολόγηση των Σχολικών βιβλίων και κατά πόσον αυτή πρέπει να γίνεται από μαθητές ή καθηγητές ή και τα δύο (Βλ. Πρακτικά Συνεδρίου Βιβλ. αρ.9).

Στην τελευταία ενότητα της ελεύθερης αξιολόγησης για το μάθημα της Φυσικής στην σχολική πραγματικότητα παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Θεωρούν οι μαθητές ότι το εργαστήριο είναι ο πιο σημαντικός λόγος για να γίνει πιο ευχάριστο και πιο εντυπωσιακό το μάθημα στην τάξη (η εμπειρία που είχαν για το τρόπο που γίνονται τα εργαστήρια και τα φύλλα εργασίας ήταν επαρκής).
- Οι μαθητές θεωρούν ότι ενώ την θέλουν την αξιολόγησή τους, η βαθμολόγηση τις περισσότερες φορές δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα διότι υπάρχει η τάση οι αδύνατοι μαθητές να βαθμολογούνται με βαθμό τουλάχιστον της βάσης 10 χωρίς να κάνουν καμία προσπάθεια ενώ άλλοι που προσπαθούν να μην παίρνουν κάποιο μπόνους και να κρίνονται αυστηρότερα. Θα προτιμούσαν να μην υπήρχε η βάση του 10 και να υπήρχε πιο αντικειμενικός τρόπος αξιολόγησης.
- Γενικά θεωρούν ότι το βιβλίο δεν επαρκεί στην κατανόηση της ύλης, και η ύλη είναι υπερβολική.
- Θα προτιμούσαν απλές ασκήσεις για όλους και περισσότερο χρόνο στην κατανόηση των τύπων και των ορισμών που τους θεωρούν δύσκολους.
- Ενώ γνωρίζουν ότι κάνουν φασαρία θέλουν να υπάρχει τρόπος να γίνεται μεγαλύτερη ησυχία στο μάθημα για να είναι συγκεντρωμένοι και να το κατανοήσουν.
- Επίσης πιστεύουν ότι όλοι πρέπει να έχουν γενικές γνώσεις στη Φυσική και θέλουν να μάθουν για τους Νόμους της Φύσης.
- Αρκετοί είναι αυτοί που θεωρούν ότι το μάθημα της Φυσικής θα πρέπει να συνδέεται με τον Η/Υ σε διαδραστικές εφαρμογές και παιχνίδια που αφορούν την Φυσική.

Τέλος κατά τη μέθοδο διδασκαλίας: «Ο μαθητής έχει το λόγο» παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Μεγάλη συμμετοχή στην μέθοδο. Οι μαθητές αισθάνονται ωραία να κάνουν τον καθηγητή
- Λιγότερη φασαρία. Αυτό συμβαίνει διότι και ο καθηγητής έχει μεγαλύτερη επίβλεψη της τάξης, αλλά και οι μαθητές ακούνε για να μπορέσουν να κάνουν μετά τις παρατηρήσεις τους.
- Οι μαθητές κατανοούν τις αδυναμίες τους. Αποκτούν θάρρος και η επιβράβευσή τους στο τέλος τους δίνει το κίνητρο να συνεχίσουν την μελέτη τους.

- Μερικές φορές αναδεικνύονται και νέες προσεγγίσεις στη ενότητα που εξετάζεται την οποία ο καθηγητής ή δεν σκέφτηκε ή δεν θεώρησε σημαντικό να διδάξει.
- Η επανάληψη από τους μαθητές βοηθάει να ξαναθυμηθούν έννοιες και να εμβαθύνουν την γνώση τους
- Είναι δημιουργική μέθοδος

Συμπερασματικά εμφανίζεται η ανάγκη επανεξέτασης της διδακτικής διαδικασίας και η ανάγκη μεγαλύτερης συνεργασίας με τους μαθητές χωρίς επιβολή κάποιων όρων μόνο από τη μία πλευρά αλλά μόνον όταν γίνουν κατανοητοί και από τις δύο πλευρές.

Χρειάζεται να επανεξεταστούν οι μέθοδοι αξιολόγησης στο μάθημα της Φυσικής αλλά και γενικότερα και των άλλων μαθημάτων. Γενικά τους αρέσει κάθε τι πρωτότυπο και πρωτοποριακό. Ακόμα και αυτοί που δεν είναι πολύ συμμετοχικοί όταν τους δοθεί το κίνητρο αντιδρούν διαφορετικά.

Όλα τα παραπάνω χρειάζονται περισσότερη διερεύνηση (ίσως υπήρξαν και λάθος συμπεράσματα). Η πεποίθηση όμως είναι ότι κινούνται προς την σωστή κατεύθυνση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alters B. J., The Physics Teacher, (1995), "Counseling Physics Students: A Research Basis," σελίδες 413-415.
2. Arons, B. A. (1992). «Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής». Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα.
3. Gerald Hart and Paul Cottle, The Physics Teacher, (1993), "Academic backgrounds and achievement in college physics," σελίδες 470-475.
4. Glinsky, Albert (2000). «Theremin: Ether Music and Espionage» Σελ. 92-95
5. James Joyce (1939) “Finnegans wake» Σελ. 311
6. Richard P. Feynman (Author), Ralph Leighton (Author), Edward Hutchings (Editor), Albert R. Hibbs (Introduction) (1997) «Surely You're Joking, Mr. Feynman! (Adventures of a Curious Character)» Σελ 126
7. Vygotsky, L. (1988) «Σκέψη και Γλώσσα». Μετάφραση: Α. Ροδή. Αθήνα: Γνώση. Σελ. 35
8. Αγγελίδης Α. Π., Βρασίδας Χ., Δαμανάκης Μ., Δασκολιά Μ., Ζεμπύλας Μ., Κασσωτάκης Μ., Κοντογιάννη Ά.ς, Μαυροειδής Γ. Γ., Μέσσιου Κ., Μιχόπουλος Α., Πέτρου Α., (2004). «Εκπαιδευτικές καινοτομίες για το σχολείο του μέλλοντος», Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα. Σελ. 1 (Εισαγωγή)
9. Λιαράκου Γεωργία, Φλογαΐτη Ευγενία, Δασκολιά Μαρία (2012). «Η έρευνα στην εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη», Εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα. Σελ. 133-134
10. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη (2008) «ΠΡΑΚΤΙΚΑ του 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ένωσης για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών» Σελ. 115-121 (Αξιολόγηση των Σχολικών βιβλίων. Π. Κουμαράς)

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ:

11. Ken Robinson: Ideas worth spreading. (2006) Βίντεο “Το σχολείο σκοτώνει τη δημιουργικότητα;” ιστοσελίδα: http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity.html
12. Δημήτρης Μαρούσος, Λογοπεδικός, Κερασιά Μαρούσου, Γλωσσολόγος «Επικοινωνία - Λόγος - Μάθηση – Ομιλία» Κέντρο Λόγου ΕΥ ΛΕΓΕΙΝ, ιστοσελίδα: http://www.eulegein.net.
13. Κολτσάκης Β. - Γ. Παναγιωτακόπουλος «Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες» ιστοσελίδα: www.dfe.gr

Μελέτη της ανάπτυξης των ικανοτήτων - κλειδιά μέσα από τις ερευνητικές εργασίες και τις ειδικές θεματικές δραστηριότητες στα Επαγγελματικά Λύκεια

Παναγιώτα Καραμούζη[1], Σοφία Τριανταφύλλου[2], Ανθούλα Μαΐδου[3],

[1]Καθηγήτρια β/θμιας 7ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης,
karamouzi@hotmail.com
[2]Καθηγήτρια β/θμιας 7ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης,
triantsofia@sch.gr
[3]Καθηγήτρια β/θμιας 7ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης,
anthoula_maidou@yahoo.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από το σχολικό έτος 2011-2012 έχει εισαχθεί στην Α΄ τάξη η Ερευνητική Εργασία και από το έτος 2012-2013 το μάθημα Ειδική Θεματική Δραστηριότητα, στο Πρόγραμμα Σπουδών των Επαγγελματικών Λυκείων. Στόχος των μαθημάτων είναι να εισάγουν νέες μεθόδους διδασκαλίας και να υλοποιήσουν βασικές αρχές του Νέου Σχολείου μέσα από τη διδασκαλία τους. Η παρούσα εργασία καταγράφει τις εμπειρίες και παρουσιάζει τις απόψεις των μαθητών/τριών της Α' και Β' τάξης ΕΠΑΛ, όπως αυτές αποτυπώθηκαν σε έρευνα που διενεργήθηκε με τη χρήση online ερωτηματολογίου, προκειμένου να διαπιστωθεί σε ποιο βαθμό καλλιεργούνται οι «ικανότητες – κλειδιά», στα πλαίσια των νέων μαθημάτων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Ερευνητική Εργασία (project), Ειδικές Θεματικές Δραστηριότητες, Επαγγελματικό Λύκειο, ικανότητες - κλειδιά*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από το σχολικό έτος 2011-2012 στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση εντάχθηκε στο Πρόγραμμα Σπουδών των Γενικών και Επαγγελματικών Λυκείων της χώρας στην Α΄ τάξη ένα νέο μάθημα, η "Ερευνητική Εργασία" (Ε.Ε.) . Από το τρέχον σχολικό έτος (2012-2013) διδάσκεται και στην Β' τάξη με το όνομα "Ειδική Θεματική Δραστηριότητα" (Ε.Θ.Δ.). Στα Επαγγελματικά Λύκεια το μάθημα είναι δίωρης διάρκειας ανά εβδομάδα και στις δύο τάξεις στη καθορισμένη ζώνη Ερευνητικών Εργασιών στο ωρολόγιο πρόγραμμα (ΥΠΔΒΜΘ, 2011). Στην Α' τάξη το μάθημα ονομάζεται "Ερευνητική εργασία" και πρώτη ανάθεση έχουν οι εκπαιδευτικοί όλων των ειδικοτήτων ενώ το πλήθος των διδασκόντων ανά τμήμα είναι δύο εκπαιδευτικοί (συνδιδασκαλία). Στη Β' τάξη Ημερησίου και στη Γ΄ τάξη Εσπερινού Επαγγελματικού Λυκείου το μάθημα της ΕΘΔ είναι επιλογής και απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο ένας εκ των δύο εκπαιδευτικών που το διδάσκει να είναι καθηγητής ειδικότητας από αυτές που διδάσκονται στο κάθε ΕΠΑΛ, σύμφωνα με την υπ΄ αριθ. 37596/Γ2/03-04-2012 Υ.Α. (ΦΕΚ 1131 Β΄). Το πλήθος των μαθητών ανά τμήμα, για το μάθημα πρέπει να είναι πάνω από 12 και κάτω από 20. Για την υλοποίηση των παραπάνω μπορούν να αξιοποιούνται τα Σχολικά Εργαστήρια και τα Σχολικά Εργαστηριακά Κέντρα (Σ.Ε.Κ). Ο κάθε μαθητής, στην Α' τάξη επιλέγει ένα θέμα ανά τετράμηνο ενώ στην Β' τάξη επιλέγει ένα θέμα ανά διδακτικό έτος στα πλαίσια του οποίου προβλέπεται η κατασκευή έργου σχετικό με την ειδικότητα του, με ομαδοσυνεργατικό τρόπο. Το ερευνητικό έργο κάθε μαθητικής ομάδας προϋποθέτει τη χρήση εργαστηριακού εξοπλισμού.

Οι μαθητές/τριες, αφού επιλέξουν την ειδικότητα που θα ακολουθήσουν στη Β΄ τάξη ΕΠΑ.Λ., μέσα από το μάθημα Ε.Θ.Δ. που θα διαλέξουν, τους δίνεται η δυνατότητα να συνδυάσουν καλύτερα τη θεωρία με την πράξη, να εστιάσουν στα αντικείμενα του ενδιαφέροντος τους, να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους, να καλλιεργήσουν ικανότητες και να αναπτύξουν δεξιότητες. Τους δίνεται επίσης η δυνατότητα να εκπονήσουν μελέτες ή να εκτελέσουν έργα μικρής κλίμακας, να αναπτύξουν προγράμματα επιχειρηματικότητας και να συμμετέχουν σε καινοτόμες δράσεις -όπως μελέτες περίπτωσης, δημιουργία εικονικών επιχειρήσεων- να συμμετέχουν σε διαγωνισμούς (αριστεία και καινοτομία), σε εθελοντικές δράσεις, ή να διεξάγουν ερευνητικές εργασίες. Τα μαθήματα της Ε.Ε και της Ε.Θ.Δ. στηρίζονται στον τρόπο διδασκαλίας με τη χρήση της μεθόδου Project χωρίς να αποκλείονται άλλες συνεργατικές μέθοδοι .

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Ως «μέθοδο Project», σύμφωνα με τον Frey, θεωρείται ο τρόπος της «Ομαδικής διδασκαλίας στην οποία συμμετέχουν αποφασιστικά όλοι και η ίδια η διδασκαλία διαμορφώνεται και διεξάγεται από όλους όσους συμμετέχουν» (Frey, 1998, σελ 9). Είναι από τις πιο κατάλληλες μεθόδους διδασκαλίας όταν ζητείται να εφαρμοστούν έννοιες όπως ο δομισμός και η επαγωγική μάθηση (Jung, 2005). Σύμφωνα με τον Kilpatrick είναι «μία σχεδιασμένη δράση, η οποία γίνεται με όλη την καρδιά και λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα κοινωνικό περιβάλλον» (Kilpatrick, 1935, σελ 163). Η διδασκαλία που στηρίζεται στη μέθοδο Project βοηθά τους μαθητές να ανακαλύψουν τη γνώση μόνοι τους (Kilpatrick, 1918). Μέσα από τη συνεργασία με τους άλλους αναπτύσσουν κοινωνικότητα, ανεξαρτησία και υπευθυνότητα, καλλιεργείται ο σεβασμός προς τα άτομα της ομάδας και έτσι εξασκούνται στη δημοκρατική συμπεριφορά, ενώ παράλληλα αποκτούν δεξιότητες που συμπληρώνουν το προφίλ του σύγχρονου πολίτη (Harlen & Elstgeest, 2005, Κουμαράς 2008).

Από τη δεκαετία του ’70 η μέθοδος Project ενσωματώθηκε σε όλες τις εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις στα αναλυτικά προγράμματα, στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη καθώς και στις ΗΠΑ (Knoll, 1997; Waks, 1997). Στις χώρες όπου εφαρμόζεται η μέθοδος, εφαρμόζεται διαφοροποιημένη Στη Γερμανία ο Pütt (1982) ορίζει το project ως «μεθοδική συσκευή», ο Stubenrauch (1971) ως μια «διδακτική αντίληψη» και ο Lang (2009) ως «μέθοδο διδασκαλίας». Στα σχολεία της Γερμανίας, Αγγλίας, Αμερικής και Καναδά γίνεται προσπάθεια αποστασιοποίησης από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας (Τσιάκαλος, 2002) και επιχειρείται η καλλιέργεια κάποιων σημαντικών ικανοτήτων που αποκαλούνται «ικανότητες - κλειδιά».

Στην Ελλάδα τα προγράμματα σπουδών του Νέου Σχολείου, είναι σύμφωνα με τις αρχές του PISA (Programme for International Student Assessment) (Διεθνές Πρόγραμμα για την Αξιολόγηση των Μαθητών) και με τα προγράμματα που προτείνονται από τους Χαραλάμπους (2010) και Κουμαρά (2010) επιδιώκοντας τη καλλιέργεια των παρακάτω «ικανοτήτων – κλειδιά»: α) Δημιουργικότητα, β) Κριτική σκέψη και αναστοχαστική διαχείριση της γνώσης, γ) Θεωρητική σκέψη και ικανότητα μετατροπής της θεωρίας σε πράξη δ) Ικανότητες και δεξιότητες ανάλυσης και σχεδιασμού, ε) Προθυμία και ικανότητα για συλλογική εργασία και ανταλλαγή πληροφοριών, στ) Ικανότητα λύσης προβλημάτων και, παράλληλα, ετοιμότητα αναζήτησης εναλλακτικών λύσεων και ικανότητα ανάπτυξης εναλλακτικών θεωριών, ζ) Άριστη, δόκιμη και συνετή χρήση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας, η) Ενσυναίσθηση και δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας

Τα σύγχρονα προγράμματα στην υποχρεωτική εκπαίδευση φαίνεται ότι στοχεύουν τόσο στη καλλιέργεια γνώσεων που συνδέονται με το πλαίσιο της καθημερινής ζωής όσο και στη καλλιέργεια ικανοτήτων για την καθημερινή ζωή καθώς και στην ανάπτυξη ικανοτήτων στους μαθητές και στις μαθήτριες που θα τους είναι χρήσιμες στη διάρκεια της ζωής τους (Κουμαράς, 2010). Αντίστοιχα οι «ικανότητες - κλειδιά» βοηθούν το μαθητή στη προσωπική του ζωή, στην επαγγελματική εξέλιξη αλλά και στην ένταξή του στο κοινωνικό σύνολο σαν ενεργό πολίτη και γιαυτό είναι σημαντικές και χρήσιμες.

Σύμφωνα με τις οδηγίες για τη διδασκαλία κατά το σχολικό έτος 2012-2013, τα μαθήματα της Ερευνητικής Εργασίας και της Ειδικής Θεματικής Δραστηριότητα στοχεύουν στο:

- να προάγουν τα αισθήματα της συλλογικότητας και της συνεργασίας που θα αναπτυχθούν κατά τη διάρκεια δημιουργίας των εργασιών.
- να δημιουργήσουν διαύλους επικοινωνίας του σχολείου με την τοπική κοινωνία
- να ενθαρρύνουν τους μαθητές να εξετάσουν διάφορα θέματα σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο και να ασχοληθούν με καινοτόμες δράσεις και να διατυπώσουν πρωτότυπες ιδέες.
- να ενισχύσουν την αυτενέργεια των μαθητών και την παρότρυνσή τους για ανάληψη πρωτοβουλιών
- να επιτρέψουν την εξοικείωση των μαθητών με το ομαδικό πνεύμα, την ενεργό συμμετοχή και την επίτευξη στόχων μέσω συνεργασίας,
- να αναπτύξουν την επικοινωνιακή ικανότητα των μαθητών και της ικανότητας στην παρουσίαση εργασιών,
- να αναπτύξουν ικανότητες όπως: αναζήτηση πληροφοριών, επεξεργασία και αξιολόγηση στοιχείων, σύνθεση απόψεων, λήψη αποφάσεων, κατασκευή και κοστολόγηση έργων, αξιοποίηση θεωρητικών γνώσεων για την επίτευξη πρακτικών αποτελεσμάτων, οργάνωση δράσεων, οργάνωση γραμμής παραγωγής προϊόντων,
- να συνδέσουν το σχολείο με την αγορά εργασίας μέσω προγραμμάτων επιχειρηματικότητας,
- να συνδέσουν της δηλωτικής με τη διαδικαστική γνώση και του σχολείου με την κοινωνία.

Για τους μαθητές των Επαγγελματικών Λυκείων, επειδή εκπαιδεύονται τόσο θεωρητικά όσο και εργαστηριακά, η ανάγκη να καλλιεργήσουν τις «ικανότητες – κλειδιά» είναι επιτακτική, για την ομαλή τους ένταξη στην αγορά εργασίας,. Προκειμένου να διαπιστωθεί σε ποιο βαθμό καλλιεργούνται οι «ικανότητες – κλειδιά», στα πλαίσια των μαθημάτων της Ερευνητικής Εργασίας και της Ειδικής Θεματικής Δραστηριότητας, πραγματοποιήθηκε μια έρευνα σε μαθητές της Α’ και Β’ τάξης ΕΠΑΛ.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην έρευνα πήραν μέρος μαθητές της Α’ και Β’ τάξης Επαγγελματικών Λυκείων κατά το σχολικό έτος 2012-2013, με τη χρήση ερωτηματολογίου που αναρτήθηκε στο διαδίκτυο, στο 7epalthess.blogspot.gr και απαντήθηκε προαιρετικά από τους/τις μαθητές/τριες online. Το ερωτηματολόγιο, με συνολικά 36 ερωτήσεις,

περιείχε τόσο κλειστού όσο και ανοικτού τύπου ερωτήσεις. Τα ποσοτικά αποτελέσματα αναλύθηκαν με τη βοήθεια γραφημάτων, ενώ τα ποιοτικά που προέκυψαν από τις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, κατηγοριοποιήθηκαν και αναλύθηκαν προκειμένου να αποτυπωθούν οι απόψεις των μαθητών/τριών με μεγαλύτερη σαφήνεια.

ΕΡΕΥΝΑ

Στην έρευνα ανταποκρίθηκαν 108 μαθητές, εκ των οποίων 60% αγόρια και 40% κορίτσια, ηλικίας 15 ετών 8%, 16 ετών 49%, 17-18 ετών 29%, 19-21 12% και 2% άνω των 21. Το 64% των μαθητών, είχε δουλέψει στο παρελθόν σε ομάδες στα πλαίσια κάποιου μαθήματος, ενώ για το 36% δεν είχε ξαναδουλέψει ομαδοσυνεργατικά. Στο ξεκίνημα της ερευνητικής εργασίας το 35% των μαθητών/τριων δήλωσε πως δε συνάντησε καμία δυσκολία στη δημιουργία της ομάδας , το 30% λίγες δυσκολίες το 27% συνάντησε μέτριες δυσκολίες και από 5% πολλές και 3% πάρα πολλές. Ως προς την ικανότητα να βρουν τα προς ανάλυση ερωτήματα το 31% δεν βρήκε καμιά δυσκολία, το 33 % λίγες δυσκολίες, το 25% μέτριες δυσκολίες, το 4% πολλές και το 6% πάρα πολλές. Στην ερώτηση που αφορούσε τον τρόπο λειτουργίας της ομάδας και την επικοινωνία των μαθητών το 39% δήλωσε ότι δεν υπήρξε καμία δυσκολία, το 23 % λίγες δυσκολίες, το 26% μέτριες δυσκολίες και μόλις το 6% πολλές και 6% πάρα πολλές δυσκολίες. Ως προς τις δυσκολίες της ομάδας με τις άλλες ομάδες, το 31% δε συνάντησε καμία δυσκολία, λίγες δυσκολίες συνάντησε το 27%, κάποιες δυσκολίες το 26%, πολλές το 8% και πάρα πολλές το 8%. Στην ερώτηση που αφορούσε τον βαθμό δυσκολίας αναζήτησης των πληροφοριών 40 % των μαθητών/τριων δεν συνάντησε καμία δυσκολία, 30% λίγες, το 16% μέτριες, ενώ το 8% πολλές και το 6% πάρα πολλές. Ως προς την επεξεργασία των δεδομένων 29% δεν συνάντησε καμία δυσκολία, 37% λίγες, το 22% μέτριες, ενώ το 4% πολλές και το 7% πάρα πολλές. Ως προς την δημιουργία της τελικής εργασίας το 35% δεν συνάντησε καμία δυσκολία, 27% λίγες, το 25% μέτριες, ενώ το 7% πολλές και το 5% πάρα πολλές. Ως προς τον τρόπο συνεργασίας με τους επιβλέποντες καθηγητές 52% δεν συνάντησε καμία δυσκολία, 16% λίγες, το 18% μέτριες, ενώ το 6% πολλές και το 8% πάρα πολλές.

Οι μαθητές/τριες ανέφεραν ως βασικότερα προβλήματα την έλλειψη εξοπλισμού και μέσων για την αναζήτηση πληροφοριών καθώς και τον απαξιωμένο εξοπλισμό των εργαστηρίων πληροφορικής ενώ αρκετοί/ές εστίασαν στην έλλειψη οργάνωσης. Μικρός αριθμός μαθητών αναφέρει ως πρόβλημα τη κακή συνεργασίας μεταξύ των μαθητών/τριων. Η φασαρία που γινόταν μέσα στην τάξη, η έλλειψη βιβλιοθηκών, ο ελλιπής χρόνος διεξαγωγής και η έλλειψη ελκυστικών θεμάτων είναι προβλήματα που αναφέρθηκαν μεμονωμένα.

Ως προς το αν θα επιθυμούσαν και τα υπόλοιπα μαθήματα να διδάσκονται με ομαδοσυνεργατικό τρόπο το 17% των μαθητών/τριων δήλωσαν πως δεν επιθυμεί καθόλου, 7% λίγο, το 18% μέτρια, ενώ το 12% πολύ και το 45% πάρα πολύ.

Το 73% των μαθητών/τριων δήλωσε πως αποκόμισε θετικές εμπειρίες όπως: συνεργασία και οργάνωση για την απόκτηση νέων γνώσεων, ανταλλαγή νέων εμπειριών και γνώσεων, εμπλουτισμός των γνώσεων, ομαδικότητα, βελτίωση των διαπροσωπικών σχέσεων, δημιουργικότητα. Σχεδόν όλοι οι μαθητές αναφέρουν ότι έμαθαν να σέβονται, να συζητούν, θεωρούν ότι ήρθαν πιο κοντά μεταξύ τους καθώς και ότι αναπτύχθηκαν νέες φιλίες. Αξιοσημείωτα είναι μερικά σχόλια μαθητών/τριών που παρατίθενται αυτούσια: "έμαθα να ακούω και να συζητάω με τους συμμαθητές μου", "ο σεβασμός προς τους συμμαθητές μου αυξήθηκε, αλλά και αντιστρόφως". Οι κυρίαρχες θετικές εμπειρίες, που καταγράφηκαν κατ' επανάληψη, ήταν η συνεργασία και η ομαδικότητα.

Μόνο το 17% δήλωσε ότι αποκόμισε αρνητικές εμπειρίες όπως η έλλειψη συνεργασίας, η αδιαφορία από κάποια μερίδα συμμαθητών τους και η έλλειψη οργάνωσης από το σχολείο.

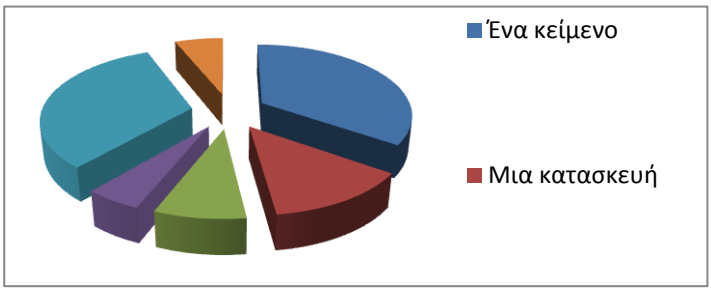
Στην ερώτηση εάν βοηθήθηκαν από κάποιον ειδικό, πέρα από τους καθηγητές τους, 30% μίλησε με κάποιον ειδικό μέσα στο σχολείο, το 18 % μίλησε με κάποιο ειδικό εκτός σχολείου και το 52 % δε βοηθήθηκε από κανέναν ειδικό. Το 49% των μαθητών ζήτησαν βοήθεια. Από αυτούς, το 42% απευθύνθηκε σε γονείς και συγγενείς, το 11% σε επαγγελματίες/ ειδικούς, το 25% σε καθηγητές και 23% σε συμμαθητές ή φίλους.

Στην ερώτηση αν δούλεψε όλη η ομάδα εκτός σχολείου, το 57% απάντησε καθόλου, το 18% λίγο και μόλις 4% δούλεψε πάρα πολύ.

Από τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν το 31% των μαθητών χρησιμοποίησε βιβλία, το 35% χρησιμοποίησε εφημερίδες/περιοδικά, 80% διαδίκτυο, 33% συνεντεύξεις, 39% ερωτηματολόγια, 75% προσωπικές εμπειρίες, 62% γνώσεις από άλλα μαθήματα.

Σε ποσοστό 57% δήλωσε ότι έλεγξε την αξιοπιστία των πηγών που χρησιμοποίησε και το 62 % δήλωσε ότι επεξεργάστηκε τα δεδομένα μέσα στην ομάδα του. Το 73% δήλωσε ότι μπόρεσε να καταλήξει σε συμπεράσματα με τα μέλη της ομάδας του, και σε ποσοστό 68% έλεγξε την ορθότητα των συμπερασμάτων. Ποσοστό 35% δήλωσε ότι έγιναν λάθη στον αρχικό σχεδιασμό. Για να ξεπεράσουν τα λάθη του αρχικού σχεδιασμού οι μαθητές/μαθήτριες δήλωσαν ότι επανέλαβαν τον σχεδιασμό (ανασχεδιασμός), δούλεψαν περισσότερο, συζήτησαν τα λάθη τους, συνεργάστηκαν περισσότερο μέσα στην ομάδα, συνέλεξαν περισσότερες πληροφορίες ώστε να μπορέσουν να διορθώσουν τα λάθη τους, απευθύνθηκαν σε ειδικούς προκειμένου να πάρουν πιο σωστές απαντήσεις.

34% των μαθητών παρουσίασε ως τελικό προϊόν εργασία σε μορφή κειμένου, 13% έκανε κατασκευή, 8% εκπόνησε μελέτη, 5% δημιούργησε αφίσα, 32% παρουσίασε σε κοινό, 6% εκτέλεσε πείραμα.

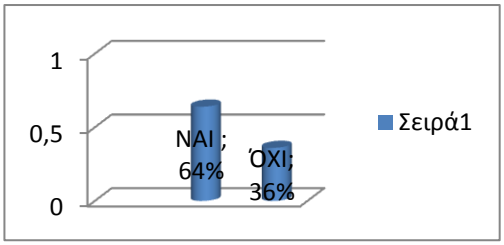


Σχήμα 1: Τελικό προϊόν εργασιών μαθητών/τριών

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

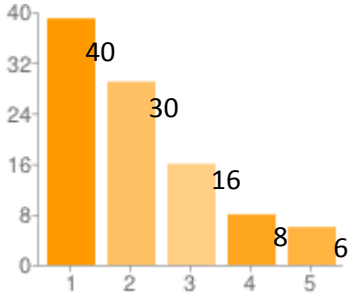
Όπως προέκυψε από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων οι μαθητές ανέπτυξαν σε ικανοποιητικό βαθμό τις «ικανότητες κλειδιά», στα πλαίσια των μαθημάτων της Ερευνητικής Εργασίας και της Ειδικής Θεματικής Δραστηριότητας

Οι μαθητές/τριες στο μεγαλύτερο ποσοστό τους 64%, ήταν ήδη εξοικειωμένοι με τον ομαδοσυνεργατικό τρόπο μάθησης μέσα από Προγράμματα Περιβαλλοντικά, Πολιτιστικά, Αγωγής Υγείας, κλπ, καθώς και μέσω των Ερευνητικών Εργασιών

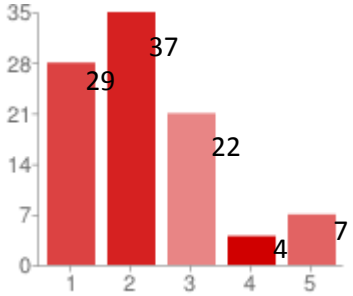


Σχήμα 2: Ποσοστό των μαθητών/τριών που έχει ξαναδουλέψει στο παρελθόν σε ομάδες στα πλαίσια κάποιου μαθήματος (Πχ Περιβαλλοντικά προγράμματα, Πολιτιστικά, Αγωγής Υγείας κλπ).

Ήταν ικανοί να συλλέξουν, να καταγράψουν πληροφορίες, να επεξεργαστούν δεδομένα χρησιμοποιώντας διάφορα μέσα (ερωτηματολόγια συνεντεύξεις, αναζήτηση σε πηγές, εμπειρίες, έρευνες) και να παρακολουθήσουν την εκτέλεση των έργων. Ακόμα αξιοποίησαν τις επιστημονικές τους γνώσεις -ποσοστό 62%- και τις δεξιότητες ενσωμάτωσης προσωπικών εμπειριών -ποσοστό 75%-. Οι μαθητές συνδύασαν γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις, και αξίες και μπόρεσαν να δραστηριοποιηθούν στο πλαίσιο μιας περίπλοκης κατάστασης σε εκπαιδευτικό περιβάλλον, επομένως καλλιεργήθηκε η **δημιουργικότητα,** μια από τις βασικές ικανότητες -κλειδιά.



Σχήμα 3: Ποσοστό των μαθητών που συνάντησε δυσκολίες στην αναζήτηση πληροφοριών (1=καθόλου, 2=λίγες, 3=μέτριες, 4=πολλές, 5=πάρα πολλές)



Σχήμα 4: Ποσοστό των μαθητών που συνάντησε δυσκολίες στην επεξεργασία δεδομένων (1=καθόλου, 2=λίγες, 3=μέτριες, 4=πολλές, 5=πάρα πολλές)

Ποσοστό 64% συνάντησε λίγες ή και καθόλου δυσκολίες, στο να θέσει ερευνητικά ερωτήματα που να μπορούν να διερευνηθούν μέσω των μαθημάτων ΕΕ και ΕΘΔ, ποσοστό 68% έλεγξε την ορθότητα των υποθέσεων που έκαναν, ποσοστό 73% συνέταξε συμπεράσματα από τα δεδομένα που συνέλεξαν. Ωστόσο, μόλις ένα ποσοστό 35% δήλωσε πως χρειάστηκε να ανασκευάσει τον αρχικό σχεδιασμό, αφού προηγουμένως εξέτασε τη συμβατότητα των συμπερασμάτων τους με τα αρχικά στοιχεία. Οι μαθητές/τριες σε ποσοστό, 55%, δεν δυσκολεύτηκαν να περάσουν από τη θεωρία στην πράξη, υλοποιώντας την αρχική τους ιδέα. Κατά συνέπεια οι μαθητές/τριες **καλλιέργησαν την κριτική σκέψη σε ικανοποιητικό βαθμό και σε μικρότερο βαθμό την αναστοχαστική διαχείριση της γνώσης**.

Οι μαθητές/τριες συνάντησαν λίγες ή και καθόλου δυσκολίες σε ποσοστό 57% να μετουσιώσουν τις θεωρητικές τους γνώσεις σε πράξη, παραδίδοντας σαν τελικό προϊόν μια κατασκευή και όχι μια μελέτη. Αρκετοί, ποσοστό 75%, χρησιμοποίησαν τις εμπειρίες τους προκειμένου να οδηγηθούν σε συλλογισμούς και συμπεράσματα. Οπότε η **ικανότητα μετατροπής της θεωρίας σε πράξη** αναπτύχθηκε σε ικανοποιητικό βαθμό στους μαθητές/τριες.

Από τις απαντήσεις των μαθητών φαίνεται ότι απέκτησαν **ικανότητες ανάλυσης και σχεδιασμού και ανασχεδιασμού** σε ικανοποιητικό ποσοστό. Έθεσαν τα ερευνητικά ερωτήματα, επέλεξαν με ποιο τρόπο θα τα διερευνήσουν, δημιούργησαν άλλοτε ερωτηματολόγιο (ποσοστό 38%) ή έκαναν συνεντεύξεις (ποσοστό 38%). Σε ποσοστό 57% έλεγξαν την αξιοπιστία των πηγών τους. Το 90% των μαθητών/τριών δεν δυσκολεύτηκε να διατυπώσει τα ερευνητικά ερωτήματα, το 89% δεν συνάντησε πολλές ή πάρα πολλές δυσκολίες στην επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων. Σε ποσοστό 62% επεξεργάστηκαν τα δεδομένα όλοι μαζί στην ομάδα και έβγαλαν συμπεράσματα σε ποσοστό 73% και σε ποσοστό 68% έλεγξαν την ορθότητα των συμπερασμάτων τους. Μόνο το 35% διαπίστωσε λάθη στον αρχικό σχεδιασμό τα οποία όπως δήλωσε τα ξεπέρασε με "πολλή δουλειά", με "ανασχεδιασμό", με "συλλογή περισσότερων πληροφοριών". "Δουλέψαμε και εξετάσαμε ξανά πράγματα τα οποία δεν μας ταίριαζαν στην αρχή και συζητώντας όλοι μαζί επιλύσαμε το πρόβλημα", δήλωσαν οι μαθητές. Να σημειωθεί ότι ο περιορισμένος χρόνος δυσκόλεψε τις προσπάθειες ανασχεδιασμού ορισμένες φορές.

Από τις απαντήσεις των μαθητών/τριών προκύπτει ότι **έδειξαν προθυμία και είχαν την ικανότητα να δουλέψουν συλλογικά και να ανταλλάξουν πληροφορίες**, καθώς σχεδίασαν και υλοποίησαν ομαδικά απλές έρευνες με σκοπό να απαντήσουν στα ερευνητικά ερωτήματα που είχαν θέσει. Μόνο ένα 8% συνάντησε πολλές έως πάρα πολλές δυσκολίες στη σύσταση της ομάδας τους, ένα 12% στη λειτουργία της ομάδας (απροθυμία κάποιων παιδιών να συνεργαστούν με την ομάδα) και ένα 16% αποφάνθηκε ότι συνάντησε προβλήματα στη συνεργασία με τις υπόλοιπες ομάδες. Σε ποσοστό 62% επεξεργάστηκαν τα δεδομένα όλοι μαζί στην ομάδα τους και σε ποσοστό 73% εργάστηκαν ομαδικά για να βγάλουν τα συμπεράσματα της έρευνας τους. Παρουσίασαν ομαδικά τα αποτελέσματα της ερευνητικής τους εργασίας, χρησιμοποιώντας κείμενα -ποσοστό 42%-, κατασκευή -ποσοστό 13%-, αφίσα ποσοστό -5%-, παρουσίαση σε κοινό (θεατρικό έργο, ομιλία, τραγούδια) ποσοστό-32%-, πείραμα ποσοστό -6%-. Ανακοίνωσαν τα συμπεράσματα της έρευνάς τους στην ολομέλεια της τάξης, ενώ γίνεται παρουσίαση την εργασίας στο τέλος της χρονιάς σε όλο το σχολείο.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες ήταν **ικανοί να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τα προβλήματα, να αναγνωρίζουν τις γνώσεις που απαιτούνται για τη λύση του συγκεκριμένου προβλήματος και να αναζητούν λύσεις όταν χρειάστηκε εφάρμοσαν εναλλακτικές λύσεις που οι ίδιοι βρήκαν.** Όταν δεν μπόρεσαν να ανατρέξουν σε βιβλιοθήκες λόγω έλλειψης αυτών, ανέτρεξαν στη βοήθεια των ειδικών (επαγγελματίες), εκτός των καθηγητών τους, σε ποσοστό 48%, έψαξαν να βρουν άτομα που θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν για το project σε ποσοστό 49% , έλεγξαν την αξιοπιστία των πηγών που χρησιμοποίησαν σε ποσοστό 62%. Έλεγξαν την ορθότητα των συμπερασμάτων τους σε ποσοστό 68% ωστόσο λάθη στον αρχικό σχεδιασμό εντόπισε μόνο το 35%. Παρόλα αυτά, τα όσα λάθη έγιναν τα ξεπέρασαν με ανασχεδιασμό, περισσότερη δουλειά, με συλλογή περισσότερων πληροφοριών, με συζήτηση μέσα στην ομάδα που τους βοήθησε να βρουν τα λάθη και να τα διορθώσουν. Κάποιοι ξεπέρασαν τα προβλήματα και τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν ρωτώντας άλλους καθηγητές και κάποιοι τα ξεπέρασαν με "πείσμα" και πολύ "κλάμα". Παρακάτω παρατίθενται αυτούσιες απαντήσεις μαθητών/τριών: "Δουλέψαμε και εξετάσαμε ξανά πράγματα τα οποία δεν μας ταίριαζαν στην αρχή και συζητώντας όλοι μαζί επιλύσαμε το πρόβλημα", " Ψάξαμε αρκετούς τρόπους λύσεων των προβλημάτων μας, άργησε λίγο, αλλά στο τέλος τα καταφέραμε". Σε κάποιες περιπτώσεις τα παιδιά αναγνώρισαν μεν τα λάθη, προσπάθησαν, αλλά τελικά δεν τα ξεπέρασαν. Είναι αξιοσημείωτο ότι θεώρησαν ως θετική εμπειρία την απόκτηση εμπειρίας σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης που αποκόμισαν.

Για τις ανάγκες των μαθημάτων ΕΕ και ΕΘΔ οι μαθητές και οι μαθήτριες **χρησιμοποίησαν σε ικανοποιητικό βαθμό τις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ)**. Αξιοσημείωτο είναι το μεγάλο ποσοστό μαθητών που δήλωσε ότι χρησιμοποίησε το διαδίκτυο, ποσοστό 80%, ενώ το 39% χρησιμοποίησε ερωτηματολόγια. Το 70% συνάντησε λίγες δυσκολίες ή καθόλου στην αναζήτηση πληροφοριών και το 66% συνάντησε λίγες ή και καθόλου δυσκολίες στην επεξεργασία των δεδομένων. Τα παιδιά χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ κυρίως στην παρουσίαση του τελικού προϊόντος (κείμενο, Poster, και λογισμικό παρουσίασης) και είναι ικανά να δημιουργούν, να διαχειρίζονται και να αξιοποιούν έγγραφα με τη βοήθεια προγραμμάτων επεξεργασίας κειμένου και να επεξεργάζονται ερωτηματολόγια και τις απαντήσεις τους με τη χρήση λογιστικών φύλλων. Κύριο πρόβλημα που επισημάνθηκε είναι η έλλειψη εξοπλισμού αλλά και εκεί όπου υπάρχει είναι

απαρχαιωμένος. Τα παιδιά επιθυμούν, είναι ικανά να χειριστούν αλλά δε μπορούν, με τα μέσα που τους παρέχονται μέσα από την εκπαιδευτική κοινότητα.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες μέσα από τις απαντήσεις τους, φάνηκε ότι ανέπτυξαν σε ικανοποιητικό βαθμό ενσυναίσθηση και δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας. Σε ποσοστό 65% δεν συνάντησαν δυσκολίες στον τρόπο σύστασης της ομάδας τους, σε ποσοστό 68% δεν συνάντησαν δυσκολίες στην εύρεση ερωτημάτων που επεξεργάστηκαν με την ομάδα τους στο μάθημα, σε ποσοστό 61% δεν συνάντησαν δυσκολίες στη λειτουργία της ομάδας και είχαν αρμονική και συνεχή συνεργασία μεταξύ των συμμαθητών μέσα στην ομάδα, σε ποσοστό 69% δεν συνάντησαν δυσκολίες στη συνεργασία της ομάδας τους με τις άλλες ομάδες και είχαν αρμονική και συνεχή συνεργασία μεταξύ των ομάδων, σε ποσοστό 52% δεν συνάντησαν δυσκολίες στον τρόπο συνεργασίας τους με τους επιβλέποντες καθηγητές. Οι μαθητές/τριες σε ποσοστό 49% απευθύνθηκαν σε άτομα, όπως Γονείς /Συγγενείς -42%-, Επαγγελματίες ειδικούς -11%-, Καθηγητές -25%-, Συμμαθητές /φίλοι -23%- για να πάρουν πληροφορίες . Το 49% των μαθητών/τριών βοηθήθηκε από κάποιο ειδικό (επαγγελματία), πέρα των καθηγητών. Από τα παραπάνω ποσοστά των απαντήσεων γίνεται αντιληπτό ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες έκαναν προσπάθειες να εργαστούν αποτελεσματικά σε ομάδες, δίνοντας έμφαση στο σεβασμό της προσωπικότητας και της διαφορετικότητας του άλλου, κατανόησαν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι άλλοι. Σε εντονότερο βαθμό αναπτύχθηκαν αρχές όπως η συνεργασία, η ανταλλαγή νέων εμπειριών και γνώσεων, η ομαδικότητα, η βελτίωση των διαπροσωπικών σχέσεων και η δημιουργικότητα και αυτό φαίνεται από την πολλαπλά επαναλαμβανόμενη περιγραφική απάντηση των μαθητών που αφορούσε τις θετικές εμπειρίες τους. Σχεδόν όλοι οι μαθητές αναφέρουν ότι έμαθαν να σέβονται, να συζητούν, θεωρούν ότι ήρθαν πιο κοντά μεταξύ τους καθώς και ότι αναπτύχθηκαν νέες φιλίες. Αξιοσημείωτα είναι μερικά σχόλια μαθητών/τριών που παρατίθενται αυτούσια: "έμαθα να ακούω και να συζητάω με τους συμμαθητές μου", "ο σεβασμός προς τους συμμαθητές μου αυξήθηκε, αλλά και αντιστρόφως". Δεν υπήρχαν σοβαρά προβλήματα συνεργασίας και το όλο μάθημα κύλησε σε κλίμα ομαλής συνεργασίας, σεβασμού της ιδιαιτερότητας του άλλου, προθυμίας για αλληλοβοήθεια όπου υπήρξε ανάγκη. Γεγονός που στηρίζεται από το ότι οι μαθητές /τριες αποκόμισαν θετικές εμπειρίες από τα μαθήματα σε ποσοστό 73%. Επομένως η ενσυναίσθηση και δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας αναπτύχθηκαν μιας και δούλεψαν αποτελεσματικά σε ομάδες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σαν γενικό συμπέρασμα μέσα από την έρευνα προκύπτει πως η ανάπτυξη των δεξιοτήτων -κλειδιών στους μαθητές μπορεί να επιτευχθεί μέσω της βαθμιαίας εξοικείωσης τους με τον ομαδοσυγκεντρωτικό τρόπο δουλειάς και την επιστημονική μέθοδο, στα οποία στηρίζονται τα μαθήματα ΕΕ και ΕΘΔ. Η διδασκαλία που σταδιακά προωθεί την εμπλοκή του μαθητή στην μαθησιακή διαδικασία, πετυχαίνει την επίτευξη ισορροπίας ανάμεσα στη γνώση, στις δεξιότητες και στη κοινωνικοποίηση.

Φαίνεται ότι τα παιδιά δέχονται και προσαρμόζονται βαθμιαία στο νέο τρόπο διδασκαλίας και μάθησης. Ο βαθμός που καλλιεργούνται οι «ικανότητες – κλειδιά», στα πλαίσια των μαθημάτων της Ερευνητικής Εργασίας και της Ειδικής Θεματικής Δραστηριότητας παρόλες τις αντιξοότητες είναι ικανοποιητικός. Τροχοπέδη αποτελούν τα μέσα και ο εξοπλισμός που τους παρέχει το Σχολείο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Fray, K. (1998). Die Projektmethode. [Online] ανακτήθηκε από http://www.uni-leipzig.de/~lbpaed/wb/media/literatur/Frey%20-%20Die%20Projektmethode.pdf
2. Harlen, W. and Elstgeest, J. (1993) UNESCO Sourcebook for Science in the Primary School, UNESCO.
3. Jung, E. (2005). Projektpädagogik als didaktische Konzeption. In V. Reinhardt (Ed), *Projekte machen Schule* (13-34), Schwalbach: Wochenschau.
4. Kilpatrick, W.H. (1918). The project Method: The Use of the Purposeful Act in the Educative Process. *Teachers College Record*,19, 319-335.
5. Kilpatrick, W.H. (1935). *A reconstructed theory of the educative process*. New York, Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University.
6. Knoll, M. (1997). The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, **34** (3), 59-80.
7. Lang, C. (2009). Projektunterricht – Was ist das? Erziehung und Unterricht, **5-6**, 570-579.
8. Pütt, H. (1982). *Projektunterricht und Vorhabengestaltung.* Essen: Neue deutsche Schule.
9. Stubenrauch, H. (1971). *Die Gesamtschule im Widerspruch des Systems: Zur Erziehungstheorie der integrierten Gesamtschule.* München: Juventa.
10. Waks, L.J. (1997). The project method in postindustrial education. Journal of Curriculum Studies, **29** (4), 391-406.
11. Κουμαράς, Π. (2010), Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου, Λεμεσός.
12. Κουμαράς, Π., και Πράμας Χ. (2008) Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης Ε' και Στ' δημοτικού στην κατεύθυνση της ανάπτυξης "Γνώσεων και Ικανοτήτων για τη ζωή " Εργασία στο 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ε.ΔΙ.ΦΕ., 58-64,στη Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008.

13. Τσιάκαλος Γ., (2002), η υπόσχεση της Παιδαγωγικής. Εκδόσεις Παρατηρητής, Θεσσαλονίκης
14. ΥΠΔΒΜΘ (2011). Οδηγίες για τη διδασκαλία της Ερευνητικής Εργασίας ΑΠ 113182/Γ2-30-9-2011.
15. Χαραλάμπους Μ., (2010), Οι ικανότητες - κλειδιά και η καλλιέργεια τους μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη

Συνεδρία Π4

Ο Στόχος του Επιστημονικού Γραμματισμού στα σύγχρονα Αναλυτικά Προγράμματα και ο Ρόλος του Δασκάλου στη Σύγκλιση Επιστήμης-Καθημερινότητας: Απόψεις Μελλοντικών Δασκάλων

Χρυσούλα Αντωνοπούλου[1], Αικατερίνη Γεωργακούδη[2], Ίρις Τραυλού-Σουλτ [3], Σπύρος Κόλλας[4]

[1] Φοιτήτρια ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
chrysa_antonopoulou@hotmail.co.uk
[2] Φοιτήτρια ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
katerinapl@hotmail.com
[3] Φοιτήτρια ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
irisjmts@windowslive.com
[4] Φυσικός, Υποψήφιος Διδάκτωρ ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
spyros.kollas@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σύγχρονη διάσταση του επιστημονικού γραμματισμού προωθεί τη διαμόρφωση Αναλυτικών Προγραμμάτων στο μάθημα των φυσικών επιστημών, προσανατολισμένων στη σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινή εμπειρία των μαθητών. Η διάσταση αυτή είναι σημαντική προκειμένου ο μαθητής να αρχίσει να αντιλαμβάνεται την αξία της επιστήμης στις διάφορες εκφάνσεις της ζωής του και ως μελλοντικός πολίτης να μπορεί να συμμετέχει στα κοινωνικά δρώμενα λαμβάνοντας υπόψη την επιστημονική γνώση. Σύμφωνα με τις κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις, ο ρόλος του εκπαιδευτικού για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ επιστημονικού και καθημερινού Λόγου είναι καθοριστικός. Αυτός είναι, που πρέπει να κατευθύνει τους μαθητές στην κατανόηση και τη συσχέτιση των δύο διαφορετικών πλαισίων που οι Λόγοι αυτοί διαμορφώνουν. Η παρούσα έρευνα ανιχνεύει τις απόψεις μελλοντικών δασκάλων σχετικά με το ρόλο του εκπαιδευτικού στη σύνδεση του καθημερινού Λόγου του μαθητή με τον επιστημονικό Λόγο που διαπραγματεύεται στη σχολική τάξη. Επίσης διερευνά το κατά πόσο το υπάρχον Αναλυτικό Πρόγραμμα του Δημοτικού σχολείου υποστηρίζει το ρόλο του εκπαιδευτικού, θέτοντας στόχους και παραθέτοντας δραστηριότητες που θα τον καθοδηγούν κατάλληλα στη διαδικασία σύγκλισης των δύο Λόγων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικό Πρόγραμμα Δημοτικού, επιστημονικός εγγραμματισμός, κοινωνικο-πολιτισμικές προσεγγίσεις, ρόλος του δασκάλου, εμπειρική έρευνα*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι φυσικές επιστήμες (φ.ε.) άρχισαν να διδάσκονται ως μάθημα ήδη από τον 18ο αιώνα. Από τότε μέχρι σήμερα, οι στόχοι της διδασκαλίας τους έχουν διαφοροποιηθεί και μετασχηματιστεί πολλάκις. Οι μετασχηματισμοί αυτοί οφείλονται στις κοινωνικοπολιτισμικές μεταβολές, οι οποίες επηρεάζουν καθοριστικά τη διαμόρφωση των Αναλυτικών Προγραμμάτων (Α.Π.) στο μάθημα των φ.ε.. Στα μέσα της δεκαετίας του ’80 τα Α.Π. με σύνθημα «Επιστήμη για όλους» (Science for all) αναγνωρίζουν ότι το σχολείο δεν καλείται να προετοιμάσει μελλοντικούς επιστήμονες και προσανατολίζονται στη σχέση των φ.ε. με την καθημερινή ζωή. Στοχεύουν, μέσα από τις φ.ε., να διαμορφώσουν πολίτες ικανούς να χειρίζονται αποτελεσματικά οποιοδήποτε θέμα προκύπτει στην καθημερινή ζωή τους (Aikenhead, 2002, Καρύδας & Κουμαράς, 2003). Κυρίαρχα στα πρώτα στάδια της ενασχόλησης του μαθητή με τις φ.ε., ένα Α.Π. πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ένα πρόγραμμα για την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών μέσα από ενότητες που αναδεικνύουν τη σχέση της καθημερινότητας του μαθητή με τις φ.ε. (Millar, 2007).

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ: Ο ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗΣ

Ο «επιστημονικός γραμματισμός» εμφανίζεται ως όρος για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1950. Σήμερα χρησιμοποιείται προκειμένου να υποδηλώσει «όλα όσα πρέπει να γνωρίζει το ευρύ κοινό για τις φυσικές επιστήμες» (Durant, Evans & Thomas, 1993). Ο όρος είναι πολύ γενικός και εν πολλοίς ασαφής και το

περιεχόμενό του καθορίζεται σημαντικά από το πλαίσιο των κοινωνικών επιδιώξεων και πολιτισμικών παραδόσεων κάθε χώρας (Laugksch, 2000). Μια κοινή συνιστώσα, όμως, των περισσότερων ορισμών για τον επιστημονικό γραμματισμό που καταγράφονται στη βιβλιογραφία είναι ότι έρχονται σε αντίθεση με την απλή αναπαραγωγή της επιστημονικής γνώσης. Ο μαθητής πρέπει να κατανοεί τι σημαίνουν οι έννοιες που χρησιμοποιεί και ποια είναι η σχέση τους με την καθημερινή του ζωή (Χαλκιά, 2012). Άλλωστε, η επιστημονική γνώση δεν μπορεί να προσλαμβάνεται απρόσωπα, αλλά προκύπτει ως τμήμα της ζωής, ανάμεσα σε πραγματικούς ανθρώπους, με πραγματικά ενδιαφέροντα, σε έναν πραγματικό κόσμο (Ziman ,1991).

Η πιο σοβαρή ένδειξη για το πόσο σημαντική θεωρείται η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού στη σύγχρονη εποχή για το δυτικό κόσμο είναι η απόφαση του διεθνούς οικονομικού οργανισμού ΟΟΣΑ να διερευνήσει μέσω του διαγωνισμού PISA το επίπεδο του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών και όχι το επίπεδο κατανόησης που επιτυγχάνουν για τη σχολική επιστήμη. Σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ, ως επιστημονικός γραμματισμός ορίζεται η ικανότητα των μαθητών να εφαρμόζουν τις γνώσεις και δεξιότητες που απέκτησαν στο μάθημα των φ.ε., ώστε να αναλύουν, να συλλογίζονται και να επικοινωνούν αποτελεσματικά όταν καλούνται να αντιμετωπίσουν προβλήματα της καθημερινής ζωής. Ο ορισμός αυτός υπογραμμίζει ότι η σχολική γνώση δεν είναι αυτοσκοπός. Είναι το μονοπάτι που πρέπει να διαβεί ο μαθητής για να αποκτήσει τα απαραίτητα εφόδια, ένα μονοπάτι που όπως διευκρινίζει ο ΟΟΣΑ αλληλεπιδρά με την ζωή του παιδιού έξω από το σχολείο, τις γνώσεις και τις δεξιότητες που αποκτά εκεί (ΟΟΣΑ-PISA, 2006).

Στην εκπαιδευτική πράξη για να γίνει αποτελεσματικά η σύνδεση επιστήμης και καθημερινότητας, ο δάσκαλος πρέπει να έχει επίγνωση των διαφορών ανάμεσα στο Λόγο της επιστήμης και το Λόγο της καθημερινής ζωής. Ο πρώτος περιλαμβάνει συγκεκριμένες έννοιες, θεωρίες, μοντέλα, τρόπο σκέψης και τρόπο εκφοράς, ενώ ο δεύτερος διέπεται από χαλαρούς και ευμετάβλητους κανόνες. Τα παιδιά καλούνται να υιοθετήσουν τη γλώσσα της επιστήμης, την οποία συνήθως δε γνωρίζουν και η οποία είναι ξένη προς τον καθημερινό τους Λόγο, και σε αυτή τη μετάβαση συναντούν σημαντικές δυσκολίες (Moje et al., 2001). Ο δάσκαλος, λοιπόν, οφείλει να αναγνωρίζει τη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και να τους βοηθά να χρησιμοποιούν τη νέα γνώση για μια πιο λειτουργική ερμηνεία των φαινομένων της καθημερινότητάς τους (Χαλκιά, 2012).

Σε αυτή τη διαφορά των δύο Λόγων, αλλά και ευρύτερα στη διαφορά του πλαισίου της ζωής του παιδιού από το πλαίσιο της επιστήμης, εστιάζει η θεωρία της κοινωνικής εποικοδόμησης, κύριος εκφραστής της οποίας είναι ο Vygotsky. Για τον Vygotsky, το κοινωνικό περιβάλλον που ζει το άτομο δεν είναι απλώς ένας ακόμη παράγοντας στην «εξίσωση» της ανθρώπινης ανάπτυξης που έχει ανάγκη ερμηνείας, αλλά αυτό που μας παρέχει τις κατευθύνσεις στις οποίες θα αναζητήσουμε τις ερμηνείες μας (Driscoll, 1994). Συνεπώς, πρέπει να μελετώνται οι κοινωνικές και πολιτισμικές διαδικασίες του περιβάλλοντος του παιδιού που επιδρούν πάνω στις γνώσεις, τις σκέψεις, τις στάσεις και τις αξίες του, προκειμένου να κατανοηθούν οι γνωστικές του λειτουργίες. Ο παράγοντας αυτός υπερθεματίζει το ρόλο του εκπαιδευτικού στη διαδικασία της μάθησης.

Ο εκπαιδευτικός είναι ενεργός μέτοχος στη διαδικασία της μαθησιακής επικοινωνίας, ένας διαμεσολαβητής της επίσημης κουλτούρας και, συχνά, ένας διαπραγματευτής εννοιών. Οφείλει να κατανοεί το πλαίσιο αναφοράς των μαθητών του, να τους βοηθάει με κατάλληλα εργαλεία και δραστηριότητες και να παρέχει εμπειρίες προκειμένου οι μαθητές να μπορέσουν να συσχετίσουν το πλαίσιο της επιστήμης με αυτό της καθημερινότητάς τους. Για να γίνει όμως αυτό, χρειάζεται και ο ίδιος ο δάσκαλος να μπορεί να υπερβαίνει το δικό του πλαίσιο αναφοράς, να βρίσκει τρόπους να μετατρέπει τον επιστημονικό Λόγο σε καθημερινή εμπειρία των παιδιών και να συνθέτει τη θεωρία με την καθημερινή πράξη. Στόχος είναι η επίλυση των όποιων συγκρούσεων παρατηρούνται, όχι μόνο σε επίπεδο εννοιολογικού πλαισίου αλλά και μεταξύ των αξιών, των κοινωνικών κανόνων, των γλωσσών και των πρακτικών των δύο Λόγων (Anderson, 2007, Ράπτης, 2004).

Συμπερασματικά, τα σύγχρονα Α.Π. αποσκοπούν στον επιστημονικό γραμματισμό όλων των μαθητών. Ο προσανατολισμός αυτός θέτει στο επίκεντρο την ίδια τη ζωή του παιδιού και αντιλαμβάνεται το ρόλο των φ.ε. ως το μέσο διαμόρφωσης πολιτών ικανών να χειρίζονται αποτελεσματικά οποιοδήποτε θέμα προκύπτει στην καθημερινή ζωή τους. Η αντίληψη αυτή προϋποθέτει την ικανότητα του μαθητή να συσχετίζει την επιστήμη με τη ζωή του και όχι να τη βλέπει ως ένα σώμα αποκομμένο, με δικούς του κανόνες, όρους και τρόπους σκέψης, ξένο από τη δική του ζωή. Ο ρόλος του δασκάλου στη γεφύρωση των δύο πλαισίων είναι καθοριστικός. Υπάρχει απόσταση μεταξύ του επίπεδου ανάπτυξης στο οποίο το παιδί βρίσκεται σε μια γνωστική περιοχή - αυτών που το παιδί μπορεί να επιτύχει από μόνο του - και του επιπέδου που το παιδί μπορεί να φτάσει αν βοηθηθεί από τον εκπαιδευτικό και τη κοινωνία της τάξης του (Χαλκιά, 2012). Έτσι, κατά την εκπαιδευτική διαδικασία πρέπει να παρέχεται ένα πλούσιο μαθησιακό περιβάλλον με κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες που έχουν γνώμονα τις ζωές των μαθητών, έτσι ώστε να μπορέσουν συνθέσουν τις επιστημονικές έννοιες με εκείνες της καθημερινής ζωής.

Η ΕΡΕΥΝΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΡΟΛΟ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ίδια η βιβλιογραφία θεωρεί κομβικό το ρόλο του εκπαιδευτικού στη σύνδεση επιστήμης και καθημερινότητας του παιδιού. Γι' αυτό το λόγο, θεωρήθηκε ενδιαφέρον και εξαιρετικά σημαντικό να διερευνηθούν οι απόψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με τη σημασία του ρόλου του δασκάλου σε αυτή τη διαδικασία. Δεδομένου ότι στα μαθητικά τους χρόνια έχουν οι ίδιοι γίνει αποδέκτες

παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας στο μάθημα των φ.ε. που παραγνώριζαν τη σύνδεση αυτή και εστίαζαν στη διδασκαλία των εννοιών, δημιουργήθηκαν τα εξής ερωτήματα· Θεωρούν σημαντικό το στόχο της διασύνδεσης του επιστημονικού και του καθημερινού Λόγου; Ποιος είναι ο ρόλος του δασκάλου σε αυτή τη διαδικασία; Πώς σκοπεύουν οι ίδιοι να διαχειριστούν αυτό το ρόλο στη σχολική τάξη; Με βάση τα παραπάνω επί μέρους ερωτήματα και λαμβάνοντας, υπόψη ότι οι φοιτητές Παιδαγωγικών Τμημάτων αποτελούν το εν δυνάμει ανθρώπινο δυναμικό του εκπαιδευτικού συστήματος, προέκυψε το εξής ερευνητικό ερώτημα: *«Ποιες είναι οι απόψεις φοιτητών Παιδαγωγικών Τμημάτων του τέταρτου έτους σχετικά με το ρόλο του εκπαιδευτικού στη σύνδεση του καθημερινού Λόγου του μαθητή με τον επιστημονικό Λόγο που κυριαρχεί στη σχολική τάξη;»*

ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΟ ΟΠΟΙΟ ΔΙΕΞΗΧΘΗ Η ΕΡΕΥΝΑ

Αφορμή για τη διερεύνηση αυτή, στάθηκε η παρακολούθηση εβδομαδιαίου εργαστηρίου στα πλαίσια του μαθήματος «Διδακτική Φυσικών Επιστημών» του Ζ΄ εξαμήνου του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (Π.Τ.Δ.Ε) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.). Στόχος του εργαστηρίου ήταν η γνωριμία των μελλοντικών εκπαιδευτικών με το διδακτικό μοντέλο του εποικοδομισμού και την αξιοποίησή του στο μάθημα των φ.ε. Στο εργαστήριο αυτό, οι φοιτητές, ανά ομάδες, καλούνται να πραγματοποιήσουν μια διδασκαλία φ.ε. εφαρμόζοντας τη μέθοδο του εποικοδομισμού. Το ρόλο των μαθητών κατά τη διάρκεια της εκάστοτε διδασκαλίας αναλαμβάνουν οι υπόλοιποι φοιτητές. Στην εν λόγω έρευνα, κατά τη διδασκαλία του θέματος «Το βάρος των σωμάτων δεν επηρεάζει τον χρόνο πτώσης τους» παρουσιάζεται η ικανότητα μελλοντικών δασκάλων να συσχετίζουν την επιστήμη με την καθημερινή τους ζωή και στη συνέχεια μελετώνται οι απόψεις τους σχετικά με το ρόλο που πρέπει να έχει ο δάσκαλος στη διασύνδεσης των δύο πλαισίων.

Η βασική εναλλακτική ιδέα που καταγράφει η βιβλιογραφία σχετικά με το θέμα αυτό είναι: «τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα από τα ελαφρύτερα» (Σολομωνίδου, Σταυρίδου, Χρηστίδης, 1997). Αν και η επιστημονικά ορθή άποψη φαινόταν να είναι εξ αρχής οικεία σε όλους τους φοιτητές-μαθητές, ο στόχος αυτός περιελάμβανε μια σύγκρουση με τη καθημερινή τους εμπειρία. Η αντιμετώπιση αυτής της ιδέας υπάρχει ως υπόδειγμα στο βιβλίο του μαθήματος της Διδακτικής Φ.Ε. του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών, όπου προτείνεται να υλοποιηθεί μέσω του παρακάτω πειράματος: δύο όμοια μπουκάλια νερού, ένα μισογεμάτο και ένα πλήρως γεμάτο, αφήνονται από κάποιο ύψος και τελικά φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος (Χαλκιά, 2012). Αν και ορθή, η προσέγγιση αυτή δεν ερμηνεύει την περίπτωση της πτώσης σωμάτων που είναι αρκετά ελαφριά. Αν ισχύει ότι το βάρος των σωμάτων δεν παίζει ρόλο, τι συμβαίνει με την πτώση ενός φύλλου χαρτιού Α4 και ενός βιβλίου Α4; Είναι κοινή παρατήρηση ότι τα δύο αυτά σώματα πέφτουν με διαφορετικές επιταχύνσεις. Η επέκταση αυτή ήταν αναγκαία προκειμένου να υπάρξει συσχέτιση της καθημερινής εμπειρίας με το επιστημονικό συμπέρασμα και να μην δημιουργηθούν αμφισβητήσεις ως προς την εφαρμοσιμότητα της επιστήμης, οι οποίες τελικά θα οδηγήσουν στη δόμηση δύο διακριτών ερμηνευτικών πλαισίων.

Σύμφωνα με την επιστήμη, όταν ένα σώμα είναι αρκετά ελαφρύ, η αντίσταση του αέρα επηρεάζει και μεταβάλλει αισθητά το χρόνο πτώσης του. Συγκεκριμένα, κατά την πτώση ενός σώματος στον αέρα, όσο αυξάνεται η ταχύτητά του, τόσο αυξάνεται και η αντίσταση του αέρα που δέχεται. Σε αντίθεση με ένα βαρύ σώμα, κατά την πτώση ενός ελαφριού σώματος (π.χ. φύλλου χαρτί) η αντίσταση του αέρα εξισώνεται πολύ γρηγορότερα με το σχετικά μικρό του βάρος. Από αυτό το χρονικό σημείο και έπειτα, το ελαφρύ σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, ενώ την ίδια στιγμή ένα βαρύ σώμα συνεχίζει να επιταχύνει. Το φαινόμενο αυτό δίνει την λανθασμένη εντύπωση στον καθημερινό παρατηρητή ότι γενικά τα βαριά σώματα πέφτουν γρηγορότερα από τα ελαφριά. Πάντως, για σώματα βαρύτερα και όταν η πτώση πραγματοποιείται από χαμηλά ύψη -όπως συνήθως συμβαίνει στην καθημερινότητα- η πτώση προσεγγίζει την ελεύθερη πτώση και ισχύει ότι «Το βάρος των σωμάτων δεν επηρεάζει τον χρόνο πτώσης τους» (Hewitt 2004).

Κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας, λοιπόν, οι φοιτητές αντιμετώπισαν δύο διαδοχικές γνωστικές συγκρούσεις: 1) Η εξαγωγή του συμπεράσματος «δύο σώματα διαφορετικού βάρους πέφτουν ταυτόχρονα» με το πείραμα με τα δύο μπουκάλια, αν και επιβεβαιώνει την επιστημονική τους γνώση, αιφνιδιάζει την εμπειρία τους. Οι φοιτητές δεν μπορούν να αναγνωρίσουν σε ποιες περιπτώσεις ισχύει αυτός ο επιστημονικός νόμος και τον γενικεύουν. 2) Το επιστημονικό συμπέρασμα που εξάγουν δε φαίνεται να είναι λειτουργικό σε άλλα παραδείγματα της καθημερινής ζωής π.χ. φύλλο χαρτί και βιβλίο (με ίδιο εμβαδό επιφάνειας), γεγονός όμως που δεν το συνειδητοποιούν αν δεν φέρει ο εκπαιδευτικός την κατάλληλη δραστηριότητα. Η υπέρβαση των συγκρούσεων αυτών και η δυσκολία των φοιτητών να αναγνωρίζουν το πλαίσιο που οι δύο Λόγοι της επιστήμης και της καθημερινότητας συγκρούονται, μας τροφοδότησε με προβληματισμούς σχετικά με το ρόλο του εκπαιδευτικού σε μια τέτοια διαδικασία. Αναρωτηθήκαμε ακόμη, κατά πόσο οι μαθητές είναι ικανοί να συγκλίνουν αυτά τα δύο πλαίσια χωρίς τον καθοδηγητικό ρόλο του εκπαιδευτικού.

Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Με αφορμή τους προβληματισμούς αυτούς, τέθηκε το βασικό ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας, όπως αυτό διατυπώθηκε παραπάνω. Για την απάντησή του, πραγματοποιήθηκαν 6 ημιδομημένες συνεντεύξεις (διάρκειας περίπου 30 λεπτών) σε φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. του Ε.Κ.Π.Α., οι οποίοι είχαν παρακολουθήσει τη συγκεκριμένη διδασκαλία. Οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν και εν συνεχεία

αναλύθηκαν. Για την ανάλυση αυτή ακολουθήθηκε η θεμελιακή θεωρία (grounded theory) των Glaser and Strauss σύμφωνα με την οποία, μέσα από μια επαγωγική διαδικασία, ανακαλύπτεται και αναπτύσσεται η θεωρία αυτή που «ταιριάζει» καλύτερα στα δεδομένα της εν λόγω έρευνας (Strauss & Corbin, 1990).

Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και προκειμένου να ερμηνευτούν με αξιόπιστο τρόπο τα δεδομένα των συνεντεύξεων, θεωρήθηκε χρήσιμη η αναζήτηση του προφίλ των φοιτητών που συμμετείχαν στην έρευνα. Για να υλοποιηθεί αυτό τέθηκαν ορισμένες ερωτήσεις στους φοιτητές σχετικά με: α) τη σχέση τους με τις φ.ε. κατά διάρκεια των σχολικών τους χρόνων β) τη σχέση τους με τις φ.ε. κατά τη διάρκεια των ακαδημαϊκών τους σπουδών και γ) το βαθμό εμπιστοσύνης που έχουν οι ίδιοι στις ικανότητές τους, ως μελλοντικοί εκπαιδευτικοί.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: ΟΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ

Στο πλαίσιο της ανάλυσης των δεδομένων των συνεντεύξεων και με στόχο τη διευκόλυνση της συσχέτισης των δεδομένων, διαμορφώθηκε ένας πίνακας που περιλαμβάνει τις απόψεις των φοιτητών σχετικά με τις βασικές θεματικές που συζητήθηκαν σε κάθε συνέντευξη. Οι θεματικές αυτές αποσκοπούσαν στην απάντηση του ερευνητικού μας ερωτήματος σχετικά με το ρόλο του δασκάλου. Πιο συγκεκριμένα, αυτές αφορούσαν:

1) τη στάση που διατήρησε ο κάθε φοιτητής ως μαθητής της διδασκαλίας που διεξήχθη (ποιον Λόγο από τους δύο χρησιμοποιούσε), όντας ο ίδιος φορέας εμπειριών που έρχονται σε σύγκρουση με την επιστημονική γνώση,
2) την άποψή του σε σχέση με την ανάγκη διασύνδεσης του επιστημονικού και του καθημερινού Λόγου,
3) το ρόλο του δασκάλου στη σύνδεση των δύο λόγων.

Στον πίνακα 1, που παρατίθεται στην επόμενη σελίδα, αποτυπώνονται, εκτός από τις παραπάνω θεματικές, και τα προφίλ των φοιτητών που έλαβαν μέρος στην έρευνα. Οι φοιτητές έχουν διαταχθεί ανάλογα με τον ποιον από τους δύο Λόγους χρησιμοποίησαν (καθημερινό ή επιστήμης) κατά την προσέγγιση του φαινομένου της ελεύθερης πτώσης στη διδασκαλία.

Αναλυτικότερα, στο φάσμα που δημιουργείται από τη διάταξη αυτή των φοιτητών, το άτομο που βρίσκεται στο άκρο του καθημερινού Λόγου, σκέφτεται και επιχειρηματολογεί με επίκεντρο τις εμπειρίες του. Αυτό έχει σαν συνέπεια, παρά τη θεωρητική γνώση που έχει σχετικά με το θέμα, να αμφισβητεί την ισχύ της επιστήμης στο συγκεκριμένο φαινόμενο και να μην μπορεί να τη χρησιμοποιήσει για να ερμηνεύσει τις εμπειρίες του. Αντίστοιχα, το άτομο που βρίσκεται στο άκρο του επιστημονικού Λόγου και έχει κυρίαρχο μέσα του αυτόν, αντιμετωπίζει τα φαινόμενα της καθημερινότητας υπό το πρίσμα της επιστήμης, δίνοντας δηλαδή εξηγήσεις μέσα από φυσικούς νόμους και τύπους. Τέλος, στο κέντρο του πίνακα, βρίσκονται άτομα που κατέχουν τη σύνδεση των δύο Λόγων σε ικανοποιητικό βαθμό ή μπορούν να αναγνωρίσουν ότι μέσα τους είναι αντιμέτωποι με δύο διαφορετικές ερμηνευτικές προσεγγίσεις, των οποίων αναζητούν τη σύγκλιση.

Με μια πρώτη ματιά στους πίνακες, γίνεται εμφανές ότι η πλειονότητα του δείγματος, με την είσοδό του στην αίθουσα του εργαστηρίου, κάνει χρήση του επιστημονικού Λόγου ανεξάρτητα από το αν τον πιστεύει ή όχι. «Αφήνει έξω» από την αίθουσα τον καθημερινό Λόγο και προσαρμόζεται στο περιβάλλον «της σχολικής τάξης». Αυτός ο διαχωρισμός των δύο Λόγων μαρτυρά ότι οι φοιτητές δεν έχουν κατασκευάσει μέσα τους τον «τρίτο χώρο» που συγχωνεύει τους Λόγους σε έναν κοινό (Moje et al., 2001) όπως επίσης και ότι δεν έχει επιτευχθεί η ευέλικτη μετάβαση από τον έναν στον άλλο, ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο λειτουργούν (Χαλκιά, 2012).

Ωστόσο, όλοι οι φοιτητές αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα της διασύνδεσης της επιστήμης με την καθημερινότητα. Μάλιστα, πολλοί από αυτούς θεωρούν ότι η έλλειψη της σύνδεσης αυτής είναι η αιτία για την οποία οι ίδιοι δεν αγάπησαν τις φ.ε. αφού αδυνατούσαν να συσχετίσουν την καθημερινότητα με τις επιστημονικές γνώσεις που διαπραγματεύονταν στη σχολική τους ζωή. Οι απόψεις τους για το πόσο παρεμβατικός πρέπει να είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε αυτή τη διαδικασία διίστανται. Οι περισσότεροι από αυτούς, πιστεύουν ότι οφείλει να καθοδηγεί ενεργά την πορεία που πρέπει να ακολουθήσουν οι μαθητές, για να κάνουν τις επιθυμητές συσχετίσεις. Οι υπόλοιποι φοιτητές θεωρούν πως, αν και οι ίδιοι όντως εμφάνιζαν σημαντικές δυσκολίες στο να κάνουν αυτές τις

	Προφίλ.	***Στάση που διατήρησε στο εργαστήριο ως μαθήτρια: Ποιόν λόγο χρησιμοποιούσε για να ερμηνεύσει τα φαινόμενα;***	***Είναι σημαντικός ο στόχος της διασύνδεσης του επιστημονικού και του καθημερινού λόγου;***	***Τι πιστεύει για το ρόλο του δασκάλου σύνδεση των δύο λόγων; Πώς πιστεύει ότι θα υπηρετήσει αυτό το ρόλο ως μελλοντική δασκάλα;***
Φ1	•Τεχνολογική κατεύθυνση •Πολύ καλές επιδόσεις σε μαθήματα των φ.ε. της σχολής, αλλά ανασφαλής ως προς τις γνώσεις της.	Καθόλη τη διδασκαλία προτάσσει επιχειρήματα και παραδείγματα μέσα από την εμπειρία που αμφισβητούν την ισχύ του επιστημονικά ορθού στην καθημερινή μας ζωή.	Οι φ.ε. προσφέρονται ώστε να μάθουν τα παιδιά να εξετάζουν την καθημερινότητα. Ο μαθητής πρέπει να μάθει να σκέφτεται κριτικά και να αμφισβητεί τις αυθεντίες. Ακόμη και την επιστήμη δεν πρέπει να τη δέχεται άκριτα, αν δε συμβαδίζει με την καθημερινή του εμπειρία.	Σκοπός του δασκάλου πρέπει να είναι η δημιουργίας άρρηκτων συνδέσεων μεταξύ καθημερινότητας και επιστήμης. Η ίδια θεωρεί ότι είναι προϋπόθεση να έχει καταφέρει να συμφιλιώσει μέσα της τους δύο λόγους. Είναι ανασφαλής γι' αυτό ίσως προτιμήσει να παραμένει στον επιστημονικό Λόγο.
Φ2	•Θεωρητική κατεύθυνση •Καλό επίπεδο γνώσεων των φ.ε. με αυτοπεποίθηση και ενεργό συμμετοχή στο εργαστήριο.	Αρχικά εκφράζει το επιστημονικό, αλλά μετά χρησιμοποιώντας παραδείγματα της καθημερινότητας αμφισβητεί την ισχύ του και υπερασπίζεται σθεναρά την εμπειρία της.	Ο σκοπός των φ.ε. είναι να αποκτήσουν τα παιδιά την ικανότητα να ερμηνεύουν την καθημερινότητά τους.	Σκοπός του εκπαιδευτικού πρέπει να είναι οι μαθητές του να μη δομούν δύο ανεξάρτητους λόγους, αλλά να μπορούν να τους συσχετίζουν. Για τη σύνδεση των δύο πλαισίων, πιστεύει ότι η ίδια πρέπει να τους υποστηρίζει προσφέροντας την κατάλληλη πορεία, βήμα-βήμα.
Φ3	•Τεχνολογική κατεύθυνση •Καλό επίπεδο γνώσεων των φ.ε. με αυτοπεποίθηση και ενεργό συμμετοχή στο εργαστήριο.	Αιτιολογεί αρχικά με όρους επιστήμης το φαινόμενο και στη συνέχεια κάνει συσχετίσεις με τον κόσμο της εμπειρίας. Η μετάβαση από το ένα πλαίσιο στο άλλο δε τη δυσκολεύει.	Στόχος είναι οι μαθητές να επεκτείνουν τα συμπεράσματά που εξάγουν επιστημονικά σε καθημερινές καταστάσεις ώστε να μπορούν να αναγνωρίζουν την αξία της επιστήμης.	Ο μαθητής βιώνει την καθημερινότητα. Όταν υπάρχει αντίφαση μεταξύ καθημερινότητας και επιστήμης πρέπει ο εκπαιδευτικός να αντιλαμβάνεται τη διαφορά και να αναζητά τον τρόπο να συσχετίσει τις δύο γνώσεις. Θα επιδιώκει οι μαθητές της να επεκτείνουν τα συμπεράσματά τους σε καθημερινές καταστάσεις για μη μένουν με απορίες.
Φ4	•Θεωρητική κατεύθυνση •Πολύ συνετής φοιτήτρια, όμως χωρίς βαθιά γνώση των φ.ε. και ανασφαλής ως προς τις γνώσεις της.	Αρχικά αναπαράγει την επιστημονική γνώση, χωρίς να μπορεί να την ερμηνεύσει. Αργότερα αναγνωρίζει ότι τα επιχειρήματα των συμφοιτητών της, τα οποία προέρχονται από την εμπειρία τους, της φαίνονται λογικά. Τελικά καταφεύγει σε αυτό που ξέρει επιστημονικά και την κάνει να αισθάνεται ασφαλής.	Απαραίτητο είναι στις φ.ε. να συνδέονται τα επιστημονικά συμπεράσματα με την καθημερινή ζωή για να μπορεί το παιδί να εξηγεί όλα όσα γνωρίζει.	Σημαντικός είναι ο καθοδηγητικός ρόλος του εκπαιδευτικού σε αυτή τη διαδικασία. Ο μαθητής έχει την ανάγκη ο εκπαιδευτικός να του υποδείξει την κατάλληλη πορεία. Η ίδια πιστεύει ότι δε θα επιχειρεί πάντα αυτή τη διασύνδεση, γιατί αισθάνεται ανασφαλής.
Φ5	•Θεωρητική κατεύθυνση •Κατέχει γνώσεις που δε μπορεί πάντα να ερμηνεύσει. Αισθάνεται ασφαλής και πλήρης πίσω από την επιστημονική γνώση.	Κάνει χρήση του επιστημονικού λόγου. Δε μπορεί να κάνει μόνη της τη σύνδεση, ωστόσο όταν της υποδεικνύεται μια πορεία συσχέτισης μπορεί και την ακολουθεί.	Στις φ.ε. πρέπει να γίνεται σύνδεση με την καθημερινότητα, αφού αποτελεί πτυχή τους. Είναι ωστόσο σημαντικό να καλύπτεται όλο το επιστημονικό φάσμα των φαινομένων.	Το παιδί μπορεί να κάνει τη σύνδεση, ο δάσκαλος όμως πρέπει να είναι εκεί για να τον βοηθά να ξεπερνά τα όποια νοητικά εμπόδια. Θέλει να είναι γνωστικά έτοιμη για να απαντήσει σε κάθε ερώτηση των μαθητών.
Φ6	•Θεωρητική κατεύθυνση •Άριστες επιδόσεις στα μαθήματα των φ.ε. της σχολής, με πολύ υψηλή αυτοπεποίθηση, αν και δε συμμετέχει συχνά στο εργαστήριο.	Μέσα της κυριαρχεί ο επιστημονικός Λόγος. Η καθημερινότητα αποτελεί προέκταση του επιστημονικού και τη βλέπει μέσα από το πρίσμα του. Δεν αναγνωρίζει καν τις ασυμβατότητες του ενός λόγου με τον άλλον. Όταν κάποιος της θέτει επιχειρήματα καθημερινής εμπειρίας απαντά με επιστημονικούς όρους (τύπους, νόμους).	Η καθημερινότητα θεωρείται σημαντική στα πλαίσια των φ.ε. για να επιβεβαιώνει την ισχύ των επιστημονικών συμπερασμάτων.	Ο μαθητής μπορεί να κάνει τη σύνδεση των επιστημονικών φαινομένων που του παρουσιάζονται με την καθημερινότητά του, γιατί η επιστήμη δεν έχει επιδράσει στον τρόπο σκέψης του. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να προσφέρει τον επιστημονικό τρόπο να βλέπει ο μαθητής την καθημερινότητα. Η ίδια θα κάνει τη σύνδεση σε αυτό το πλαίσιο.

Καθημερινός λόγος → ***Επιστημονικός λόγος***

Πίνακας 1: Ο τρόπος με τον οποίο οι φοιτητές προσεγγίζουν την ερμηνεία των φαινομένων των φ.ε. και η άποψή τους για το ρόλο του δασκάλου στη σύνδεση της επιστήμης με τον καθημερινό λόγο του παιδιού.

συσχετίσεις, για τους μαθητές είναι μια πιο εύκολη διαδικασία, αφού η επιστήμη δεν έχει επιδράσει ισχυρά μέσα τους και ακόμα σκέφτονται με όρους της καθημερινότητας.

Τέλος, παρατηρείται ότι τα ειδικά χαρακτηριστικά της προσωπικότητας των φοιτητών σε συνδυασμό με το γνωστικό επίπεδό τους στις φ.ε., επηρεάζουν τη διαμόρφωση της στάσης που σκοπεύουν να κρατήσουν ως μελλοντικοί δάσκαλοι. Ειδικότερα, άτομα που κατέχουν μεν τη γνώση του επιστημονικού Λόγου, αλλά δεν την

έχουν εσωτερικεύσει, εμφανίζονται ανασφαλή και εκφράζουν ανοιχτά ότι ως δάσκαλοι μπορεί να μην τολμήσουν τη σύνδεση των δύο Λόγων, ακόμα και αν θεωρούν το ρόλο τους πολύ σημαντικό σε αυτήν.

ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ: ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΑΙΔΙΟΥ

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της έρευνάς μας, τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας των φοιτητών σε συνδυασμό με το επίπεδο των γνώσεων τους στις φ.ε., θα επηρεάσουν έντονα τις ενέργειές τους, όταν θα γίνουν οι ίδιοι δάσκαλοι, κατά τη διαδικασία της συσχέτισης των επιστημών με την καθημερινή ζωή των μαθητών τους. Ιδιαίτερα σημαντικό θα ήταν συνεπώς για αυτούς να έχουν ένα Α.Π. που θα αναγνωρίζει τη σημασία του σκοπού του επιστημονικού γραμματισμού όλων των μαθητών και της διασύνδεσης των δύο πλαισίων με γνώμονα τη ζωή του εκπαιδευόμενου. Επίσης, θα υποστηρίζει τις ενέργειες του εκπαιδευτικού με σαφείς κατευθυντήριες γραμμές και αναλυτικές δραστηριότητες υλοποίησης των σκοπών. Στο σημείο αυτό, κρίθηκε σημαντικό να διερευνηθεί το κατά πόσο το ισχύον Α.Π. της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μέσα από τους σκοπούς και τους στόχους που θέτει, εξυπηρετεί τη σύνδεση επιστημονικού και καθημερινού Λόγου, θέτοντας ανάλογους στόχους και δραστηριότητες.

Σχετικά με τη διερεύνηση του ρόλου του Α.Π., τέθηκε το εξής ερευνητικό ερώτημα: *«Οι γενικοί σκοποί και οι εδικοί στόχοι του ελληνικού Α.Π. αποσκοπούν στη συσχέτιση του Λόγου της επιστήμης και της καθημερινότητας;»*. Και κατ' επέκταση: *«Εξυπηρετούν το σκοπό της δημιουργίας επιστημονικά εγγράμματων μαθητών;»*. Τα συγκεκριμένα δύο ερωτήματα, πέρα από τον λειτουργικό ρόλο που κατέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία, θεωρήθηκαν μείζονος σημασίας δεδομένου ότι αφορούν μαθητές οι οποίοι έρχονται για πρώτη φορά πιο οργανωμένα σε επαφή με τις φ.ε. και η γνωριμία τους αυτή καθορίζει, εν πολλοίς, τη μετέπειτα εικόνα και στάση τους απέναντί της.

Όσον αφορά στους γενικούς σκοπούς του ελληνικού Α.Π., έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και την απόκτηση γνώσεων σχετικών με τις φ.ε.. Επιπλέον, αναφορές γίνονται «στην ικανότητα του μαθητή να συμμετέχει στην επίλυση κοινωνικών προβλημάτων, αξιοποιώντας τις ανωτέρω δεξιότητες και γνώσεις, καθώς και στη διαπίστωση της συμβολής των φ.ε. στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του». Ο σκοπός αυτός είναι συνεπής ως προς τις σύγχρονες τάσεις της βιβλιογραφίας, δε αναλύεται, ωστόσο, ο τρόπος με τον οποίο θα υλοποιηθεί και θα εφαρμοστεί στην πράξη. Επίσης, δε γίνεται καμία αναφορά στη διασύνδεση της καθημερινής εμπειρίας του μαθητή και της σχολικής γνώσης, τη διαπίστωση, δηλαδή, ότι τα φαινόμενα των φ.ε. τον αφορούν άμεσα, συμβαίνουν γύρω του και δεν περιορίζονται στα όρια της σχολικής τάξης. Έτσι παραγνωρίζεται ότι η σύνδεση αυτή είναι απαραίτητο βήμα για τη διαμόρφωση ενεργών πολιτών, χρήσιμων στην κοινωνία. Ας μην ξεχνάμε ότι αναφερόμαστε στον πληθυσμό του Δημοτικού, δηλαδή σε παιδιά ηλικίας 10 έως 11 ετών, όπου ο στόχος της κοινωνικής δραστηριοποίησης μέσω του μαθήματος των φ.ε. είναι μακρινός.

Το αναλυτικό πρόγραμμα περιορίζεται στην διατύπωση ειδικών στόχων ενδεικτικά σε τρεις με τέσσερις ενότητες στην κάθε τάξη, δίνοντας έμφαση στην κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής έρευνας. Σε αυτές δεν υποδεικνύεται ο τρόπος υλοποίησής τους και ο τρόπος υπηρέτησης των γενικών σκοπών του Α.Π..

Στο βιβλίο του δασκάλου, που αποτελεί τον κύριο οδηγό σχετικά για τον τρόπο διαπραγμάτευσης κάθε ενότητας στην τάξη, γίνεται μία σύντομη αναφορά στη σχέση επιστημονικής γνώσης και καθημερινότητας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι: «Τα προβλήματα της καθημερινότητας δίνουν στο μαθητή το στίγμα της εφαρμοσιμότητας της επιστήμης. Σε κάθε φύλλο εργασίας έχει γίνει προσπάθεια να εξασφαλίζεται η επέκταση και αναφορά του νέου γνωστικού υλικού σε όσο το δυνατόν ευρύτερα παραδείγματα καθημερινής εφαρμογής. Η σύνδεση του μαθήματος με την καθημερινότητα δημιουργεί στο μαθητή αυτόνομες ευκαιρίες επανάληψης.» Στις φράσεις αυτές αποτυπώνεται η αντίληψη ότι η καθημερινότητα είναι το πεδίο όπου πρέπει να αναζητηθεί η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης. Ωστόσο, δεν αναδεικνύεται ο κρίσιμος ρόλος αυτής, στην ίδια την ερμηνεία των φαινομένων. Επιπροσθέτως, δεν τονίζεται η διαφορά που έχουν για το παιδί τα δύο πλαίσια διαπραγμάτευσης των εννοιών, δίνοντας κατευθυντήριες γραμμές στους εκπαιδευτικούς για τη διαχείριση των συγκρούσεων που εμφανίζουν οι δύο Λόγοι.

Συνοψίζοντας, στο υπάρχον Α.Π., υπερθεματίζονται οι πτυχές της επιστημονικής γνώσης και η ανάπτυξη δεξιοτήτων έναντι της διασύνδεσης της καθημερινής ζωής του μαθητή με την επιστήμη. Το γεγονός αυτό, όπως φαίνεται από τις συνεντεύξεις, μπορεί να επηρεάζει σημαντικά εκπαιδευτικούς με χαμηλή αυτοπεποίθηση στον τρόπο που διαχειρίζονται τις φ.ε. στην εκπαιδευτική πράξη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο έρευνας της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση των απόψεων μελλοντικών δασκάλων για τη σημασία του ρόλου τους στη διασύνδεση του επιστημονικού Λόγου με εκείνον της καθημερινότητας. Παράλληλα, διερευνήθηκε ο βαθμός στον οποίο το ελληνικό Α.Π. της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης προσανατολίζεται προς τη σύνδεση αυτή.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την άποψη του Anderson ότι οι δάσκαλοι και οι μαθητές στα μαθήματα των φ.ε., θα πρέπει να βρουν τρόπους να επιλύσουν τις συγκρούσεις που παρατηρούνται ανάμεσα στους δύο κόσμους (Anderson, 2007). Στην περίπτωση των δύο Λόγων, της επιστήμης και της καθημερινότητας, κάτι τέτοιο μεταφράζεται ως η ικανότητα των εκπαιδευτικών να μπορούν να μεταβαίνουν από το ένα πλαίσιο στο άλλο, με ευχέρεια και ευελιξία, έτσι ώστε αρχικά να αντιλαμβάνονται τις δυσκολίες των μαθητών τους να κάνουν συσχετίσεις και στη συνέχεια να τους καθοδηγούν κατάλληλα στη διαδικασία σύγκλισης. Συνεπώς, με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, το ερώτημα που προκύπτει, είναι πώς εκπαιδευτικοί που δεν κατέχουν οι ίδιοι την ικανότητα να συνθέτουν τα δύο αυτά πλαίσια θα καταφέρουν να καθοδηγήσουν τους μαθητές τους σε αυτή την κατεύθυνση, ειδικά όταν υποστηρίζονται από ένα Α.Π. που δεν επικεντρώνεται σε αυτό το σκοπό και δε δίνει αναλυτικές κατευθυντήριες γραμμές στον εκπαιδευτικό.

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι προφανής. Είναι αδύνατον οι δάσκαλοι να είναι συνεπείς ως προς αυτό τους το ρόλο. Η ελλιπής γνώση και κατάρτιση προκαλεί την ανασφάλεια του εκπαιδευτικού και για το λόγο αυτό προτιμά πολλές φορές να μένει οχυρωμένος πίσω από την ασπίδα της επιστημονικής γνώσης, ακόμη και αν ξέρει ότι αυτή στερείται νοήματος για τα παιδιά. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο καθίσταται επιτακτική η ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών. Κρίνεται σημαντικό να δοθεί στους εκπαιδευτικούς η δυνατότητα να εμβαθύνουν όχι μόνο σε επιστημονικές θεωρίες και μοντέλα διδασκαλίας αλλά και στην κατάκτηση ικανοτήτων, που αποτελούν αναγκαία συνθήκη προκειμένου να μπορούν με αυτοπεποίθηση να υπηρετήσουν το ρόλο τους.

Στο ρόλο που θα έχουν οι δάσκαλοι ως διαμεσολαβητές των διαφορετικών πλαισίων του μαθητή, πολύτιμος αρωγός πρέπει να σταθεί ένα κατάλληλα διαμορφωμένο Α.Π. Η αναμόρφωση του Α.Π. πρέπει να στραφεί στην ανάδειξη της σχέσης της καθημερινότητας του μαθητή με την επιστήμη και να επισημαίνει τον τρόπο που αυτή επηρεάζει τις αντιλήψεις του για τα φαινόμενα και τις έννοιες των φ.ε.. Επιπλέον, πρέπει να παρέχει κατάλληλο εκπαιδευτικο υλικο στο δάσκαλο, που θα υποστηρίζει και θα ενισχύει το έργο του, στη διαμεσολάβηση των δύο αυτών Λόγων. Κρίνεται επίσης σκόπιμο, το ελληνικό Α.Π., ακολουθώντας τις σύγχρονες τάσεις που προωθούν τον επιστημονικό γραμματισμό, να αναθεωρήσει το πλαίσιο διαπραγμάτευσης της σχολικής επιστήμης δίνοντας μικρότερη έμφαση στην κατάκτηση εννοιών των φ.ε. και δεξιοτήτων επιστημονικής έρευνας. Τέλος, είναι απαραίτητο να διασφαλίζεται η χρονική δυνατότητα του εκπαιδευτικού να αξιοποιεί τις εμπειρίες των μαθητών του μέσα από ένα ευέλικτο πρόγραμμα. Υπό αυτές τις προϋποθέσεις, οι μαθητές θα μπορέσουν να αναγνωρίσουν τη σημασία του μαθήματος των φ.ε. στη ζωή τους, με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη του τρόπου σκέψης τους και την ενίσχυση της τάσης τους για αμφισβήτηση και διερεύνηση, που θα τους συνοδεύουν σε όλες τις εκφάνσεις του μετέπειτα βίου τους. Τότε θα είναι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες, ικανοί για αποφάσεις και δράσεις προς όφελος του κοινωνικού συνόλου και της κοινωνικής ζωής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aikenhead, G. (2002). *Renegotiating the Culture of School Science: Scientific Literacy for an Informed Public*. Conference Paper in Portugal (www.usask.ca/education/people/aikenhead/portugal.htm, visited on 23/1/ 2013)
2. Anderson C.W. (2007). *Perspectives of science learning*. In S.K.Abell & N.G.Lederman (eds.), Handbook of Research on Science Education (3-30). Lawrence ErlbaumAss., Inc.
3. Driscoll, P.M. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Boston: Allyn and Bacon
4. Durant, J., Evans, G. & Thomas, G. (1993). Public Understanding of Science in Britain: The Role of Medicine in the Popular Representation of Science. Public Understanding Science, 1, 161-182.
5. Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της Φυσικής*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.
6. Laugksch, R. (2000). *Scientific Literacy: A Conceptual Overview. In: Science Education*, 84 (1), 71-93.
7. Millar, R. (2007). *Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science*. International Journal of Science Education, 28 (13), 1499-1521
8. Moje E.B., Collazo T., Carillo R. & Marx R.W. (2001). *Maestro, what is "quality"? Language, literacy and discourse in project-based science*. Journal of Research in Science Teaching, 38, 469-498
9. Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
10. Ziman J. (1991). *Public understanding of science*. Science Technology and Human Values, 16 (1), 99-105.
11. Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α., Καλκάνης Γ. Θ. (2006). *Φυσικά Δημοτικού: Ερευνώ και Ανακαλύπτω*, εγχειρίδιο Ε' και Στ' Δημοτικού, βιβλίο δασκάλου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα
12. Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών. (2003). ΥΠΕΠΘ – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα,
13. Καρύδας Α. & Κουμαράς Π. (2003). *Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαβητισμός: Ιστορικές, Κοινωνικές και Σημασιολογικές Προσεγγίσεις*. Σύγχρονη Εκπαίδευση, τεύχος 6, 9-21

14. ΟΟΣΑ-PISA (2006). Ηλεκτρονική έκδοση: http://www.iep.edu.gr/pisa/index.php/2012-03-13-10-37-01/sciliteracy. (visited on 23/1/2013)
15. Ράπτης Α. & Ράπτη Α. (2004). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας: Ολική προσέγγιση*, τόμος Α, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα
16. Σολομωνίδου Χ., Σταυρίδου Ε. & Χρηστίδης Θ. (1997). Η *ιστορία των ιδεών και οι μαθησιακές δυσκολίες σε σχέση με τη δύναμη και την κίνηση ως οδηγός για τη διδακτική αξιοποίηση του λογισμικού Interactive Physics*, Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 26, 75-112
17. Χαλκιά Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*, Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα

Αξιοποίηση της πειραματικής διδασκαλίας σε μια ειδική τάξη πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης: Ο κύκλος του νερού

Ελένη Φακάζη

Νηπιαγωγός, Ειδική Παιδαγωγός
elfakazi@yahoo.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή περιγράφεται μια εφαρμογή του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ της ειδικής αγωγής στο γνωστικό αντικείμενο της Μελέτης Περιβάλλοντος, στη θεματική «διδασκαλία και εξήγηση καιρικών φαινομένων – Ο κύκλος του νερού» σε ένα ειδικό σχολείο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Κεντρικής Μακεδονίας. Στόχος μας είναι η εμπλοκή των μαθητών/τριών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες σε πειραματικές και βιωματικές διαδικασίες. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής εισάγονται με την βοήθεια των ΤΠΕ έννοιες και διαδικασίες φυσικών επιστημών, εκτελούνται πειράματα και τέλος οι μαθητές εφαρμόζουν τις γνώσεις στη θεματική ενότητα του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ «Καιρός - ο κύκλος του νερού». Η εφαρμογή περιλαμβάνει δραστηριότητες στη σχολική τάξη που πραγματοποιούνται με δομημένο τρόπο και πολυτροπική προσέγγιση των προς μελέτη γνωστικών θεμάτων. Τέλος, πραγματοποιείται η ανακεφαλαίωση και αξιολόγηση του προς μελέτη φαινομένου. Η μέθοδος συλλογής των δεδομένων περιελάμβανε τη συμπλήρωση ενός φύλλου εργασίας με τη μορφή εικόνων από τους μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και τη συνέντευξη της εκπαιδευτικού της τάξης για την αποτελεσματικότητα της πειραματικής διδασκαλίας αλλά και της χρήσης των ΤΠΕ στην ειδική τάξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά την εφαρμογή της πειραματικής διαδικασίας, η πλειοψηφία των μαθητών/τριών μπορούσε να συμπληρώσει το φύλλο εργασίας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Αναλυτικά προγράμματα, ειδική αγωγή, πειραματικές διαδικασίες*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με το Α.Π.Σ. της ειδικής αγωγής (2003):

«Όλοι οι μαθητές, ανεξάρτητα από οποιαδήποτε ιδιαίτερη ανάγκη ή χαρακτηριστικό που διαφοροποιεί την εθνική, πολιτισμική ή κοινωνική τους ταυτότητα, πρέπει να έχουν ίσες ευκαιρίες με τους υπόλοιπους μαθητές μέσα σε ένα σχολείο για όλους».

Έχοντας ως βάση την παραπάνω αρχή περί ισότητας των ευκαιριών τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών της ειδικής αγωγής εναρμονίζονται με αυτά της γενικής εκπαίδευσης, έχοντας ως γνώμονα την παροχή ίσων ευκαιριών λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες του μαθητικού πληθυσμού. Η εφαρμογή του αναλυτικού προγράμματος σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και ειδικότερα σε μαθητές που ανήκουν στις ακόλουθες «κατηγορίες» σύμφωνα με τα αναλυτικά προγράμματα ειδικής αγωγής, όπως είναι οι μαθητές που ανήκουν στο φάσμα του αυτισμού, οι μαθητές με σύνδρομο Down, αλλά και οι μαθητές με νοητική καθυστέρηση και υπερκινητικότητα (ADHD) χρήζει και προϋποθέτει την προσαρμογή του αναλυτικού προγράμματος αλλά και της διδακτικής μεθοδολογίας στις ιδιαίτερες ικανότητες, δεξιότητες και ιδιαιτερότητες των μαθητών κάτι που ισχύει και για όλο το μαθητικό πληθυσμό.

Ο αυτισμός αποτελεί μια διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή της ανάπτυξης. Με τον όρο διάχυτη εννοείται η σύνθετη φύση της διαταραχής, η οποία επηρεάζει τρεις περιοχές της ανθρώπινης ανάπτυξης: την κοινωνική αλληλεπίδραση, την επικοινωνία και τη φαντασία (DSM-IV, 1994). Όπως αναφέρει η Firth (2003) οι μαθητές που ανήκουν στο φάσμα του αυτισμού αντιμετωπίζουν δυσκολία στην συγκέντρωση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Συνεπώς, η ιδιαίτερη φύση του φάσματος του αυτισμού καθορίζει το περιεχόμενο αλλά και τον τρόπο υλοποίησης του ΑΠΣ (Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών). Το ΑΠΣ καθορίζει και τη διδακτική μεθοδολογία που είναι κατάλληλη και απαραίτητη για τους μαθητές με αυτισμό αλλά και για τους υπόλοιπους μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με αυτισμό χρήζουν ενός δομημένου μαθησιακού περιβάλλοντος, συνήθως την εξατομικευμένη διδασκαλία, την χρήση εναλλακτικών τρόπων διδασκαλίας και εμπλουτισμένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες (ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, 2003). Όπως αναφέρουν οι Lewis και Norwich (2005) οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες χρήζουν ενός αναλυτικού προγράμματος που θα ταιριάζει στις ιδιαιτερότητες και στις ανάγκες του κάθε μαθητή. Παρόλα αυτά, οι Hodkinson και Vickerman (2009) ασκούν κριτική στην αντίληψη περί εξατομίκευσης αναφέροντας ότι η προσαρμογή του αναλυτικού προγράμματος στις ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή μπορεί να οδηγήσει στην αντίληψη ότι αυτοί οι μαθητές

είναι διαφορετικοί με άμεσο επακόλουθο τον αποκλεισμό τους. Στο σημείο αυτό, ο Slee (2008, στο Hodkinson και Vickerman, 2009) αναφέρει ότι αυτή η διαδικασία, που στηρίζεται στο εξατομικευμένο πρόγραμμα καθιστά του μαθητές «ανίκανους».

Στα πλαίσια της υλοποίησης των αρχών του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ στη Μελέτη του Περιβάλλοντος και ειδικότερα στη θεματική «Ο κύκλος του νερού- Καιρός» υπάρχουν στο Α.Π.Σ οι γενικοί στόχοι (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες) ο μαθητής «να γνωρίσει διάφορα καιρικά φαινόμενα του τόπου του και άλλων τόπων και να τα συνδέει με τις εποχές, τις δραστηριότητες των ανθρώπων και τις διαφορετικές μορφές κατοικίας», ο μαθητής «να γνωρίσει τον κύκλο του νερού και να τον συνδέσει με απλά καιρικά φαινόμενα» και ο μαθητής «να έρθει σε επαφή με απλά μετεωρολογικά σύμβολα».

Ειδικότερα σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα της μελέτης του περιβάλλοντος της ειδικής αγωγής «Η σύνδεση της διδασκαλίας με την πράξη θεωρείται μία αποτελεσματική προσέγγιση στη μάθηση. Με βάση την παραδοχή ότι οι μαθητές με αυτισμό αντιλαμβάνονται τις έννοιες αποσπασματικά, βασικό στόχο στη διδασκαλία της Μελέτης Περιβάλλοντος, θα πρέπει να αποτελεί η αναζήτηση τρόπων που θα διευκολύνουν τους μαθητές να αναπτύξουν έναν χρήσιμο και παραγωγικό τρόπο πρόσληψης και επεξεργασίας που θα διευκολύνει τη σύνδεση και τη γενίκευση των εμπειριών τους». Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν α) ο προσεκτικός σχεδιασμός της δραστηριότητας με βάση τις δυνατότητες, αδυναμίες και ιδιαιτερότητες του μαθητή, β) η δόμηση των δραστηριοτήτων και γ) η αξιολόγηση της δραστηριότητας ή φύλλα αξιολόγησης με εικόνες, σύμβολα ή γραπτές ερωτήσεις. Επιπλέον, υπάρχει ο στόχος στο μαθητή να δίνονται μαθησιακές ευκαιρίες ώστε να γνωρίζει τον κύκλο του νερού. Συγκεκριμένα το αναλυτικό πρόγραμμα προτείνει την παρακάτω ενδεικτική δραστηριότητα «ο μαθητής με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού πραγματοποιεί ένα απλό πείραμα. Βράζει νερό σε ένα δοχείο. Στη συνέχεια τοποθετεί ένα κομμάτι γυαλί πάνω από το νερό που βράζει και παρατηρεί το σχηματισμό υδρατμών, προκειμένου να καταλάβει τον κύκλο του νερού (νερό- εξάτμιση- υδρατμοί – νερό) (Α.Π.Σ., 2003). Καθώς στην ειδική αγωγή δεν υπάρχουν έρευνες για την πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας προτάσσουμε αντίστοιχες ερευνητικές προτάσεις από το χώρο της γενικής εκπαίδευσης. Στόχος μας είναι η διδακτική προσέγγιση εννοιών των Φυσικών επιστημών με απλά πειράματα χρησιμοποιώντας κυρίως καθημερινά υλικά. Τα πειράματα μπορεί να είναι αλληλεπιδραστικά, με στόχο να ελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους τοποθετούν στο προσκήνιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Το εργαστήριο μπορεί να είναι μια προέκταση και μελέτη της καθημερινής ζωής, όπου στο κέντρο του ενδιαφέροντος βρίσκονται το φαινόμενο και η παρατήρησή του και όχι το όργανο: τα πάντα μπορούν να γίνουν όργανα και οπουδήποτε μπορεί να γίνει εργαστήριο. Αυτό που ενδιαφέρει είναι η επικέντρωση στην παρατήρηση του φαινομένου και όχι στον «γυαλιστερό» εργαστηριακό εξοπλισμό, η διερεύνηση του με επιστημονικό τρόπο και τέλος η δημιουργία υποθέσεων και η εξαγωγή συμπερασμάτων σύμφωνα με τις μεθόδους των Φυσικών Επιστημών (Κουμαράς, 2003)

Κατά τη διδασκαλία του γνωστικού περιεχομένου «ο κύκλος του νερού-καιρός» προσαρμόστηκε η διδακτική μεθοδολογία στις ιδιαίτερες ανάγκες του μαθητικού πληθυσμού και σχεδιάστηκε μια εφαρμογή των αρχών του Α.Π.Σ. σε ένα ειδικό σχολείο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σημαντικό είναι να υπάρχει ποιοτική διαφοροποίηση της διδασκαλίας. Σύμφωνα με την Παντελιάδου η διαφοροποιημένη διδασκαλία αναφέρεται στο τι μαθαίνει ο μαθητής (γνώση), στον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται αυτή η γνώση και στην ατομική αξιολόγηση του κάθε μαθητή για την επίτευξη της γνώσης (Παντελιάδου & Αντωνίου, 2008). Επιπλέον, η ενεργητική εμπλοκή των μαθητών σε ένα καλά οργανωμένο περιβάλλον ευνοεί τη μάθηση.

Στην περίπτωση των μαθητών που ανήκουν στο φάσμα του αυτισμού υπάρχει η δυσκολία κατανόησης του προφορικού λόγου. Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές με αυτισμό παρουσιάζονται ως 'οπτικοί' μαθητές (Just et al., 2006, cited in Egerton et al., 2008). Έτσι, η οργάνωση των δραστηριοτήτων πραγματοποιείται με στόχο την οπτική αναπαράσταση και κατά συνέπεια την κατανόηση των φαινομένων. Σύμφωνα με τους Mesibov & Howley (2003), ένα σωστά δομημένο και οργανωμένο οπτικά περιβάλλον βελτιώνει τόσο την επικοινωνία των συμμετεχόντων όσο και την κατανόηση του μαθήματος. Κάτι αντίστοιχο, έρχονται να υποστηρίξουν οι Smith et al. (2005) αναφέροντας ότι η οπτική αναπαράσταση της γνώσης διευκολύνει τους μαθητές να ανακαλούν στοιχεία της διδακτέας ύλης. Σύμφωνα άλλωστε με τον Beeland (2002) το οπτικά δομημένο εκπαιδευτικό πλαίσιο ευνοεί την οργάνωση και την άμεση απόκτηση πληροφοριών αλλά και την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας των μαθητών. Μένοντας συνεπείς στο θεωρητικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε προηγουμένως παρακάτω πρόκειται να παρουσιαστούν στοιχεία οργανωμένης οπτικής αναπαράστασης της γνώσης, πειραματικής διδασκαλίας και εμπλοκής των μαθητών για την κατανόηση καιρικών φαινομένων. Επιπλέον, θα προσπαθήσουμε να δούμε κατά πόσο οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες μπορούν να κατανοήσουν καιρικά φαινόμενα με την πραγματοποίηση και την εμπλοκή τους σε μια πειραματική διαδικασία.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Στην συγκεκριμένη εισήγηση παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής του φαινομένου «Ο κύκλος του νερού - Καιρός» σε ένα ειδικό σχολείο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Κεντρικής Μακεδονίας που λειτουργεί ως ολοήμερο ειδικό σχολείο. Ο συνολικός χρόνος υλοποίησης του προγράμματος καλύπτει τις δύο εβδομάδες, αλλά πρόκειται να επικεντρωθούμε στη μελέτη τριών ημερών που κάλυπταν την προετοιμασία για

την επίσκεψη στο σχολείο ενός ειδικού για την πραγματοποίηση ενός πειράματος που σχετίζεται με τον κύκλο του νερού και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτού του εγχειρήματος. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η διδακτική μεθοδολογία με τη χρήση των νέων τεχνολογιών (ΤΠΕ) αλλά και της πειραματικής διδασκαλίας με δομημένο τρόπο (παρουσίαση μέσα από εικόνες των βημάτων που ακολουθήθηκε κατά την πειραματική διαδικασία), η αξιολόγηση της διδασκαλίας μέσα από ένα φύλλο εργασίας με εικόνες, τις οποίες οι μαθητές έπρεπε να τοποθετήσουν σε χρονολογική σειρά και η συνέντευξη της εκπαιδευτικού.

ΔΕΙΓΜΑ

Οι μαθητές που παρακολούθησαν το πρόγραμμα και συγκεκριμένα την πειραματική δραστηριότητα αποτελούνταν από N=9, ηλικίας 6-15 ετών και αποτελούνταν από 2 κορίτσια και 6 αγόρια δύο τμημάτων του ειδικού σχολείου. Ενώ ολόκληρη ρη θεματική «Ο κύκλος του νερού- Καιρός» την παρακολούθησαν N=13. Το πρόγραμμα της πειραματικής εμπλοκής απευθύνθηκε σε οκτώ μαθητές των ολοήμερων τμημάτων, από τους οποίους οι τέσσερις μαθητές έχουν διαγνωστεί από τα ΚΕΔΔΥ με αυτισμό (3 αγόρια και 1 κορίτσι), ο ένας μαθητής με αυτισμό και υπερκινητικότητα, δύο παιδιά (ένα αγόρι και ένα κορίτσι) με νοητική καθυστέρηση και ένα αγόρι με σύνδρομο Down.

ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα ξεκίνησε ως μια θεματική προσέγγιση για τον «κύκλο του νερού» παράλληλα και από τις δύο εκπαιδευτικούς ειδικής αγωγής προς όλους τους μαθητές του ειδικού σχολείου. Η θεματική δουλευόταν από τις εκπαιδευτικούς όταν οι μαθητές βρισκόταν στον ίδιο χώρο και εξατομικευμένα με τους εκπαιδευτικούς τους. Η συνεργασία των δύο εκπαιδευτικών αλλά και η συγκατάθεση των υπόλοιπων συναδέλφων για την υλοποίηση του προγράμματος ήταν πολύ σημαντικά στοιχεία για την επιτυχία του όλου προγράμματος. Η εφαρμογή του πειράματος πραγματοποιήθηκε στο τέλος της διδακτικής ενότητας «Ο κύκλος του νερού- Καιρός». Τις προηγούμενες ημέρες είχαν υλοποιηθεί δραστηριότητες που σχετίζονταν με τον κύκλο του νερού και είχε χρησιμοποιηθεί εποπτικό υλικό (εικόνες, εικονογραφημένο παραμύθι), τα οποία είχαν κατασκευάσει οι δύο εκπαιδευτικοί. Εν συνεχεία, ήρθαν σε επαφή και προσκάλεσαν στο ειδικό σχολείο έναν ειδικό για την πραγματοποίηση του πειράματος. Την ημέρα της πραγματοποίησης του πειράματος οι εκπαιδευτικοί δούλεψαν με το εποπτικό υλικό και χρησιμοποίησαν για τη διδασκαλία τους βίντεο από το (youtube) σχετικό με τον κύκλο του νερού. Ο ειδικός για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποίησε απλά και καθημερινά υλικά του σχολείου, όπως δύο πιάτα και ένα βραστήρα τροποποιώντας τα υλικά που προτείνει το αναλυτικό πρόγραμμα. Στην αρχή πραγματοποιήθηκε πείραμα επίδειξης και στη συνέχεια οι μαθητές/τριες σηκωνόταν ατομικά και εφάρμοζαν το πείραμα σε δύο φάσεις. Συγκεκριμένα, στην πρώτη φάση παρουσιάστηκαν στους μαθητές τα υλικά που θα χρησιμοποιούνταν και ο ειδικός πραγματοποίησε το πείραμα, δηλαδή οι μαθητές είδαν ότι όταν αρχίζει να βράζει το νερό, αν τοποθετηθεί από πάνω ένα πιάτο θα δημιουργηθούν υδρατμοί και στη συνέχεια αν βάλουμε από κάτω ένα ποτήρι ή πιάτο μπορούν να μαζευτούν οι υδρατμοί. Στη συνέχεια, καλούνταν οι μαθητές για να πραγματοποιήσουν ατομικά το πείραμα.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα ποσοτικά δεδομένα αναφέρονται σε ένα φύλλο εργασίας με εικόνες τις οποίες έπρεπε οι μαθητές να τοποθετήσουν στη σειρά καθώς η πλειοψηφία τους δεν μπορεί να επικοινωνήσει με το συμβατικό τρόπο (ομιλία), το οποίο οι μαθητές συμπλήρωσαν μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής ακολουθίας με στόχο την αξιολόγηση του όλου εγχειρήματος. Συγκεκριμένα, το φύλλο εργασίας απεικόνιζε τέσσερις εικόνες που σχετίζονταν με τον κύκλο του νερού και τις οποίες οι μαθητές έπρεπε να τοποθετήσουν στη σωστή σειρά. Η χρήση των εικόνων επιλέχτηκε καθώς στην πλειοψηφία των μαθητών κυριαρχεί η απουσία λόγου.

Τα ποιοτικά δεδομένα προέρχονται από την πραγματοποίηση μιας συνέντευξης σε μια από τις δύο εκπαιδευτικούς. Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι είχε προηγηθεί μια συζήτηση ανάμεσα στις δύο εκπαιδευτικούς που ανέλαβαν την υλοποίηση του σχεδίου εργασίας (project) και υπήρξε συμφωνία και των δύο στα βασικά σημεία της συνέντευξης, ειδικότερα σχετικά με την χρησιμότητα του πειράματος για τη διδασκαλία παιδιών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Επιπλέον, μετά την ολοκλήρωση της συνέντευξης από την μια εκπαιδευτικό και την απομαγνητοφώνησή της και οι δύο εκπαιδευτικοί συμφώνησαν στα βασικά σημεία της. Συνεπακόλουθα, υλοποιήθηκε και απομαγνητοφωνήθηκε μια ημι-δομημένη συνέντευξη με στόχο να μελετηθούν διεξοδικά τα δεδομένα και να μειωθεί το ενδεχόμενο προβλημάτων αξιοπιστίας τους (Robson, 2002). Ο ερευνητής ενημέρωσε την εκπαιδευτικό για το στόχο της έρευνας καθώς και ότι η συνέντευξη θα προσπαθούσε να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα της πειραματικής διδασκαλίας στην εκπαιδευτική πρακτική. Τελικά, η ημι-δομημένη συνέντευξη όπως προαναφέρθηκε απομαγνητοφωνήθηκε και δόθηκε στην εκπαιδευτικό για να ελεγχθεί εάν οι πληροφορίες που προέρχονταν από τη συνέντευξη είχαν αντικατοπτριστεί και παρουσιαστεί σωστά. Η ημι-δομημένη συνέντευξη επιτρέπει την εφαρμογή ανοιχτών ερωτήσεων με στόχο να φωτιστούν περισσότερες περιοχές που είχαν ενδιαφέρον κατά τη διάρκεια της παρατήρησης και να επιτραπεί στον εκπαιδευτικό να αναλύσει τις σκέψεις του.

Η διαδικασία ανάλυσης της συνέντευξης ακολούθησε τη θεματική ανάλυση, όπου μελετήθηκαν οι απαντήσεις της εκπαιδευτικού και δημιουργήθηκαν κατηγορίες για περαιτέρω θεματικές συνδέσεις και αναλύσεις. Τα ποιοτικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν με στόχο να αποκομιστούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της πειραματικής διδασκαλίας τόσο από απόψεως διδακτικής όσο και από απόψεως αποτελεσματικότητας στη μάθηση.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω ακολουθούν τα αποτελέσματα από την ποιοτική ανάλυση της συνέντευξης αλλά και από την ποσοτική αξιολόγηση των φύλλων εργασίας των μαθητών. Η συνέντευξη της εκπαιδευτικού αναλύθηκε και κωδικοποιήθηκε. Οι κωδικοί αρχικά ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με τα ερωτήματα που τέθηκαν στην εκπαιδευτικό και τελικά δημιουργήθηκαν τέσσερις θεματικές. Η πρώτη θεματική αναφέρεται στις *'Εκπαιδευτικές στρατηγικές'* που ακολουθεί η εκπαιδευτικός, η δεύτερη θεματική στις *'Νέες Τεχνολογίες (ΤΠΕ) ως εργαλείο βελτίωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις φυσικές επιστήμες'*, η τρίτη θεματική αναφέρεται ως '*Η πειραματική διδασκαλία και η βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας'* και η τέταρτη θεματική αναφέρεται ως *'Η άποψη του εκπαιδευτικού για τη χρήση της πειραματικής διαδικασίας'*.

Σχετικά με την πρώτη θεματική που αναφέρεται στις 'Εκπαιδευτικές στρατηγικές' η εκπαιδευτικός περιέγραψε τον τρόπο διδασκαλίας με τον ακόλουθο τρόπο:

'προσπαθώ να παρέχω ένα οργανωμένο μάθημα γιατί θεωρώ ότι η οργάνωση προσφέρει στους μαθητές μια σταθερή βάση και γνώση για το τι κάνουμε τώρα και τι θα ακολουθήσει στη συνέχεια…'

'…το λεξιλόγιό μου προσπαθώ να είναι απλό και κατανοητό έτσι ώστε όλοι οι μαθητές να με κατανοούν…'

'…επιπλέον, χρησιμοποιώ κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας πολλές εικόνες για να υπάρχει η δυνατότητα προβολής της γνώσης οπτικά και για να μπορούν να κατανοούν όλοι οι μαθητές. Κάτι ακόμα που χρησιμοποιώ είναι εικόνες με τα βήματα σε γενικές γραμμές της διδασκαλίας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της πειραματικής διδασκαλίας οι μαθητές γνώριζαν μέσα από αναρτημένες εικόνες ότι στην αρχή θα συζητούσαμε όλοι μαζί με τη χρήση εποπτικού υλικού (π.χ. χρήση εικόνων) αλλά και με την προβολή βίντεο με τον κύκλο του νερού (you tube), στη συνέχεια ότι θα περνούσαμε στην πράξη και στην εφαρμογή του πειράματος και τέλος ότι θα ακολουθούσε η συζήτηση και η αξιολόγηση της πράξης μέσα από τη χρήση φύλλου εργασίας…'

'…γενικά προτιμώ οι μαθητές να σηκώνονται και να αλληλεπιδρούν με τα υλικά και όχι τόσο να παραμένουν παθητικοί δέκτες…'

Στη δεύτερη θεματική στις 'Νέες Τεχνολογίες (ΤΠΕ) ως εργαλείο βελτίωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις Φυσικές Επιστήμες' η εκπαιδευτικός ανέφερε ότι:

'…θεωρώ πολύ σημαντική τη χρήση της τεχνολογίας για την προβολή σύντομων βίντεο που βοηθούν στην κατανόηση της διδακτέας ύλης…'

'…επίσης θεωρώ ότι οι εικόνες που παρουσιάζονται μέσα από τα βίντεο είναι πολύ ζωντανές και δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να συγκεντρώνονται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα…'.

Στην τρίτη θεματική που αναφερόταν με τον τίτλο 'Η πειραματική διδασκαλία και η βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας', η εκπαιδευτικός ανέφερε ότι:

'…όλοι οι μαθητές πραγματικά απόλαυσαν το πείραμα που σχετιζόταν με τον κύκλο του νερού. Σίγουρα, το πείραμα που πραγματοποιήθηκε βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν τον κύκλο του νερού, όπως φάνηκε και μέσα από τα φύλλα αξιολόγησης που τους δόθηκαν…'

'…επιπλέον οι μαθητές κινητοποιήθηκαν καθώς το πείραμα τράβηξε την προσοχή τους και ήθελαν να πειραματιστούν με τα υλικά αρκετή ώρα…'

'…φάνηκε ότι με απλά υλικά της καθημερινής χρήσης μπορούμε να δώσουμε στους μαθητές με πολλές και με περιορισμένες δυνατότητες την δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα υλικά…'

Στην τέταρτη θεματική που αναφερόταν ως 'Η άποψη του εκπαιδευτικού για τη χρήση της πειραματικής διαδικασίας' η εκπαιδευτικός ανέφερε ότι:

'…θεωρώ πολύ σημαντική τη χρήση της πειραματικής διαδικασίας για τη διδασκαλία και την εξήγηση απλών και καθημερινών φαινομένων που συμβαίνουν γύρω μας…' '…σημαντική εξίσου θεωρείται και η αλληλεπίδραση των παιδιών με τα υλικά καθώς πιστεύω ότι τους βοήθησε να υπάρχει διάρκεια στη γνώση. Για παράδειγμα, μετά την εφαρμογή του κύκλου του νερού με τη χρήση της πειραματικής διδασκαλίας το σχολείο παρέμεινε κλειστό για πέντε μέρες. Όταν οι μαθητές επέστρεψαν στο σχολείο κάναμε ερωτήσεις στους μαθητές μέσα από την πραγματοποίηση ξανά του πειράματος και οι μαθητές που σηκώνονταν ήξεραν ότι θα πάρουν το

πιάτο και θα το τοποθετήσουν πάνω από τον βραστήρα. Όσα παιδιά είχαν λόγο μπορούσαν να το περιγράψουν και να το εξηγήσουν στους υπόλοιπους…'

'…βέβαια, η πραγματοποίηση της πειραματικής διδασκαλίας σε ένα ειδικό σχολείο μόνο από τον εκπαιδευτικό της τάξης είναι κάτι το δύσκολο λόγω έλλειψης προσωπικού αλλά και εξοικείωσης του διδακτικού προσωπικού με ανάλογες μεθόδους διδασκαλίας…'

'…οι μαθητές φάνηκαν ότι δεν ήταν παθητικοί δέκτες αλλά ενεργά μέλη της εκπαιδευτικής διαδικασίας…'

Με γνώμονα τις παραπάνω απόψεις της εκπαιδευτικού για τις παιδαγωγικές εφαρμογές που ακολούθησε φαίνεται ότι σε γενικές γραμμές η πειραματική διδασκαλία στην ειδική αγωγή μπορεί να θεωρηθεί ως μια σημαντική δυνατότητα βελτίωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Αναφορικά με την ποσοτική ανάλυση των φύλλων εργασίας των μαθητών φαίνεται ότι ενώ πριν την πραγματοποίηση του πειράματος οι μαθητές απλά αναγνώριζαν τις εικόνες μέσα από τις λεκτικές οδηγίες της εκπαιδευτικού, ενώ αδυνατούσαν να τοποθετήσουν στην σωστή σειρά τις εικόνες του κύκλου του νερού. Μετά την πραγματοποίηση του πειράματος οι μαθητές κατάφεραν να τοποθετήσουν σε ατομικό φύλλο εργασίας τις εικόνες με τον κύκλο του νερού. Αυτό ανέδειξε ότι η πειραματική διδασκαλία διευκόλυνε τους μαθητές να αναπτύξουν τις γνωστικές τους δεξιότητες. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους ίδιους μαθητές να τοποθετήσουν τις εικόνες στην σωστή σειρά μετά από μια εβδομάδα από την υλοποίηση του προγράμματος και φάνηκε ότι υπήρχε διάρκεια στη γνώση που απέκτησαν μέσα από την πειραματική διαδικασία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με την παρούσα έρευνα και σε συμφωνία με το ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ (2003) έγινε μια προσπάθεια να εξηγηθεί ένα καιρικό φαινόμενο με την χρήση εναλλακτικών τρόπων διδασκαλίας όπως είναι η πειραματική διδασκαλία και η χρήση βίντεο (you tube) καθώς και εμπλουτισμένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες όπως είναι η χρήση εποπτικού υλικού (εικόνες με τα βήματα της διδασκαλίας). Επιπλέον, σύμφωνα με τον στόχο του αναλυτικού προγράμματος ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ (2003) της ειδικής αγωγής που είναι ο μαθητής «να γνωρίσει τον κύκλο του νερού και να τον συνδέσει με απλά καιρικά φαινόμενα» κρίθηκε σημαντικό να πραγματοποιηθεί η μελέτη του φαινομένου μέσα από την εφαρμογή ενός πειράματος κάτι που υιοθετείται και στο Α.Π.Σ. για τη μελέτη του περιβάλλοντος στον αυτισμό. Η αλλαγή που πραγματοποιήθηκε στη συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί την χρήση καθημερινών υλικών όπως ο βραστήρας και το πιάτο, σε σύγκριση με τα υλικά που προτείνονται στο ΑΠΣ (2003) της ειδικής αγωγής και αποτελούνται από ένα γκαζάκι και γυαλί.

Τα στοιχεία που προκύπτουν από την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση παρουσιάζουν ότι κυρίως η χρήση της πειραματικής διδασκαλίας αλλά και η χρήση των βίντεο ευνόησε την εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς οι συγκεκριμένοι μαθητές με αυτισμό δεν μπορούσαν να επικοινωνήσουν με την ομιλία αλλά όπως φάνηκε από τα φύλλα αξιολόγησης που συμπλήρωσαν κατανόησαν τον κύκλο του νερού. Μέσα από την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε ότι η χρήση της πειραματικής διδασκαλίας ευνοεί την κατανόηση της διδακτέας ύλης και τη σύνδεσή της με την καθημερινή ζωή. Όπως αναφέρουν οι Mesibov και Howley (2003) τα εποπτικά υλικά όπως είναι οι εικόνες και η χρήση των βίντεο δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να έχουν πρόσβαση στο αναλυτικό πρόγραμμα και ευνοείται η επικοινωνία και η κατανόηση του μαθήματος, γιατί οι συγκεκριμένοι μαθητές δεν μπορούν να μετέχουν με άλλο τρόπο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η χρήση των βίντεο αλλά και της πειραματικής διδασκαλίας μείωσε τη γνωστική σύγχυση που πιθανόν να προκαλούσε η απλή εξήγηση του φαινομένου κύκλου του νερού. Επομένως, η χρήση της πειραματικής διδασκαλίας και η χρήση εικόνων που απεικόνιζαν τα βήματα που ακολουθούσε ο εκπαιδευτικός ευνόησε το ξεπέρασμα των επικοινωνιακών εμποδίων και της κατανόησης της διδακτικής ακολουθίας.

Η ανάλυση της ημι-δομημένης συνέντευξης παρουσίασε τα θετικά στοιχεία που προκύπτουν από την χρήση της πειραματικής διδασκαλίας για τον εκπαιδευτικό αλλά και για τους μαθητές. Επιπλέον, μέσα από την πειραματική διαδικασία φάνηκε ότι μπορούν να επωφεληθούν τόσο μαθητές με πολλές αλλά και με περιορισμένες δυνατότητες στο χώρο της ειδικής αγωγής. Η απουσία λόγου φάνηκε ότι δεν εμπόδισε τους μαθητές να υλοποιήσουν το πείραμα και να ερευνήσουν στην πράξη το φαινόμενο του κύκλου του νερού. Η ενεργός ανάμειξη των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία υποστηρίχτηκε μέσα από την πειραματική διδασκαλία και καλύφθηκε από τα αποτελέσματα της έρευνας. Σύμφωνα με τον Κουμαρά (2003) τα πειράματα μπορεί να είναι αλληλεπιδραστικά, με στόχο να ελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους τοποθετούν στο προσκήνιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Παράλληλα και στη συγκεκριμένη περίπτωση οι μαθητές συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία μέσα από την εμπλοκή τους στο πείραμα και αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο καθώς η πλειοψηφία των μαθητών ανήκαν στο φάσμα του αυτισμού και κατά συνέπεια δεν χαρακτηρίζονταν ως ιδιαίτερα κοινωνικοί. Παρόλα αυτά, η δραστηριότητα κίνησε το ενδιαφέρον τους και συμμετείχαν ενεργά στην υλοποίηση του πειράματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. Oxon: Routledge.
2. Coolican, H. (1990). *Research Methods and Statistics in Psychology*. London: Hodder and Stoughton.
3. Cox, Margaret, M. Webb, C. Abbott, B. Blakeley, T. Beauchamp and V. Rhodes. *"ICT and pedagogy: A review of the research literature."* Available online at: http://www.becta.org.uk/page_documents/research/ict_pedagogy_summary.pdf, accessed April 27, 2011.
4. DfES (2004). *Pedagogy and practice: Teaching and Learning in Secondary Schools.* National Strategy.
5. Firth, U. (2003). *Autism: Explaining the enigma*. (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
6. Hodkinson, A. & Vickerman, P. (2009). *Key issues in Special Educational Needs and Inclusion*. London: Sage.
7. Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Interviews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*, Sage: London.
8. Lewis, A. & Norwich, B. (2005). *Special teaching for Special Children: pedagogies for inclusion*. Glasgow: Open University Press.
9. Mesibov, G. & Howley, M. (2003). *Assessing the Curriculum for Pupils with Autistic Spectrum Disorders: Using the TEACCH Programme to Help Inclusion*. London: David Fulton.
10. Robson, C. (2002). *Real world research*. (2nd ed.) Oxford: Blackwell publishing.
11. ΑΠΣ (Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για μαθητές με αυτισμό), Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2003 (Ανασύρθηκε από http://www.pi-schools.gr/special_education_new/html/gr/8emata/analytika/analytika.htm)
12. Κουμαράς, Π. (2003). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της φυσικής*. Θεσσαλονίκη, Χριστοδουλίδη.
13. Παντελιάδου, Σ. & Αντωνίου Φ. (2008). *Διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες*. Θεσσαλονίκη, Γράφημα.

Η επιστημολογική εικόνα της γνώσης (επαγωγική ή υποθετικο-παραγωγική) την οποία προωθούν τα πειράματα που αναφέρονται στα εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Νικόλαος Καϊσέρογλου

Διευθυντής Δημοτικού Σχολείου Θεσσαλονίκης (Med)
nikkaiser@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη των χαρακτηριστικών των δύο επιστημολογικών εικόνων. Στόχος είναι να διερευνηθούν στοιχεία των επιστημολογικών εικόνων που εμφανίζονται στα πειράματα, σε ποιο βαθμό ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις και τα κριτήρια της κάθε εικόνας και θα εξαχθεί ένα συνολικό συμπέρασμα για το είδος της επιστημολογικής εικόνας που προβάλλεται.

Τέλος, αφού εξαχθούν παιδαγωγικά συμπεράσματα αναφορικά με την επάρκεια παρουσίασης των δύο επιστημολογικών εικόνων και των χαρακτηριστικών τους στο σχολικό εγχειρίδιο θα διατυπωθούν προτάσεις για το πως θα μπορούσε να τροποποιηθεί η πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών ώστε να αποκτήσουν οι μαθητές πληρέστερη εικόνα για τα δύο επιστημολογικά ρεύματα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Φυσικές Επιστήμες, επιστημολογική εικόνα, Εμπειρικο-επαγωγική εικόνα, Υποθετικο-παραγωγική εικόνα*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για να κατακτηθεί η αλήθεια που κρύβει η φύση, από τις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) απαιτείται αρχικά η συστηματική παρατήρηση όσων υπάρχουν και συμβαίνουν γύρω μας, η καταγραφή και ταξινόμησή τους. Επίσης, απαιτείται μία επιστημονική μέθοδος που να διατυπώνει τις σχέσεις μεταξύ των φυσικών εννοιών (φυσικοί νόμοι) και να κατασκευάζει φυσικές θεωρίες. Η γνώση που θα παραχθεί από τους επιστημονικούς νόμους και θεωρίες θα αποτελέσει την επιστημονική γνώση (Κουλαϊδής, 2001α: 278).

Όπως υποστηρίζει ο Ραβάνης (1995) η σύγχρονη διδακτική της φυσικής «απαιτεί και την αφομοίωση της επιστημονικής μεθοδολογίας, την κριτική στάση απέναντι στις επιστήμες και τις εφαρμογές τους…» (σελ. 432) από το μαθητή. Αυτή την επιστημονική μεθοδολογία, ο μαθητής όμως την αντιλαμβάνεται διαφορετικά και ανάλογα με τις εικόνες της επιστήμης έτσι όπως παρουσιάζονται από τα σχολικά εγχειρίδια.

Οι επιστημολογικές εικόνες είναι η εμπειρικο-επαγωγική και η υποθετικο-παραγωγική. Και στις δύο εικόνες της Επιστήμης θεωρείται σημαντικός ο ρόλος του πειράματος στην επιβεβαίωση ή διάψευση της θεωρίας που διατυπώνεται και στην εγκυρότητα της επιστημονικής γνώσης που παράγεται. Όμως στην υποθετικο-παραγωγική μέθοδο η διάψευση έχει ιδιαίτερη σημασία για την προώθησή της στην εκπαίδευση επειδή ως υποθέσεις μπορούν να ληφθούν οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών οι οποίες αν είναι αντίθετες με την επιστημονική θεωρία που παρουσιάζεται, μπορεί να οδηγήσουν σε γνωστική σύγκρουση τους μαθητές, κάτι στο οποίο στοχεύει η Διδακτική των Φ.Ε.

Θα διερευνηθούν στοιχεία των επιστημολογικών εικόνων που εμφανίζονται στα πειράματα σε δύο κεφάλαια του σχολικού εγχειριδίου Ερευνώ και ανακαλύπτω της Ε΄ Δημοτικού (Αποστολάκης, Κορόζη, Παναγοπούλου, Πετρέα, Σάββας, 2003), σε ποιο βαθμό ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις και τα κριτήρια της κάθε εικόνας και θα εξαχθεί ένα συνολικό συμπέρασμα για το είδος της επιστημολογικής εικόνας που προβάλλεται στα συγκεκριμένα κεφάλαια.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΕΠΑΓΩΓΙΣΜΟΥ – ΠΑΡΑΓΩΓΙΣΜΟΥ ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ-ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Η επιστημονική μέθοδος η οποία βασίζεται στη συσσώρευση δεδομένων αναφορικά μ’ ένα πρόβλημα, μέσα από προσεκτικές παρατηρήσεις και πειράματα και στη συγκρότηση γενικεύσεων (επιστημονικά συμπεράσματα) ακολουθώντας μία πορεία από το ειδικό προς το γενικό, παράγει επιστημονική γνώση η οποία αντικατοπτρίζει την εμπειρικο-επαγωγική εικόνα της Επιστήμης (Κουλαϊδής, 2001α: 279).

Σύμφωνα με το επαγωγικό επιστημολογικό ρεύμα, η επιστημονική γνώση προέρχεται από τα γεγονότα της εμπειρίας. Η επιστήμη είναι αντικειμενική, γιατί δε βασίζεται σε προσωπικές προτιμήσεις, γνώσεις ή αναπόδεικτες εικασίες, αλλά σ’ ό,τι μπορούμε να δούμε, ν’ ακούσουμε, ν’ αγγίξουμε. Γι’ αυτό και η γνώση που παράγει είναι αξιόπιστη αφού είναι αντικειμενικά αποδεδειγμένη (Κουλαϊδής, 2001α: 279).

Ο επαγωγισμός ξεκινώντας με την παρατήρηση εφαρμόζει το επαγωγικό λογικό σχήμα ως τρόπο επιστημονικού συμπερασμού. Ακολουθεί μια πορεία από το ειδικό (παρατήρηση, πείραμα) προς το γενικό (γενικεύσεις, συμπεράσματα με τη μορφή επιστημονικών νόμων). Οι γενικεύσεις στις οποίες καταλήγει ο επαγωγισμός, με το επαγωγικό λογικό σχήμα, δε θα κατέληγε με την τυπική λογική (Κουλαϊδής, 2001α: 281). Ο αριθμός των παρατηρήσεων, η ποικιλία των συνθηκών τους και η συμφωνία τους με τη γενίκευση είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη διατύπωση μιας ορθής γενίκευσης. Με το επαγωγισμό γίνεται *απόλυτη διάκριση* μεταξύ των *γεγονότων* και της *θεωρίας*, των παρατηρησιακών και θεωρητικών όρων, τα συμπεράσματα όμως που θα εξαχθούν θα είναι βάσιμα, μόνο όταν η θεωρία συμφωνεί με τα γεγονότα.

Οι βασικές αρχές του επαγωγισμού σύμφωνα με τον Harre (όπ. αναφ. στο Κουλαϊδής, 2001α: 285) είναι:

- Η αρχή της συσσώρευσης: Η επιστημονική γνώση προκύπτει από την ύπαρξη και τη *συνεχή συσσώρευση* καλά πιστοποιημένων δεδομένων.
- Η αρχή της επαγωγής: Από σωστές παρατηρήσεις και πειράματα και με βάση την αρχή της συσσώρευσης μπορούμε να συνάγουμε επιστημονικούς νόμους και θεωρίες.
- Η αρχή της επιβεβαίωσης: Όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των παρατηρήσεων τόσο μεγαλύτερη η ισχύς και αξιοπιστία του νέου επιστημονικού νόμου.

ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ-ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Η επιστημονική μέθοδος που παράγει επιστημονική γνώση στηριζόμενη αρχικά σε υποθετικές θεωρίες και στη συνέχεια χρησιμοποιεί τις παρατηρήσεις και τα πειράματα ως τους εν δυνάμει διαψευστές τους (Κουζέλης, 1997: 21), παράγει επιστημονική γνώση η οποία αντικαθιστά προϋπάρχουσες θεωρίες με νέες πιο γενικές, ολοκληρωμένες και ισχυρές και αντικατοπτρίζει την υποθετικο-παραγωγική εικόνα της Επιστήμης (Κουλαϊδής, 2001β: 305).

Ο υποθετικο-παραγωγισμός αντίθετα από τον εμπειρικο-επαγωγισμό υποστηρίζει ότι η επιστημονική γνώση εξελίσσεται όχι μέσα από την εμπειρία αλλά από την παραγωγή υποθέσεων. Οι παρατηρήσεις και τα πειράματα χρησιμεύουν ως *πιθανοί διαψευστές* των θεωρητικών υποθέσεων. Οι **αρχές του υποθετικο-παραγωγισμού** σύμφωνα με τον Popper (όπ. αναφ. στο Κουλαϊδής, 2001β: 296) που υπήρξε θεμελιωτής αυτού του επιστημονικού ρεύματος είναι:

- *Ο παραγωγικός τρόπος πειραματικού ελέγχου των θεωριών*.
- *Η αρχή της διαψευσιμότητας ως κριτήριο οροθέτησης*: Η επιστημονική γνώση παράγεται μέσα από μια διαδικασία διαψεύσεων συγκεκριμένων υποθέσεων.

Για να έχει κάποια θεωρία πληροφοριακό περιεχόμενο, πρέπει να κινδυνεύει μόνιμα να διαψευσθεί. Μία πολύ καλή θεωρία έχει δυο χαρακτηριστικά: το μεγάλο εύρος των ισχυρισμών της (περισσότερο διαψεύσιμη) και η αντοχή της στις απόπειρες διάψευσής της μέσα από τον πειραματικό έλεγχο. Κατά τον υποθετικο-παραγωγισμό η Επιστήμη προχωρά με δοκιμές και λάθη. Τους κύριους σταθμούς προόδου της Επιστήμης αποτελούν οι διαψεύσεις. Οι θεωρίες για να υπόκεινται στον κίνδυνο της διάψευσης απαιτείται να διατυπώνονται με σαφήνεια και ακρίβεια (Κουλαϊδής, 2001β: 296).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ ΣΕ ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

Θα επιχειρηθεί παρακάτω μια προσπάθεια κατάταξης των πειραμάτων που περιλαμβάνουν τα κεφάλαια «Φυτά» του βιβλίου της Φυσικής «Ερευνώ και ανακαλύπτω» και «Το Φως» του βιβλίου της Φυσικής «Ερευνώ και ανακαλύπτω» της Ε΄ Δημοτικού (τετράδιο εργασιών) της Ε΄ ως προς την επιστημολογική εικόνα της γνώσης την οποία προωθούν.

Κεφάλαιο «Φυτά»

Α. Η **επαγωγική εικόνα** της Επιστήμης προωθείται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- **Η ρίζα** (σελ. 27-32). Η ενότητα αναφέρεται στη χρησιμότητα και το γεωτροπισμό της ρίζας (και του βλαστού). Στο πρώτο θέμα η *αρχή της συσσώρευσης* βασίζεται μόνο σε δυο εικόνες (σελ. 29 & 30) και ένα πείραμα, επομένως *δεν ικανοποιείται επαρκώς*. Η *αρχή της επαγωγής ικανοποιείται* με τη διατύπωση του συμπεράσματος, τη διαπίστωση ότι οι ρίζες στηρίζουν τα φυτά, απορροφούν και μεταφέρουν νερό και χρήσιμες ουσίες προς το φυτό και σε ορισμένες αποθηκεύονται θρεπτικά συστατικά. Η *αρχή της επιβεβαίωσης δεν ικανοποιείται επαρκώς* επειδή εμφανίζεται μόνο μέσα από το αποτέλεσμα του πειράματος (σελ. 29) και δεν υπάρχουν άλλες επαληθεύσεις για να ισχυροποιήσουν τη γενίκευση. Για το γεωτροπισμό της ρίζας η γενίκευση βασίζεται μόνο στο πείραμα της σελ. 31. Η *αρχή της επαγωγής ικανοποιείται* με τη διατύπωση της παρατήρησης και του συμπεράσματος. Δεν υπάρχουν νέες παρατηρήσεις ή πειράματα που να επαληθεύουν το γεωτροπισμό της ρίζας. Επομένως, *δεν εφαρμόζονται οι αρχές της συσσώρευσης και της επιβεβαίωσης*.
- **Ο βλαστός** (σελ. 33-39). Τα πειράματα της ενότητας αυτής ασχολούνται με τρία θέματα. Τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών μέσα από το βλαστό, τον γεωτροπισμό και το φωτοτροπισμό του βλαστού. Για το πρώτο θέμα η *αρχή της συσσώρευσης δεν ικανοποιείται επαρκώς* γιατί στην ουσία υπάρχει μόνο ένα πείραμα που καταλήγει σε παρατήρηση. Για τον αρνητικό γεωτροπισμό η *αρχή της συσσώρευσης* βασίζεται σε μια

εικόνα παρόμοια με το γεωτροπισμό της ρίζας και ένα πείραμα και επομένως *δεν ικανοποιείται επαρκώς*. Για το φωτοτροπισμό η γενίκευση βασίζεται μόνο σ΄ ένα πείραμα. Συνεπώς *η αρχή της συσσώρευσης δεν ικανοποιείται επαρκώς*. Η *αρχή της επαγωγής*, και για τα τρία θέματα, *ικανοποιείται* με τη γενίκευση της παρατήρησης. Η *αρχή της επιβεβαίωσης* μόνο μέσα από το αποτέλεσμα του πειράματος *δεν ικανοποιείται επαρκώς*.

- **Η διαπνοή** (σελ. 45-49). Δυο είναι τα θέματα της ενότητας. Το ένα είναι ότι με τη διαπνοή τα φυτά αποβάλλουν νερό και το άλλο ότι η διαπνοή γίνεται κυρίως κάτω από την επιφάνεια των φύλλων. Για το πρώτο θέμα η *αρχή της συσσώρευσης δεν ικανοποιείται επαρκώς* γιατί βασίζεται μόνο σε μια εικόνα (σελ. 45 & 46) και ένα πείραμα. Η *αρχή της επαγωγής* ικανοποιείται με τη διατύπωση της γενίκευσης. Η *αρχή της επιβεβαίωσης* δεν ικανοποιείται, επομένως δεν ισχυροποιείται η αληθοφάνεια της γενίκευσης. Στο δεύτερο θέμα η *αρχή της συσσώρευσης* δεν ικανοποιείται αρκετά. Υπάρχει μόνο ένα πείραμα από το οποίο ο μαθητής δεν μπορεί να συγκεντρώσει αρκετά δεδομένα. Η αρχή της επαγωγής ικανοποιείται μέσα από τη γενίκευση του πειράματος. Η αρχή της επιβεβαίωσης ικανοποιείται έμμεσα γιατί μετά τη γενίκευση οι δύο εργασίες (σελ. 48) που ακολουθούν σχετικά με την ποσότητα αποβολής νερού, ισχυροποιούν το βαθμό της αληθοφάνειας της γενίκευσης.
- **Η φωτοσύνθεση** (σελ. 50-55). Στην ενότητα αυτή η *αρχή της συσσώρευσης ικανοποιείται μερικώς* γιατί προτείνονται τέσσερα πειράματα (σελ. 50 έως 53). Η *αρχή της επαγωγής ικανοποιείται* μέσα από τις γενικεύσεις που συνάγονται για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Η *αρχή της επιβεβαίωσης* ικανοποιείται έμμεσα.
- **Η αναπνοή** (σελ. 56-58). Στην ενότητα αυτή *η αρχή της συσσώρευσης δεν ικανοποιείται επαρκώς* γιατί υπάρχουν μόνο δυο πειράματα (σελ. 56 & 57). Η *αρχή της επαγωγής ικανοποιείται με τη γενίκευση* των παρατηρήσεων του πειράματος. Η *αρχή όμως της επιβεβαίωσης* εμφανίζεται όχι μόνο μέσα από τα αποτελέσματα των πειραμάτων αλλά και από την εργασία 3 (σελ. 58). Δεν υπάρχουν πρόσθετες επαληθεύσεις οι οποίες να ισχυροποιούν τη γενίκευση και επομένως *δεν ικανοποιείται επαρκώς*.

Β. Η **υποθετικο-παραγωγική** εικόνα της επιστήμης δεν προωθείται στο κεφάλαιο αυτό.

Κεφάλαιο «Το Φως»

Α. Η **επαγωγική εικόνα** της Επιστήμης προωθείται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- **Διάδοση του φωτός** (σελ. 128-130). Στην ενότητα αυτή η αρχή της συσσώρευσης δεν ικανοποιείται επαρκώς γιατί υπάρχει μόνο μία παρατήρηση στην ουσία με ευθύγραμμες δέσμες φωτός στις δύο εικόνες (1 και 2 σελ. 128) και ακολουθούν δύο πειράματα (1 και 2 σελ. 128 και 129), που καταλήγουν κι αυτά σε παρατηρήσεις. Η αρχή της επαγωγής ικανοποιείται με τη γενίκευση της παραπάνω παρατήρησης και των πειραμάτων. Η αρχή της επιβεβαίωσης εμφανίζεται μόνο μέσα από τα αποτελέσματα των πειραμάτων (3 και 4 σελ. 130) άρα μπορούμε να πούμε ότι δεν ικανοποιείται επαρκώς.
- **Διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα** (σελ. 131-132). Εδώ ικανοποιείται αρκετά η αρχή της συσσώρευσης γιατί εκτός της παρατήρησης των δύο εικόνων (1 και 2 σελ. 131) στο πείραμα (1 σελ. 131) γίνονται αρκετές παρατηρήσεις (σελ. 132). Η αρχή της επαγωγής επίσης ικανοποιείται εφόσον οι γενικεύσεις συνάγονται από πρώτες περιγραφές παρατηρήσεων και αποτελέσματα πειραμάτων. Η αρχή της επιβεβαίωσης δεν ικανοποιείται, επομένως δεν ισχυροποιείται η αληθοφάνεια της γενίκευσης.
- **Φως και σκιές** (σελ. 133-135). Στην ενότητα αυτή η αρχή της συσσώρευσης ικανοποιείται αρκετά γιατί υπάρχουν δύο πειράματα (1 και 2 σελ. 133-134) εκ των οποίων από το δεύτερο ο μαθητής μπορεί να συγκεντρώσει αρκετά δεδομένα. Η αρχή της επαγωγής ικανοποιείται μέσα από τις γενικεύσεις των πειραμάτων. Η αρχή της επιβεβαίωσης ικανοποιείται και έμμεσα, γιατί μετά τη γενίκευση οι δύο πρώτες εργασίες (σελ. 135) που ακολουθούν σχετικά με τη δημιουργία σκιάς, ισχυροποιούν το βαθμό της αληθοφάνειας της γενίκευσης· και άμεσα, γιατί η τρίτη (σελ. 135) αφορά την παρατήρηση επιπλέον ανάλογων περιστάσεων σύμφωνες με τα δεδομένα των πειραμάτων 1, 2 στη σελ. 133 και 134.
- **Ανάκλαση και διάχυση του φωτός** (σελ. 136-139). Στην ενότητα αυτή η αρχή της συσσώρευσης ικανοποιείται μερικώς γιατί προτείνονται τέσσερα πειράματα (1, 2, 3 και 4 σελ. 136 έως 138) καθώς και η εικόνα 1 σελ. 136. Η αρχή της επαγωγής ικανοποιείται με τη διατύπωση της γενίκευσης για την ανάκλαση και διάχυση τους φωτός. Η αρχή της επιβεβαίωσης ικανοποιείται έμμεσα.

Β. Η **υποθετικο-παραγωγική εικόνα** της Επιστήμης με στοιχεία επαγωγισμού προωθείται στην περίπτωση:

1. **Απορρόφηση του φωτός** (σελ. 140-141). Η ερώτηση δίπλα στην εικόνα 1 της σελ. 140 οδηγεί τους μαθητές στη διατύπωση υπόθεσης. Το παραγωγικό λογικό σχήμα καταρχάς φαίνεται να τηρείται με το πείραμα (1) στη σελ 140, το οποίο λειτουργεί ως διαψευστής της αρχικής υπόθεσης που ακολουθεί. Όμως το ένα και μοναδικό πείραμα είναι λίγο, για ασφαλή συμπεράσματα, αφού η θεωρία σύμφωνα με την υποθετικο-παραγωγική μέθοδο πρέπει να τίθεται σε συνεχή έλεγχο. Στο τέλος του πειράματος με τη γενίκευση που επιχειρείται εμφανίζονται στοιχεία επαγωγισμού.
   Μια από τις σωστές διατυπώσεις της υπόθεσης και πάντα σύμφωνα με την υποθετικο-παραγωγική εικόνα της επιστήμης θα ήταν: «Όλα τα ανοιχτόχρωμα ρούχα (επιφάνειες) αντανακλούν το φως» έτσι ώστε η

υπόθεση- θεωρία να έχει τη δυνατότητα να διαψευστεί. Θα μπορούσαν να υπάρχουν και σχετικά πειράματα (πιθανοί διαψευστές).

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στο πρώτο κεφάλαιο εμφανίζεται μόνο η εμπειρικο-επαγωγική μέθοδος συγκρότησης της επιστημονικής γνώσης, ενώ στο δεύτερο εμφανίζεται σε μία περίπτωση και η υποθετικο-παραγωγική εικόνα της επιστήμης. Προτιμάται η εμπειρικο-επαγωγική μέθοδος συγκρότησης της επιστημονικής γνώσης. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι μαθητές μπορούν να κατανοούν ευκολότερα αφηρημένες έννοιες, όταν προηγουμένως έχουν αποκτήσει εμπειρία από σχετικά φαινόμενα μέσω των πειραμάτων. Εξάλλου και ο τρόπος ανάπτυξης των πρακτικοβιωματικών τους αντιλήψεων είναι επαγωγικός. Όμως δεν εμφανίζεται η ακριβής εμπειρικο-επαγωγική εικόνα της Επιστήμης. Το επαγωγικό λογικό σχήμα αν και τηρείται, εντούτοις, ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι πολύ μικρός και δεν μπορεί να ικανοποιήσει την αρχή της συσσώρευσης. Η αρχή της επιβεβαίωσης είναι και αυτή ελλιπής. Στις περισσότερες περιπτώσεις η γενίκευση ακολουθεί 1 ως 3 παρατηρήσεις, μέσω κάποιων πειραμάτων. Όμως το ίδιο πείραμα για τη συλλογή παρατηρήσεων κάτω από διαφορετικές συνθήκες, δεν επαναλαμβάνεται. Η εκδοχή του επαγωγισμού που προβάλλεται λοιπόν είναι ελλιπής. Η έλλειψη εφαρμογής των 2 παραπάνω αρχών του επαγωγισμού, σημαίνει ότι η εμπειρικο-επαγωγική εικόνα της Επιστήμης που προβάλλεται από το σχολικό βιβλίο είναι μία ελλιπής εκδοχή του επαγωγισμού. Η απουσία της αρχής της επιβεβαίωσης επειδή συνδέεται με την αναπλαισίωση της φυσικο-επιστημονικής γνώσης στη σχολική της εκδοχή έχει ιδιαίτερη παιδαγωγική αξία (Κουλαϊδής, 2001α: 286). Η αναπλαισίωση όμως αποτελεί ένα βαθύτερο μετασχηματισμό της αντίστοιχης επιστημονικής γνώσης και όχι απλοποίησή της (Τσαρτσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001: 132). Μπορεί ο πειραματιστής στο σχολείο να συναντούσε πρακτικές δυσκολίες (έλλειψη οργάνων, χρόνου πραγματοποίησης πειραμάτων) αν ήθελε να εφαρμόσει ακριβώς τις αρχές του επαγωγισμού. Αυτή η ελλιπής εκδοχή του επαγωγισμού δημιουργεί λανθασμένη εντύπωση στους μαθητές για τη μεθοδολογία του, σε ότι αφορά την ποσότητα των παρατηρήσεων που συλλέγονται και την συνεχή αναγκαιότητα της επιβεβαίωσης αλλά και την αδιαμφισβήτητη, γραμμική, συνεχή και συσσωρευτική πορεία της επιστημονικής γνώσης. Μπορεί οι μαθητές να θεωρήσουν ότι 2-3 πειραματικοί έλεγχοι αρκούν για να καταλήξουν οι επιστήμονες σε γενικευμένες θεωρίες με αδιαμφισβήτητη ισχύ. Επομένως, οι μαθητές για να αποκτήσουν μια πληρέστερη εικόνα θα πρέπει στην πειραματική διδασκαλία στην εφαρμογή του επαγωγικού συλλογισμού να ικανοποιεί όσο περισσότερο γίνεται τις προϋποθέσεις και τις βασικές αρχές του επαγωγισμού.

Η χρήση της υποθετικο-παραγωγικής μεθόδου, στο κεφάλαιο «Το Φως», ακολουθεί κατ' ελάχιστον τις προϋποθέσεις της υποθετικο-παραγωγικής εικόνας της Επιστήμης. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνεται το στοιχείο της παραγωγικής δομής στην ενότητα Β1 με τη διατύπωση της υπόθεσης (έμμεσα από τους μαθητές, με τη προτροπή ερώτησης), στην συνέχεια όμως και όπως έχει ήδη προαναφερθεί, η πορεία είναι επαγωγική.

Η εφαρμογή της υποθετικο-παραγωγικής μεθόδου στα σχολικά πειράματα απαιτεί περισσότερο διδακτικό χρόνο και ενδεχομένως επιβάλλει αναδιατάξεις στα Α.Π. Η υποθετικο-παραγωγική εικόνα της επιστήμης, στο κεφάλαιο «Φυτά», δεν εμφανίζεται καθόλου και έτσι δε δίνεται στους μαθητές η ευκαιρία να εκμεταλλευθούν το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου, που είναι η ανάδειξη των πρακτικοβιωματικών γνώσεών τους στο στάδιο των αρχικών υποθέσεων και της γνωστικής σύγκρουσης από την πιθανή διάψευση αυτών. Εάν ως υποθέσεις χρησιμοποιηθούν οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών οι οποίες καταλήγουν σε διάψευση της εκάστοτε επιστημονικής θεωρίας, τότε θα δοθούν θαυμάσιες ευκαιρίες για δημιουργία γνωστικής σύγκρουσης μέσα στην τάξη, διδακτικό εργαλείο κατάλληλο για την αναδιοργάνωση των γνώσεων των μαθητών (Ραβάνης, 2001: 253).

Το ότι η υποθετικο-παραγωγική εικόνα δεν αντανακλάται στα σχολικά εγχειρίδια, ή δεν εφαρμόζεται συχνά στη σχολική πράξη, μπορεί να οφείλεται σε διαφορετικούς λόγους, όπως ότι γενικά υιοθετείται συχνότερα το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας που αγνοεί τις πρακτικο-βιωματικές αντιλήψεις των μαθητών, ότι οι εκπαιδευτικοί και οι συγγραφείς των βιβλίων δε θεωρούν σημαντικό να εισάγουν διαφορετικές επιστημολογικές θεωρήσεις στη διδασκαλία τους, ή ότι δεν έχουν καν επίγνωση του γεγονότος ότι ο τρόπος πειραματισμού δημιουργεί εικόνες της επιστήμης στους μαθητές. Η εφαρμογή της υποθετικο-παραγωγικής μεθόδου στα σχολικά πειράματα απαιτεί περισσότερο διδακτικό χρόνο και ενδεχομένως επιβάλλει αναδιατάξεις στα Α.Π.

Όλες οι επιστημονικές μέθοδοι θα ήταν καλό να εισάγονται ως εναλλακτικοί τρόποι επιστημονικής δουλειάς, ώστε οι μαθητές να μην υιοθετούν μία μονολιθική άποψη για το πώς εξελίσσεται η επιστημονική σκέψη. Η επαγωγική εικόνα για την επιστήμη είναι όντως η κυρίαρχη στα σχολικά εγχειρίδια. Η εικόνα αυτή μπορεί να είναι χρήσιμη στην περίπτωση που οι αντιλήψεις των μαθητών είναι γενικά ορθές και χρειάζονται απλώς διεύρυνση και εμπλουτισμό με νέα δεδομένα, ώστε να γενικευτούν. Από την άλλη πλευρά, η υποθετικο-παραγωγική εικόνα έχει μεγάλη παιδαγωγική αξία. Επομένως αυτό το σχήμα μπορεί να αποτελέσει πολύ χρήσιμο διδακτικό εργαλείο στο πλαίσιο της εποικοδομητικής διδασκαλίας των φυσικών επιστημών και ταυτόχρονα να αναδείξει και μία άλλη όψη της παραγωγής της επιστημονικής γνώσης.

Υπάρχει η σχετιστική και συμφραστική εικόνα της επιστήμης η οποία δεν εμφανίζεται καθόλου με αποτέλεσμα οι μαθητές να μην μπορούν να δουν την επιστήμη ως ένα λειτουργικό μεταβαλλόμενο μοντέλο περιγραφής, ερμηνείας και πρόβλεψης των φαινομένων. Έτσι δεν μπορούν «να εκτιμήσουν τη σημασία να επικοινωνείς να επανεξετάζεις τις ιδέες σου, τον προσωρινό χαρακτήρα των επιστημονικών ιδεών…» (Driver,

Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 2000: 44). Αν ένα σύστημα μεθόδων, τεχνικών θεωρείται αδιαμφισβήτητο και προβάλλεται συνέχεια όπως γίνεται και στο κεφάλαιο που εξετάστηκε, τότε πρέπει να αναπαραχθεί και να μεταδοθεί στους μαθητές.

Αν η γνώση όπως αναφέρει ο Ραβάνης (1995: 431) θεωρείται σχετική, τότε οι ακολουθούμενες διδακτικές στρατηγικές θα εμπεριέχουν αμφιβολίες, ερωτήματα και προβληματισμούς και θα είναι επιδεκτική διαφόρων προσεγγίσεων. Θα πρέπει να αποφασίσουμε σύμφωνα με τον Κουζέλη (1995: 157) αν θα δώσουμε (στη διδακτική μας) προτεραιότητα στην απόκτηση των εργαλείων παραγωγής της γνώσης ή την πληροφόρηση. Δεν υπάρχει μία και μοναδική επιστημονική μέθοδος, αλλά καλό είναι στη διδασκαλία να συνδυάζονται διαφορετικές εικόνες και διαφορετικές μέθοδοι.

Όλες οι επιστημονικές μέθοδοι θα ήταν καλό να εισάγονται ως εναλλακτικοί τρόποι επιστημονικής δουλειάς, ώστε οι μαθητές να μην υιοθετούν μία μονολιθική άποψη για το πώς εξελίσσεται η επιστημονική σκέψη. Η επαγωγική εικόνα για την επιστήμη είναι όντως η κυρίαρχη στα σχολικά εγχειρίδια. Η εικόνα αυτή μπορεί να είναι χρήσιμη στην περίπτωση που οι αντιλήψεις των μαθητών είναι γενικά ορθές και χρειάζονται απλώς διεύρυνση και εμπλουτισμό με νέα δεδομένα, ώστε να γενικευτούν. Από την άλλη πλευρά, η υποθετικο-παραγωγική εικόνα έχει μεγάλη παιδαγωγική αξία. Επομένως αυτό το σχήμα μπορεί να αποτελέσει πολύ χρήσιμο διδακτικό εργαλείο στο πλαίσιο της εποικοδομητικής διδασκαλίας των φυσικών επιστημών και ταυτόχρονα να αναδείξει και μία άλλη όψη της παραγωγής της επιστημονικής γνώσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αποστολάκης, Ε., Κορόζη, Β., Παναγοπούλου, Ε., Πετρέα, Κ., & Σάββας, Σ. (2003). *Ερευνώ και Ανακαλύπτω Ε΄ Δημοτικού*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
2. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών: Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών.* Αθήνα: Τυπωθήτω.
3. Κουζέλης, Γ. (1997). Εικόνες της επιστήμης. Στο: Γ. Κουζέλης (Επιμ.), *Επιστημολογία. Κείμενα,* (2η έκδ., σελ. 11-37). Αθήνα: Νήσος.
4. Κουλαϊδής, Β. (2001α). Εμπειρικο-επαγωγική εικόνα της επιστημονικής γνώσης: Η παράδοση της κοινής αντίληψης. Στο: Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (τομ. Α΄, σελ. 279-294). Πάτρα: Ε.Α.Π.
5. Κουλαϊδής, Β. (2001β). Υποθετικο-παραγωγική εικόνα της επιστημονικής γνώσης: Από την κοινή αντίληψη στη λογική πληρότητα. Στο: Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (τομ. Α΄, σελ. 295-314). Πάτρα: Ε.Α.Π.
6. Popper, K., (1997). Μια γενική ματιά σε μερικά θεωρητικά προβλήματα. Στο: Γ. Κουζέλης (Επιμ.), *Επιστημολογία. Κείμενα*, (2η έκδ). Αθήνα: Νήσος, 46-75.
7. Ραβάνης, Κ., (1995). Από τη γενική διδακτική στη διδακτική των φυσικών επιστημών. Παιδαγωγική συνέχεια και επιστημολογική ασυνέχεια. Στο: Η. Ματσαγγούρας (Επιμ.), *Η εξέλιξη της διδακτικής Επιστημολογική θεώρηση* (σελ. 421-444). Αθήνα: Gutenberg.
8. Ραβάνης, Κ. (2001). Η γνωστική σύγκρουση ως διδακτικό εργαλείο. Στο: Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (τομ. Α΄, σελ. 253-274). Πάτρα: Ε.Α.Π.
9. Τσατσαρώνη, Α., & Κουλαϊδής, Β. (2001). Επιστημονική γνώση και σχολική φυσικο-επιστημονική γνώση: Απλοποίηση ή αναπλαισίωση; Στο: Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (τομ. Α΄, σελ. 131-151). Πάτρα: Ε.Α.Π.

Η ψηφιακή αφήγηση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Η περίπτωση της μαθητικής ταινίας

Οδυσσέας Κνάβας[1] και Φανή Σέρογλου[2]

[1] Υποψήφιος διδάκτορας, oknavas@eled.auth.gr
[1] Επίκουρη καθηγήτρια, seroglou@eled.auth.gr

Ερευνητική ομάδα ΑΤΛΑΣ
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγική Σχολή
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ψηφιακή αφήγηση, ως σύγχρονη προέκταση της προφορικής και γραπτής αφήγησης, πραγματοποιείται συνήθως με τη δημιουργία οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων, αλλά και με τη χρήση, κυρίως τα τελευταία χρόνια, διαδικτυακών διαδραστικών εφαρμογών. Στην παρούσα εργασία επιχειρούμε να αναφερθούμε από τη μια στην έννοια και τα χαρακτηριστικά της και να αναλύσουμε από την άλλη τα μεθοδολογικά βήματα που ακολουθήσαμε κατά τη δημιουργία ψηφιακών αφηγήσεων σε συνεργασία με μαθητές και μαθήτριες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο μάθημα των φυσικών επιστημών, χρησιμοποιώντας το θεωρητικό πλαίσιο Γνώση - GNOSIS για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Συγκεκριμένα, παρουσιάζουμε μία εφαρμογή στην οποία συμμετέχουν 12 μαθητές και 7 μαθήτριες της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου στο χωριό Καμπάνη του Κιλκίς και δημιουργούν μια ταινία με τίτλο: «Ένας πλανήτης... μία ευκαιρία», χρησιμοποιώντας το λογισμικό windows movie maker. Το πολυδύναμο περιβάλλον που δημιουργούν οι ψηφιακές αφηγήσεις μετατρέπει τη σχολική τάξη σε ένα forum συζήτησης και ανταλλαγής πληροφοριών όπου μαθητές και μαθήτριες εστιάζονται στις στάσεις και αξίες που οι φυσικές επιστήμες αντανακλούν και με δική τους πρωτοβουλία ανατρέχουν στην ιστορία των φυσικών επιστημών αναδεικνύοντας τη συνθετική φύση και την εξέλιξη των φυσικών επιστημών στο χρόνο.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Ψηφιακή αφήγηση, διδασκαλία φυσικών επιστημών στο δημοτικό,, μοντέλο Γνώση-GNOSIS*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΦΗΓΗΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΗΜΕΡΑ

Τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό η έρευνα στη διδακτική των φυσικών επιστημών την τελευταία δεκαετία ασχολείται όλο και πιο συστηματικά με την καταγραφή και ανάλυση του τρόπου που καινοτόμες διδακτικές πρακτικές επιδρούν στη μάθηση και ειδικότερα στην καλλιέργεια δεξιοτήτων, στάσεων ή/και ικανοτήτων. Η ανάγκη για ανάπτυξη νέων μεθοδολογικών εργαλείων έχει ανοίξει δυναμικά νέα πεδία έρευνας και μελέτης, και ακριβώς στον χώρο αυτό επιχειρούμε να συμβάλλουμε με την παρούσα εργασία. Κατά την άποψή μας, η μετάβαση από μια διδασκαλία που με τον έναν ή τον άλλο τρόπο απλά «αναμεταδίδει» το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών σε μια διδασκαλία που καλλιεργεί τον γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες για όλους και για όλες (Adúriz-Bravo 2005, Σέρογλου 2006) δεν είναι ούτε απλή, ούτε εύκολη. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να υποστηριχθούν για να καταφέρουν αυτή τη μετάβαση από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας στη διδασκαλία με στόχο τον γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες, γιατί τους ζητάμε να διδάξουν με έναν τρόπο με τον οποίο ούτε έχουν διδαχθεί, ούτε έχουν διδάξει, ούτε καν έχουν εκπαιδευτεί στα χρόνια των σπουδών τους. Ένας δρόμος για να πετύχουμε αυτή τη μετάβαση από τη διδασκαλία και μάθηση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών στο γραμματισμό περνά μέσα από τη γνωριμία των εκπαιδευτικών και των μαθητών και μαθητριών τους με την φύση των φυσικών επιστημών (Σέρογλου & Adúriz-Bravo 2007, Matthews 1994). Προτείνουμε, ότι η γνωστική διάσταση της διδασκαλίας και μάθησης στις φυσικές επιστήμες, η οποία ασχολείται με το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών και το ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο οι επιστημονικές ιδέες αναπτύχθηκαν, μπορεί να εμπλουτισθεί παραγωγικά από τη μελέτη της ιστορίας των φυσικών επιστημών. Αντίστοιχα, η μεταγνωστική διάσταση που επιχειρεί να απαντήσει ουσιαστικά στο ερώτημα «πώς μαθαίνουμε αυτό που μαθαίνουμε;» βρίσκεται σε ανοιχτό διάλογο με την φιλοσοφία των φυσικών επιστημών. Για το λόγο αυτό εκτιμούμε ότι θα ήταν χρήσιμο να προσεγγίσουμε τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών ως κυρίως μια ομάδα από «ιδέες-κλειδιά» προερχόμενες από τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών, τοποθετημένες σε ένα σκηνικό διαμορφωμένο από την ιστορία των φυσικών επιστημών

και αναφερόμενο σε συγκεκριμένα ιστορικά γεγονότα και εκφράζοντας παράλληλα τις κοινωνιολογικές προεκτάσεις των φυσικών επιστημών ενάντια στο δογματισμό και τον ελιτισμό που χαρακτηρίζουν τον «επιστημονισμό» (Σέρογλου & Adúriz-Bravo 2007). Τέλος, ιδέες προερχόμενες από την κοινωνιολογία των φυσικών επιστημών και τις σύγχρονες σπουδές στις φυσικές επιστήμες θα μπορούσαν να φωτίσουν τις πολλαπλές οπτικές της συναισθηματικής διάστασης της διδασκαλίας και μάθησης, η οποία ασχολείται με την καλλιέργεια αξιών και στάσεων που χαρακτηρίζουν τους εγγράμματους πολίτες στις φυσικές επιστήμες (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007). Ένα κατάλληλο περιβάλλον για να εμπλακούν οι μαθητές και οι μαθήτριες αλλά και για να εκπαιδευτούν οι εκπαιδευτικοί σε μια διδασκαλία με στόχο τον γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες μέσα από τη γνωριμία τους με τη φύση των φυσικών επιστημών είναι το πολυδύναμο και πολυτροπικό περιβάλλον των ψηφιακών αφηγήσεων.

Ως ψηφιακή αφήγηση ορίζεται ο συνδυασμός της παραδοσιακής προφορικής και γραπτής αφήγησης με τα πολυμέσα και τα εργαλεία επικοινωνίας, είναι δηλαδή μια διαδικασία που συνδυάζει τα ψηφιακά μέσα για να εμπλουτίσει και να ενισχύσει το γραπτό ή τον προφορικό λόγο (Lathem 2005). Ο όρος πρωτοεμφανίστηκε στις εργασίες που εκπονήθηκαν στο Κέντρο Ψηφιακής Αφήγησης στο Μπέρκλεϋ, χαρακτηρίζοντας αυτό το σύγχρονο μέσο προσωπικής έκφρασης και επικοινωνίας με τη χρήση ψηφιακών και διαδραστικών εργαλείων. Η αφήγηση δεν είναι κάτι καινούργιο. Κάθε λαός στην πορεία του έχει να επιδείξει σημάδια αφήγησης καθότι το αφήγημα εξελίσσεται μαζί με την ιστορία της ανθρωπότητας (Barthes 1981). Με την εισαγωγή ωστόσο των νέων ψηφιακών και διαδραστικών μέσων τεχνολογίας στην μαθησιακή διαδικασία, αναδύθηκε και αναδείχθηκε η ψηφιακή αφήγηση (digital storytelling) ως τρόπος επικοινωνίας και μάθησης. Αρχικά η ψηφιακή αφήγηση χρησιμοποιήθηκε ως δημιουργία ενός οπτικοακουστικού υλικού, μικρής χρονικής διάρκειας που αναφέρεται σε προσωπικά βιώματα, εμπειρίες και ιστορίες ανθρώπων. Η ψηφιακή αφήγηση «ντυμένη» με φωτογραφίες, μουσική, ηχογράφηση και βίντεο άρχισε να σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει τη δυνατότητα στα άτομα που συμμετέχουν, λειτουργώντας απελευθερωτικά, να αφηγηθούν τις προσωπικές τους ιστορίες σε συνδυασμό με τη χρήση νέων τεχνολογιών τις οποίες μοιράζονται στο διαδικτύου (Joe Lambert 2002). Στην παρούσα εργασία η έννοια της ψηφιακής αφήγησης στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών επεκτείνεται για να καλύψει ένα ευρύ φάσμα ιστοριών γύρω από τη φύση των φυσικών επιστημών, τους ανθρώπους της επιστημονικής κοινότητας, την εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών και θεωριών, τους μύθους και τις παραδόσεις απ' όλο τον κόσμο που μιλούν για φυσικά φαινόμενα και φυσικές διαδικασίες. Προσεγγίζουμε τις ψηφιακές αφηγήσεις υπό το πρίσμα ενός σύγχρονου γραμματισμού στις φυσικές επιστήμες που στοχεύει στην ενεργοποίηση του συνολικού δυναμικού μαθητών και μαθητριών δίνοντας έκφραση στη δημιουργικότητά τους με τη χρήση φιλικών και ελεύθερης πρόσβασης πολυμέσων και διαδικτυακών εργαλείων. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε μία εφαρμογή που έχει πραγματοποιηθεί στο χωριό Καμπάνη του Κιλκίς όπου 12 μαθητές και 7 μαθήτριες της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου δημιουργούν μια ταινία με τίτλο: «Ένας πλανήτης… μία ευκαιρία» χρησιμοποιώντας το λογισμικό windows movie maker.

«ΕΝΑΣ ΠΛΑΝΗΤΗΣ … ΜΙΑ ΕΥΚΑΙΡΙΑ»

Η ιδέα δημιουργίας μιας ταινίας μαζί με τα παιδιά της Ε' δημοτικού στο Καμπάνη γεννήθηκε σταδιακά. Πρώτη αφορμή υπήρξε η ενότητα «Φως» του βιβλίου φυσικής και συγκεκριμένα η υποενότητα «Φως και σκιές» όπου τα παιδιά εκδήλωσαν ενδιαφέρον για τη λειτουργία της φωτογραφικής μηχανής. Δεύτερη αφορμή μας δόθηκε από την ενότητα «Τηλεόραση» του βιβλίου της Γλώσσας όπου τα παιδιά κατασκεύασαν δικές τους τηλεοπτικές διαφημίσεις χρησιμοποιώντας για πρώτη φορά κάμερα και το λογισμικό Movie maker. Η απόφαση για τη δημιουργία μιας δεκάλεπτης ταινίας πάρθηκε από τα ίδια τα παιδιά όταν έμαθαν για τον μαθητικό διαγωνισμό «Ένας πλανήτης …μια ευκαιρία» που διοργανωνόταν από την Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Σερρών. Τα παιδιά θέλησαν να δηλώσουμε συμμετοχή στο διαγωνισμό και επέλεξαν ως θέμα της ταινίας τους την υπερθέρμανση του πλανήτη και την «καταστροφή» της Γης. Το δίμηνο Ιανουάριος - Φεβρουάριος του 2012 και στα πλαίσια της Ευέλικτης Ζώνης στήσαμε μαζί με τα παιδιά ένα σχέδιο εργασίας με τίτλο «Κινηματογραφικό εργαστήρι» ως αποτέλεσμα του οποίου ήταν η δημιουργία στα μέσα του Φεβρουαρίου μιας ταινίας διάρκειας 9΄24΄΄. Οι εργασίες στο «Κινηματογραφικό εργαστήρι» πέρασαν από τα ακόλουθα στάδια:

<u>Στάδιο 1:</u> Αρχικά τα παιδιά χώρισαν αρμοδιότητες. 15 παιδιά θέλησαν να είναι οι ηθοποιοί της ταινίας. Δύο παιδιά που δεν επιθυμούσαν να είναι ηθοποιοί αποφάσισαν να είναι οι χειριστές της τηλεοπτικής μηχανής. Έξι παιδιά - ηθοποιοί ανέλαβαν να κάνουν το μοντάζ της ταινίας ,ενώ τέσσερα παιδιά-ηθοποιοί θέλησαν να είναι και σεναριογράφοι.

<u>Στάδιο 2:</u> Οι μαθητές και οι μαθήτριες γνωρίζουν τις τεχνικές συγγραφής σεναρίου και κινηματογραφικής αφήγησης χρησιμοποιώντας έντυπο υλικό που παρείχε ο φορέας διοργάνωσης του διαγωνισμού. Παράλληλα επισκέπτονται το Μουσείο Κινηματογράφου και συμμετέχουν στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα του μουσείου για την παραγωγή ταινίας γνωρίζοντας όλους τους συντελεστές μια ταινίας.

<u>Στάδιο 3:</u> Για τη δημιουργία του σεναρίου δέκα παιδιά έγραψαν σύντομα το σκελετό της ταινίας όπως τη φανταζόταν το καθένα και σε συζήτηση που έγινε στην τάξη διαβάστηκαν όλες οι προτάσεις σεναρίου για θέματα που αφορούν την υπερθέρμανση του πλανήτη αλλά παρουσιάστηκαν επίσης από τον δάσκαλο της τάξης και πληροφορίες σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Μετά τη συζήτηση αυτή η ομάδα των τεσσάρων

σεναριογράφων ανέλαβε να γράψει το σενάριο για την ταινία και να κατανείμει τους ρόλους. Σε μία εβδομάδα όλοι και όλες είχαν το σενάριο στα χέρια τους ώστε να μάθουν τους ρόλους τους.
Στάδιο 4: Τα παιδιά μαζί με το δάσκαλο παρακολούθησαν και σχολίασαν μια σειρά από ταινίες μικρού μήκους φτιαγμένες από παιδιά ή απευθυνόμενες σε παιδιά. Συζήτησαν διεξοδικά για τη σκηνοθεσία και μελέτησαν το αντίστοιχο έντυπο υλικού του Φεστιβάλ Μαθητικών Ταινιών Σερρών. Στη συνέχεια τα παιδιά εφαρμόζοντας τις σκηνοθετικές οδηγίες που μελέτησαν, προσάρμοσαν το σενάριο της ταινίας και το έφεραν στην τελική του μορφή.
Στάδιο 5: Οι μαθητές και οι μαθήτριες για τη δημιουργία της ταινίας χρησιμοποίησαν μια ψηφιακή camera και έναν τρίποδα στήριξης της μηχανής κατά τη διάρκεια των γυρισμάτων της ταινίας. Την πρώτη εβδομάδα του Φεβρουαρίου του 2012 ξεκίνησαν τα «γυρίσματα» της ταινίας. Τις πρώτες δύο ημέρες μαγνητοσκοπήθηκαν όλες τις σκηνές που είχαν ως χώρο το σχολείο (εικόνες 1 & 2) και τις επόμενες δύο οι σκηνές που διαδραματίζονταν σε σπίτια μαθητών (εικόνα 3).

Εικόνες 1, 2 & 3: Στιγμιότυπα από τα γυρίσματα της ταινίας

Την επόμενη εβδομάδα ψηφιοποιήθηκε όλο το υλικό και ξεκίνησε το μοντάζ της ταινίας. Τα παιδιά που ανέλαβαν την επεξεργασία του οπτικού υλικού χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο και ήχου windows movie maker και το λογισμικό επεξεργασίας εικόνας Gimp Η διαδικασία αυτή πήρε περίπου έξι ώρες και η ταινία διάρκειας 9΄24΄΄ ,με τους τίτλους αρχής και τέλους, ήταν έτοιμη για τον διαγωνισμό.

Η διαδικασία παραγωγής της ταινίας (εικόνες 4, 5 & 6) υπήρξε μια απολαυστική πορεία δημιουργίας για όλους και όλες. Στο διαγωνισμό μπορεί η ταινία να μην διακρίθηκε αλλά αυτό δεν στενοχώρησε τα παιδιά γιατί είχαν γευτεί τη χαρά της δημιουργίας.

Εικόνες 4, 5 & 6: Στιγμιότυπα από την ταινία

Τα παιδιά για πρώτη φορά συνεργάστηκαν αρμονικά και παραγωγικά μέσα στο περιβάλλον της ψηφιακής αφήγησης και κατόρθωσαν να ξεπεράσουν διαφωνίες που πριν από την κοινή αυτή τους δραστηριότητα μπλόκαραν τη συνεργασία μεταξύ τους. Δεν έμαθαν μόνο για την υπερθέρμανση του πλανήτη, τη φύση των φυσικών επιστημών και την δημιουργία ψηφιακών αφηγήσεων αλλά πάνω απ' όλα έμαθαν να συνεργάζονται και να στηρίζονται στις δικές τους δυνάμεις για να αλλάξουν τις στάσεις ζωής σχετικά με το περιβάλλον, να αλλάξουν τον τρόπο που μαθαίνουν και τον τρόπο που λειτουργεί το σχολείο. Αξιοσημείωτο είναι επίσης πως όλες οι πληροφορίες για το σενάριο της ταινίας προήλθαν από αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο και συζητήσεις των παιδιών με τους γονείς τους στο σπίτι. Το παιχνίδι της γνώσης ακολουθούσε τα παιδιά έξω από το σχολείο και μπόλιαζε και μπολιάζονταν από την κοινωνία. Τα παιδιά «ανυπομονούσαν να ξημερώσει για να έρθουν στο σχολείο και να συνεχίσουν την ταινία» και απολάμβαναν έναν τρόπο μάθησης που παρόλο που είναι απαιτητικός σε γνώσεις και χρόνο είναι συνάμα κομμάτι της εποχής τους και τους βοηθά να εκφραστούν. Ο δάσκαλος σε όλα τα στάδια υπήρξε εμψυχωτής των παιδιών και διευκολυντής στη μάθηση και τη συνεργασία ενώ δεν επενέβη διορθωτικά σε κανένα σημείο του σεναρίου που αφορούσε επιστημονική γνώση. Συμμετείχε μάλιστα ως ηθοποιός στην ταινία όταν του το ζήτησαν τα παιδιά. Όλα τα θέματα συζητήθηκαν στην πορεία συγγραφής του σεναρίου, στη διάρκεια παραγωγής της ταινίας και την ολοκλήρωση της , ενώ για πολύ καιρό σκέψεις και ιδέες από τη ταινία απασχολούσαν τις συζητήσεις και τα μαθήματα στην τάξη.

ΑΝΑΛΥΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΦΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ

Στην παρούσα εργασία αναλύουμε την μικρού μήκους μαθητική ταινία μυθοπλασίας «Ένας πλανήτης… μία ευκαιρία» αναδεικνύοντας το πολυδύναμο περιβάλλον που δημιουργούν οι ψηφιακές αφηγήσεις μετατρέποντας τη σχολική τάξη σε ένα forum συζήτησης και ανταλλαγής πληροφοριών όπου μαθητές και μαθήτριες εστιάζονται στις στάσεις και αξίες που οι φυσικές επιστήμες αντανακλούν και με δική τους πρωτοβουλία ανατρέχουν στην ιστορία των φυσικών επιστημών αναδεικνύοντας τη συνθετική φύση και την εξέλιξη των φυσικών επιστημών στο χρόνο. Για την ανάλυση της ψηφιακής αφήγησης χρησιμοποιούμε το

ερευνητικό μοντέλο Γνώση - GNOSIS εστιάζοντας στη διερεύνηση της φύσης των φυσικών επιστημών σε ψηφιακές αφηγήσεις.

Το μοντέλο Γνώση - GNOSIS στην αγγλική του γραφή αποτελεί ακρωνύμιο της φράσης 'Guidelines for Nature Of Science Introduction in Scientific literacy', δηλαδή, οδηγίες για μια εισαγωγή στον επιστημονικό γραμματισμό μέσα από τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης. Το Γνώση - GNOSIS προέκυψε από τη σύνθεση δύο προγενέστερων θεωρητικών πλαισίων (Seroglou & Koumaras 2001, Adúriz-Bravo 2003). Με το μοντέλο Γνώση - GNOSIS προσεγγίζεται από τρεις συμπληρωματικές διαστάσεις μια διδασκαλία των φυσικών επιστημών η οποία είναι εμπλουτισμένη από στοιχεία και οπτικές της φύσης της επιστήμης (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007):

- Τη γνωστική διάσταση, η οποία αφορά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών ως ένα σύνολο μοντέλων που ερμηνεύουν τον κόσμο γύρω μας (η φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών), καθώς και τη διδασκαλία για το ευρύτερο κοινωνικό/οικονομικό/πολιτιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο οι επιστημονικές ιδέες αναπτύχθηκαν και διαμορφώθηκαν (η φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών).
- Τη μεταγνωστική διάσταση, η οποία εστιάζεται στο τι είναι οι φυσικές επιστήμες (η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος), στο πώς αλλάζουν οι φυσικές επιστήμες στην ιστορία (η φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών), και στον τρόπο που οι φυσικές επιστήμες αλληλεπιδρούν με την κοινωνία και τον πολιτισμό (η φύση των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία, όπου αναδεικνύεται το «πολιτισμικό αποτύπωμα των φυσικών επιστημών»).
- Τη συναισθηματική διάσταση, η οποία ανοίγει την εικόνα των φυσικών επιστημών θεωρώντας τις στάσεις (φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες) και τις αξίες (φύση των αξιών που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες), οι οποίες πέρα από θεμελιώδεις στην ίδια τη λειτουργία των φυσικών επιστημών, είναι σημαντικές και επιθυμητές στην εκπαίδευση των επιστημονικά εγγράμματων πολιτών.

Με τις διαστάσεις του μοντέλου Γνώση - GNOSIS επιχειρείται η συσχέτιση της συμβολής των μετα-επιστημών στη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης. Προτείνεται, ότι η γνωστική διάσταση, η οποία ασχολείται με το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών και το ευρύτερο κοινωνικό/οικονομικό/πολιτιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο οι επιστημονικές ιδέες αναπτύχθηκαν, μπορεί να εμπλουτισθεί παραγωγικά από τη μελέτη της ιστορίας των φυσικών επιστημών. Αντίστοιχα, η μεταγνωστική διάσταση που επιχειρεί να απαντήσει ουσιαστικά στο ερώτημα «πώς μαθαίνουμε αυτό που μαθαίνουμε;» βρίσκεται σε ανοιχτό διάλογο με την φιλοσοφία της επιστήμης. Για το λόγο αυτό εκτιμάται ότι θα ήταν χρήσιμο να προσεγγίζεται η διδασκαλία της φύσης της επιστήμης ως κυρίως μια ομάδα από «ιδέες - κλειδιά» προερχόμενες από τη φιλοσοφία της επιστήμης, τοποθετημένες σε ένα σκηνικό διαμορφωμένο από την ιστορία της επιστήμης και αναφερόμενο σε συγκεκριμένα ιστορικά γεγονότα και εκφράζοντας παράλληλα τις κοινωνιολογικές προεκτάσεις της επιστήμης ενάντια στο δογματισμό και τον ελιτισμό που χαρακτηρίζουν τον «επιστημονισμό». Τέλος, ιδέες προερχόμενες από την κοινωνιολογία των φυσικών επιστημών και τις σύγχρονες σπουδές στις φυσικές επιστήμες μπορούν να φωτίσουν τις πολλαπλές οπτικές της συναισθηματικής διάστασης, η οποία ασχολείται με τη συμβολή της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στην καλλιέργεια αξιών και στάσεων που χαρακτηρίζουν τους επιστημονικά εγγράμματους πολίτες (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007).

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται συνθετικά όλες οι βασικές παράμετροι του μοντέλου Γνώση - GNOSIS όπως αυτές εκφράζονται από τις τρεις διαστάσεις (γνωστική – μεταγνωστική – συναισθηματική) στην πρώτη στήλη, τις κατηγορίες της κάθε διάστασης για τη φύση των επιστημών στη δεύτερη στήλη και στην τρίτη στήλη τις μεταεπιστήμες που αντιστοιχούν σε κάθε διάσταση και συμβάλλουν στη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών. Για την απεικόνιση των επτά κατηγοριών χρησιμοποιούνται οι κωδικοί G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 που προκύπτουν από το αρχικό G (Guideline) του ακρωνυμίου G.N.O.S.I.S. και συνοδεύουν την περιγραφή τους. Οι κωδικοί χρησιμοποιούνται για χάριν συντομίας στην ανάλυση που παρουσιάζουμε.

Διάσταση	Κατηγορία GNOSIS / Φύση της Επιστήμης	Μετα-επιστήμη
Γνωστική	G1 / η φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών G2 / η φύση του περιβάλλοντος των φυσικών Επιστημών	Ιστορία των φυσικών επιστημών
Μεταγνωστική	G3 / η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος G4 / η φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών G5 / η φύση των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία	Φιλοσοφία των φυσικών επιστημών
Συναισθηματική	G6 / η φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες G7 / η φύση των αξιών που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες	Κοινωνιολογία των φυσικών επιστημών

Πίνακας 1: παρουσίαση παραμέτρων μοντέλου *Γνώση – GNOSIS*

Στην παρούσα εργασία για να διερευνήσουμε τις επτά παραμέτρους του Γνώση - GNOSIS εισάγονται αρχικά δώδεκα διαγράμματα ροής GNOSIS (πίνακες 1-12) τα οποία αναλύουν τις αντίστοιχες δώδεκα σκηνές της ταινίας όπως αναφέρονται στο σενάριο των παιδιών. Χωρίζουμε τη συνολική χρονική διάρκεια της ταινίας σε ισομήκη μικρά διαστήματα, των 3 δευτερολέπτων το καθένα, και τα χαρακτηρίζουμε με το δείκτη κατηγορίας ή κατηγοριών GNOSIS που ταιριάζουν κάθε φορά. Με τον τρόπο αυτό η ταινία και τα επιμέρους αποσπάσματά της – σκηνές μελετώνται ως μια χρονοσειρά διαδοχικών G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 και απεικονίζονται με ένα διάγραμμα ροής GNOSIS. Σε κάθε τέτοιο διάγραμμα ροής, που αντιστοιχεί σε ένα κομμάτι - σκηνή της ταινίας, ο κατακόρυφος άξονας περιλαμβάνει τις επτά κατηγορίες Γνώση-GNOSIS, την εναλλαγή και διαδοχή των οποίων παρακολουθούμε α) με βάση την πραγματική χρονική στιγμή της ταινίας (σε λεπτά και δευτερόλεπτα) αλλά και β) με αρχή μέτρησης του χρόνου, την αρχή του συγκεκριμένου κομματιού (σε δευτερόλεπτα) δείχνοντας το διάστημα τριών δευτερολέπτων.

- *Σκηνή 1η : Βιντεοπροβολέας – «η Γη θα καταστραφεί».*

Στη σκηνή ο δάσκαλος της τάξης δείχνει (εικόνα 6) σε βιντεοπροβολέα τους πλανήτες του ηλιακού συστήματος και οι μαθητές και οι μαθήτριες παρακολουθούν. Στον πίνακα 2 σκιαγραφείται ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζονται και εναλλάσσονται οι επτά κατηγορίες του μοντέλου Γνώση - GNOSIS κατά τη διάρκεια (0:20 – 1:23) της πρώτης σκηνής.

G7																						
G6																						
G5																						
G4																						
G3																						
G2																						
G1																						
sec	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	42	45	48	51	54	57	60	63	66
timeline	0:20	0:23	0:26	0:29	0:32	0:35	0:38	0:41	0:44	0:47	0:50	0:53	0:56	0:59	1:02	1:05	1:08	1:11	1:14	1:17	1:20	1:23

Πίνακας 2 : διάγραμμα ροής 1ης σκηνής

Στα πρώτα δευτερόλεπτα (0:20 – 0:44) ο δάσκαλος δείχνοντας του πλανήτες παρέχει πληροφορίες που αφορούν το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών (G1) ενώ παράλληλα εντοπίζουμε τη φύση των στάσεων που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες (G6) στην προσεχτική παρακολούθηση των παιδιών. Το διάστημα 0:44 – 0:50 στο σχόλιο του δασκάλου «πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν» γίνεται φανερή η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικό προϊόν (G3), ενώ στο σχόλιό του (0:47 – 0:59) «ότι λόγω της μόλυνσης του περιβάλλοντος, λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, κάποια στιγμή η Γη θα καταστραφεί» τονίζει κυρίως τις αλληλεπιδράσεις επιστήμης - κοινωνίας (G5). Στα υπόλοιπα εικοσιτέσσερα δευτερόλεπτα (0:59 – 1:23) λαμβάνουμε πληροφορίες για το περιβάλλον (σχολική αίθουσα, διάταξη θρανίων, κουδούνι για διάλλειμα) μέσα στο οποίο αναπτύσσονται οι έννοιες φυσικών επιστημών.

- *Σκηνή 2η : Κρυφτό/τρύπα με καπνό*

Στο διάστημα 1:23 – 2:29 παρακολουθούμε τα παιδιά να τρέχουν στη σχολική αυλή, να συγκεντρώνονται συζητώντας, να αποφασίζουν να παίξουν κρυφτό. Καθώς τα παιδιά προσπαθούν να κρυφτούν ανακαλύπτουν μία τρύπα στο έδαφος από την οποία αναδύεται καπνός και την εξερευνούν. Η συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριών του Γνώση - GNOSIS για τα 66 δευτερόλεπτα της σκηνής παρουσιάζονται στον πίνακα 3.

G7																						
G6																						
G5																						
G4																						
G3																						
G2																						
G1																						
sec	3	6	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
time	1:26	1:29	1:32	1:35	1:38	1:41	1:44	1:47	1:50	1:53	1:56	1:59	2:02	2:05	2:08	2:11	2:14	2:17	2:20	2:23	2:26	2:29

Πίνακας 3 : διάγραμμα ροής 2ης σκηνής

Στα πρώτα είκοσι τρία δευτερόλεπτα (1:23 – 1:56) όπου τα παιδιά τρέχουν, συζητούν, αποφασίζουν και ξεκινούν τη διαδικασία έναρξης του παιχνιδιού αναδεικνύεται η φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών (G4) καθώς το παιχνίδι, αλλά και οι κανόνες του παιχνιδιού («έι παιδιά να κάνουμε το 21» - τα παιδιά ενώνουν τα χέρια τους και ένα παιδί μετρά μέχρι το 21 ξεκινώντας από τον εαυτό του) θεωρούνται απαραίτητο αναπτυξιακό στάδιο της παιδικής ηλικίας μέσω του οποίου εξελίσσονται κοινωνικά και αναπτύσσουν τις πρώτες τους δεξιότητες μεθοδολογίας. Στο σημείο (1:56-1:59) όπου το μέτρημα φτάνει στο 21 και προκύπτει το παιδί το οποίο θα «τα φυλάει» η μεθοδολογία (μέτρημα) αλληλεπιδρά με την κοινωνία (G5) ως μηχανισμός επιλογής (στην συγκεκριμένη περίπτωση το παιδί που θα ψάξει τα υπόλοιπα που κρύβονται). Για τα επόμενα δώδεκα δευτερόλεπτα παρακολουθούμε το κορίτσι που επιλέχθηκε να κλείνει τα μάτια του μετρώντας έως το 100 και τα υπόλοιπα παιδιά να τρέχουν να κρυφτούν ακολουθώντας και πάλι μια συγκεκριμένη μεθοδολογία (G4). Στο διάστημα (2:11-2:17) όπου ανακαλύπτουν την τρύπα, το σχόλιο «παιδιά κοιτάξτε αυτήν την τρύπα, βγάζει καπνό» και η συνακόλουθη συνάθροιση των παιδιών γύρω από την τρύπα φανερώνουν

παράλληλα μια μεθοδολογία (G4) αλλά και τη στάση (G6) των παιδιών μέσα από τη διάθεση διερεύνησης , δηλαδή μιας δεξιότητας που προκύπτει από τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στα δευτερόλεπτα που ακολουθούν (2:17-2:29) μέχρι το τέλος της σκηνής κατηγορίες του GNOSIS εναλλάσσονται μέσα από σχόλια που αφορούν σε μεθοδολογία («να ρίξω μια πέτρα μέσα;» / G4), εξαγωγή συμπερασμάτων (G3), αλλά και σε στάσεις (G6) που υιοθετούν τα παιδιά προκειμένου να προστατευθούν από την άγνωστη κατάσταση που αντιμετωπίζουν.

Σκηνή 3η : Διάλογος με τα παιδιά από το μέλλον

Κατά τη διάρκεια (2:29 – 3:02) της 3ης σκηνής εμφανίζονται μέσα από την τρύπα και τον καπνό τρία παιδιά , δύο κορίτσια και ένα αγόρι που φοράει μια χρωματιστή περούκα, τα οποία αναφέρουν πως έρχονται από το μέλλον για να προειδοποιήσουν πως η Γη πρόκειται να καταστραφεί. Οι μαθητές και οι μαθήτριες δεν τους πιστεύουν και έτσι τα τρία παιδιά από το μέλλον τους προσκαλούν για ένα ταξίδι στο μέλλον. Στο τρίτο διάγραμμα ροής (πίνακας 4) αναλύεται η σκηνή με βάση τη συχνότητα εμφάνισης των κωδικοποιημένων παραμέτρων G.

G7		■	■	■	■	■		■	■	■	
G6		■	■					■			
G5							■	■			
G4	■										■
G3							■				
G2					■						
G1											
sec	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
timeline	2:32	2:35	2:38	2:41	2:44	2:47	2:50	2:53	2:56	2:59	3:02

Πίνακας 4 : διάγραμμα ροής 3ης σκηνής.

Αρχικά (2:29 – 2:32) μέσα από την τρύπα και τον καπνό εμφανίζονται τρία παιδιά (G4) , δύο μαθητές τους κοιτούν διερευνητικά (G6) , αλλά και αστειευόμενοι : «αυτοί δε μοιάζουν με παιδιά από την τάξη μας;», σε μια ήρεμη αποδοχή της διαφορετικότητας (G7). Μέχρι το τέλος της 3ης σκηνής διάφορες όψεις της φύσης των επιστημών αποκαλύπτονται καθώς τα παιδιά συζητώντας αναδεικνύουν τόσο αξίες εμπιστοσύνης («αν σας δείξουμε θα μας πιστέψετε;» - «ναι θα σας πιστέψουμε» - G7) και σεβασμού και αγάπης προς τη ζωή («μη φοβάστε δε θα σας πειράξουμε», «αν θέλετε να ζήσετε» - G7), όσο και στάσεις (G6 /«πρέπει να προσέχετε»), ενώ συνυπάρχουν πληροφορίες για την αλληλεπίδραση επιστήμης – κοινωνίας (η αμέλεια των ανθρώπων οδηγεί στην καταστροφή του πλανήτη, G5) αλλά και για την εξέλιξη της επιστήμης στο χρόνο («ωραία λοιπόν, πάμε σαράντα χρόνια μπροστά»/G4).

Σκηνή 4η : Ταξίδι στο μέλλον

Στη σκηνή αυτή (3:02 – 4:11) περιγράφεται το ταξίδι των μαθητών και μαθητριών στο μέλλον και συγκεκριμένα στο διάστημα από όπου βλέπουν τη Γη να καίγεται και να καταστρέφεται. Τα παιδιά από το μέλλον συζητούν με τη μαθητική ομάδα και δίνουν συμβουλές. Στον πίνακα 5 παρουσιάζουμε το διάγραμμα ροής των κατηγοριών του Γνώση - GNOSIS , όπου όλες οι συνιστώσες της φύσης επιστημών συνυπάρχουν και εναλλάσσονται.

G7		■	■													■							
G6				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					■	■		■
G5		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■			
G4																	■					■	
G3																		■	■				
G2																	■		■				
G1									■	■	■	■	■						■				
sec	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
timeline	3:05	3:08	3:11	3:14	3:17	3:20	3:23	3:26	3:29	3:32	3:35	3:38	3:41	3:44	3:47	3:50	3:53	3:56	3:59	4:02	4:05	4:08	4:11

Πίνακας 5 : διάγραμμα ροής 4ης σκηνής

Η σκηνή ξεκινά (3:02 – 3:05) με ένα ηχητικό και οπτικό εφέ ώστε να καταδείξει το ταξίδι στο μέλλον και μας προσφέρει το περιβάλλον μέσα στο οποίο εμπεριέχεται η δράση (G2). Για τα επόμενα έξι δευτερόλεπτα παρακολουθούμε διάφορες εικόνες καταστροφής της Γης και άρα την αλληλεπίδραση (G5) των φυσικών επιστημών (μόλυνση, υπερθέρμανση) με την κοινωνία (καταστροφή του πλανήτη). Ταυτόχρονα οι εικόνες επιτελούν και εργαλείο συναισθηματικής φόρτισης (G7). Ο διάλογος που ακολουθεί (3:11 – 3:20) ανάμεσα στα παιδιά αποσκοπεί στο να προτρέψει τους μαθητές και τις μαθήτριες να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα με ενεργητική στάση (G6). Στα ακόλουθα δευτερόλεπτα (3:20 – 3:47) εναλλάσσονται πληροφορίες που από τη μία αναδεικνύουν την αλληλεπίδραση των φυσικών επιστημών με την κοινωνία(G5), αφού κάθε πράξη των ανθρώπων έχει δυσάρεστο κοινωνικό αποτέλεσμα :«να σταματήσετε να μολύνετε τον κόσμο σας για να ζήσετε», « απορρίμματα που πετάτε και μολύνουν τη θάλασσα», «τα αυτοκίνητα που μολύνουν την ατμόσφαιρα» και από την άλλη προτρέπουν για την ανάληψη συγκεκριμένων στάσεων(G6) που εκφράζονται με τις φυσικές επιστήμες : «να σταματήσετε να μολύνετε τον κόσμο σας για να ζήσετε», « απορρίμματα που πετάτε και μολύνουν τη θάλασσα», «τα αυτοκίνητα που μολύνουν την ατμόσφαιρα», «Το κόψιμο δέντρων που καταστρέφει τα σπίτια των ζωών, αλλά και μειώνει το οξυγόνο», «Τα απορρίμματα που πετάτε στη θάλασσα και δηλητηριάζουν τα ζώα όπως η χελώνα καρέτα-καρέτα», «Η έλλειψη ανακύκλωσης και η

υπερθέρμανση». Παράλληλα στο χρονικό διάστημα 3:26 – 3:41 αναφέρεται ρητά η φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών μέσω δυσάρεστων διαπιστώσεων («τα αυτοκίνητα που μολύνουν την ατμόσφαιρα», «Το κόψιμο δέντρων που καταστρέφει τα σπίτια των ζωών, αλλά και μειώνει το οξυγόνο», «Τα απορρίμματα που πετάτε στη θάλασσα και δηλητηριάζουν τα ζώα όπως η χελώνα καρέτα-καρέτα») καθώς. Στην αναφορά ενός παιδιού από το μέλλον: «Όλα αυτά είναι βλαβερά , όχι μόνο για μας , αλλά και για ολόκληρο τον κόσμο!» ενυπάρχει η φύση της αλληλεπίδρασης («όλα αυτά είναι βλαβερά») με την κοινωνία (G5) αλλά και η φύση των αξιών (G7) που προέρχονται από τις φυσικές επιστήμες καθώς προτρέπεται η μαθητική ομάδα να υιοθετήσει μια παγκόσμια οικολογική συνείδηση μακριά από εγωισμούς : «όχι μόνο για μας , αλλά και για ολόκληρο τον κόσμο!». Στο χρονικό σημείο 3:50 – 3:53 ένας μαθητής αναρωτιέται αν μπορούν να ζήσουν σε άλλο πλανήτη (η εξέλιξη/G4 των φυσικών επιστημών και η αλληλεπίδρασή/G5 με την κοινωνία), ενώ στο διάστημα 3:53 – 3:53 αναφέρεται : «δεν γίνεται να πάμε αλλού» - «γιατι δε γίνεται;» προκύπτει η συνθετική φύση (G3) των φυσικών επιστημών ως ένα νοητικό προϊόν στοχασμού εναλλακτικών οπτικών. Η απάντηση ενός παιδιού από το μέλλον πως κανένας άλλος πλανήτης δεν μπορεί να φιλοξενήσει ζωή καλύπτει ταυτόχρονα και το γνωστικό περιεχόμενο (G1) των φυσικών επιστημών και το περιβάλλον (G2) στο οποίο δρουν, αλλά και τη συνθετική τους φύση (G3), καθώς το περιεχόμενο υπήρξε προϊόν συνθετικής σκέψης. Στα τελευταία είκοσι δευτερόλεπτα της σκηνής τα παιδιά αντιλαμβάνονται πως πρέπει να προσέχουν (G6) τον πλανήτη τους ώστε να μην υπάρξει δυσάρεστη κατάληξη (G5) ενώ ζητούν να επιστρέψουν (G4) πίσω στην εποχή τους γεγονός που αντιμετωπίζεται (G6) θετικά από τα παιδιά που ήρθαν από το μέλλον.

- *Σκηνή 5η : Οι μαθητές και οι μαθήτριες εξηγούν στο δάσκαλο τι τους συνέβη*

Η 5η σκηνή διαρκεί σαράντα πέντε δευτερόλεπτα όπου οι μαθητές και οι μαθήτριες συναντούν στη σχολική αίθουσα το δάσκαλό τους και του εξηγούν με λεπτομέρεια τι τους συνέβη. Ακολουθεί το πέμπτο διάγραμμα ροής ανάλυσης των κατηγοριών του Γνώση – GNOSIS.

G7									■	■	■		■	■	■
G6	■	■						■							
G5						■	■	■				■	■	■	
G4												■			
G3													■	■	■
G2			■	■	■										
G1															
sec	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
timeline	4:14	4:17	4:20	4:23	4:26	4:29	4:32	4:35	4:38	4:41	4:44	4:47	4:50	4:53	4:56

Πίνακας 6 : διάγραμμα ροής 5ης σκηνής

Σε όλη τη διάρκεια της σκηνής οι όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών εναλλάσσονται μέσα από σχόλια για τη φύση των στάσεων και των αξιών που καλλιεργούνται από τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, εμπλουτισμένα με πληροφορίες για τη φύση του περιβάλλοντος, την αλληλεπίδραση με την κοινωνία αλλά και τη συνθετική φύση των επιστημών ως νοητικό προϊόν. Τα παιδιά λοιπόν υιοθετούν ενεργητική στάση (G6) και ειδοποιούν το δάσκαλο, αναφέροντας τη συνάντηση (G2) που είχαν και μεταφέροντας τις προειδοποιήσεις για τις καταστροφικές συνέπειες της μόλυνσης (G5) αλλά και τις συμβουλές που δέχτηκαν και αποδέχθηκαν (G6). Ο δάσκαλος είναι αρκετά δύσπιστος (G7) απέναντι στα λεγόμενά τους, όμως τα παιδιά επιμένουν για το ταξίδι στο μέλλον και του υπενθυμίζουν (G7/συνέπεια) τα δικά του λόγια (G3) περί καταστροφής (G5) της Γης.

Σκηνή 6η : Στην αυλή συζητούν τρόπους δράσης

Παρακολουθούμε (4:56 – 5:23) τα παιδιά συγκεντρωμένα στην αυλή του σχολείου όπου συζητούν για τη συνέχεια της περιπέτειάς τους, συζήτηση που αναλύουμε με το μοντέλο Γνώση - GNOSIS στον πίνακα 7.

G7									
G6				■		■	■	■	■
G5									
G4	■	■							
G3					■	■	■		
G2			■						
G1									
sec	3	6	9	12	15	18	21	24	27
timeline	4:59	5:02	5:05	5:08	5:11	5:14	5:17	5:20	5:23

Πίνακας 7 : διάγραμμα ροής 6ης σκηνής

Τα παιδιά λοιπόν συγκεντρωμένα σε κύκλο συζητούν (4:56 – 3:02/G4) και συνειδητοποιούν πως θα πρέπει να δράσουν μόνα τους (5:02-5:05/G2). Είναι αποφασισμένα πως πρέπει να δράσουν (5:05-5:08/G6) και ενώ αρχικά εκφράζουν την άγνοιά (5:05-5:11/G3) τους για τον τρόπο δράσης τους, στα τελευταία δευτερόλεπτα (5:11-5:23) της σκηνής ένα παιδί τους κινητοποιεί επισημαίνοντάς τους πως δεν πρέπει να κάθονται (G6) αλλά να σκεφτούν (G3). Τελικώς προκύπτουν ιδέες και έτσι καταλήγουν (G3) στη στάση που θα ακολουθήσουν (G6): «να συναντήσουμε πρωθυπουργούς», « να βγούμε στα δελτία ειδήσεων», « να μοιράσουμε φυλλάδια».

- *Σκηνή 7η : Στην αυλή συζητούν τρόπους δράσης*

Στη σκηνή αυτή ,διάρκειας 45 δευτερολέπτων (5:23 – 6:08) παρακολουθούμε εξώφυλλα εφημερίδων που παρουσιάζουν την προσπάθεια των παιδιών να σώσουν τον πλανήτη και αναδεικνύουν επομένως την αλληλεπίδραση των φυσικών επιστημών με την κοινωνία (αντίκτυπος στις εφημερίδες /G5) αλλά και την φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες (G6). Ακολουθεί το έβδομο διάγραμμα ροής GNOSIS όπως αποτυπώνεται στον πίνακα 8.

G7															
G6															
G5															
G4															
G3															
G2															
G1															
sec	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
timeline	5:26	5:29	5:32	5:35	5:38	5:41	5:44	5:47	5:50	5:53	5:56	5:59	6:02	6:05	6:08

Πίνακας 8 : διάγραμμα ροής 7^{ης} σκηνής

- *Σκηνή 8^{η} : Δελτία ειδήσεων*

Η όγδοη σκηνή (5:08 – 6:29) παρουσιάζει τα παιδιά να αναλύουν τις απόψεις τους σε δελτία ειδήσεων. Συγκεκριμένα προβλέπουν (6:08 – 6:11/G3) την καταστροφή της Γής σε 40 χρόνια, προσπαθούν να κινητοποιήσουν τους πολίτες σε μια ενεργητική στάση ζωής απέναντι στο περιβάλλον (6:11 – 6:20/ G6) και προειδοποιούν (6:20 – 6:29/G7) τους πολίτες πως η Γη είναι η μοναδική τους ευκαιρία για να ζήσουν καθώς δεν υπάρχει άλλος πλανήτης που μπορεί να τους φιλοξενήσει. Αναλυτικά η ροή χρονικής εμφάνισης των παραμέτρων G φαίνεται στον πίνακα 9.

G7							
G6							
G5							
G4							
G3							
G2							
G1							
sec	3	6	9	12	15	18	21
timeline	6:11	6:14	6:17	6:20	6:23	6:26	6:29

Πίνακας 9 : διάγραμμα ροής 8^{ης} σκηνής

- *Σκηνή 9^{η} : Δελτία ειδήσεων*

Στα 18 δευτερόλεπτα (6:29 – 6:47) που διαρκεί η ένατη σκηνή παρακολουθούμε εικόνες καταστροφής του πλανήτη που συνθέτουν τη φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών (G2) και άρα έχουμε ένα διάγραμμα ροή όπου καταγράφεται (πίνακας 10) μία παράμετρος του μοντέλου Γνώση - GNOSIS

G7						
G6						
G5						
G4						
G3						
G2						
G1						
sec	3	6	9	12	15	18
timeline	6:32	6:35	6:38	6:41	6:44	6:47

Πίνακας 10 : διάγραμμα ροής 9^{ης} σκηνής

- *Σκηνή 10^{η} : Ένα κακό όνειρο*

Η δέκατη σκηνή (6:47 – 7:17) της ταινίας διαδραματίζεται στα σπίτια των παιδιών όπου εμφανίζονται, το ένα μετά το άλλο, να ξυπνούν αναστατωμένα από έναν εφιάλτη (G2) μονολογώντας άλλοτε αναλογιζόμενα το ότι ήταν ένα κακό όνειρο (G2) και άλλοτε συμπληρώνοντας τη σκέψη τους με τη διάθεση να το μοιραστούν με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριές τους ώστε να ενεργήσουν προς αποφυγή πραγματοποίησης της καταστροφής της Γής (G6,G7). Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται οι παράμετροι GNOSIS και η χρονική τους καταγραφή. Στη σκηνή αυτή πληροφορίες που συνθέτουν τη φύση του περιβάλλοντος ακολουθούνται από σχόλια για τις στάσεις που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες.

G7										
G6										
G5										
G4										
G3										
G2										
G1										
sec	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
timeline	6:50	6:53	6:56	6:59	7:02	7:05	7:08	7:11	7:14	7:17

Πίνακας 11 : διάγραμμα ροής 10^{ης} σκηνής

- *Σκηνή 11^{η} : Τα παιδιά πίσω στο σχολείο*

Η σκηνή διαρκεί περίπου ένα λεπτό (7:17-8:11) και παρουσιάζει ομάδες παιδιών που εισέρχονται στη σχολική αυλή και αναφέρουν το ένα στο άλλο το κακό όνειρο (G2) που είδαν αλλά και το περιεχόμενό του δηλαδή την καταστροφή της Γής (G5). Η ροή εμφάνισης των παραμέτρων του Γνώση - GNOSIS αποτυπώνεται στον πίνακα 12.

G7																		
G6																		
G5																		
G4																		
G3																		
G2																		
G1																		
sec	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
timeline	7:20	7:23	7:26	7:29	7:32	7:35	7:38	7:41	7:44	7:47	7:50	7:53	7:56	7:59	8:02	8:05	8:08	8:11

Πίνακας 12 : διάγραμμα ροής 11^{ης} σκηνής

- *Σκηνή 12^{η} : Στην τάξη με το δάσκαλο*

Στη τελευταία σκηνή (8:11 – 8:23) της ταινίας μας παρακολουθούμε όλα μαζί τα παιδιά να ορμούν αποφασισμένα (G7) μέσα στην τάξη και με μια φωνή να παρακινούν το δάσκαλό τους να ενεργήσουν (G6) ώστε να σώσουν την Γή : «δάσκαλε, πρέπει να σώσουμε τον πλανήτη μας». Το τελευταίο διάγραμμα παρουσιάζεται στον πίνακα 13.

G7				
G6				
G5				
G4				
G3				
G2				
G1				
sec	3	6	9	12
timeline	8:14	8:17	8:20	8:23

Πίνακας 13 : διάγραμμα ροής 12^{ης} σκηνής

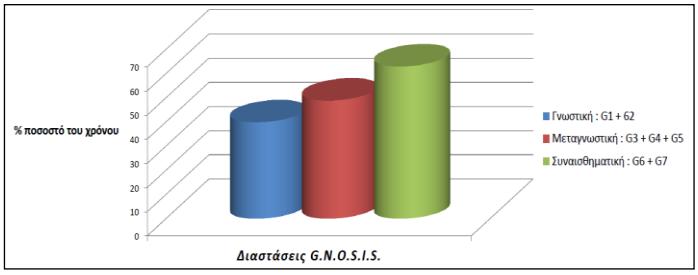
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνθέτοντας τα δώδεκα διαγράμματα ροής GNOSIS (πίνακες 2-13) παρουσιάζουμε (πίνακας 14) σε δευτερόλεπτα τη χρονική διάρκεια εμφάνισης καθεμιάς από τις επτά παραμέτρους του θεωρητικού μοντέλου Γνώση - GNOSIS και ταυτόχρονα το ποσοστό παρουσίας των παραμέτρων αλλά και των τριών διαστάσεων που σχηματίζουν σε ποσοστό επί της συνολικής διάρκειας των δώδεκα σκηνών. Το άθροισμα των ποσοστών ξεπερνά το 100% καθώς οι διάφορες όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών συνυπάρχουν σε πολλές περιπτώσεις.

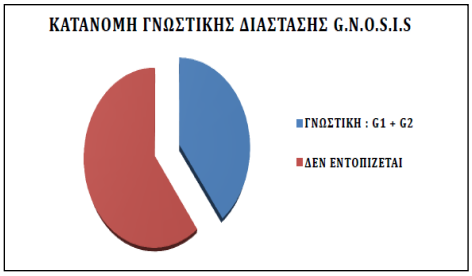
Γνώση - Gnosis		**Χρονική διάρκεια**	Χρόνος (%)	
G1 / η φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών	ιστορία των φυσικών επιστημών	42 sec	8,58%	**39,86%**
G2 / η φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών	(γνωστική διάσταση)	153 sec	31,28%	
G3 / η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος		39 sec	7,97%	**48,86%**
G4 / η φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών	φιλοσοφία των φυσικών επιστημών	78 sec	15,95%	
G5 / η φύση των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία	(μεταγνωστική διάσταση)	122 sec	24,94%	
G6 / η φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες	κοινωνιολογία των φυσικών επιστημων	236 sec	48,26%	**62,98%**
G7 / η φύση των αξιών που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες	(συναισθηματική διάσταση)	72 sec	14,72%	

Πίνακας 14 : σύνθεση διαγραμμάτων ροής

Παρατηρούμε πως η όψη της φύσης των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες κυριαρχεί σε ποσοστό 48,26% (236 δευτερόλεπτα) ενώ ακολουθούν η φύση του περιβάλλοντος με ποσοστό 31,28%, η φύση των αλληλεπιδράσεων με την κοινωνία σε ποσοστό 24,94%, η όψη της φύσης της εξέλιξης των μεθοδολογιών με ποσοστό 15,95%, η φύση των αξιών που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες σε ποσοστό 14,72% και σε μικρότερα ποσοστά η όψη της συνθετικής φύσης και της φύσης του περιεχομένου σε ποσοστά 7,97% και 8,58% αντίστοιχα. Προσπαθώντας να δούμε καλύτερα την παρουσία των τριών διαστάσεων στην ταινία των παιδιών τις απεικονίζουμε συγκριτικά στο ραβδόγραμμα 1 (πίνακας 15) αλλά και στα ραβδογράμματα 2,3,4 (πίνακες 16,17,18) όπου και παρουσιάζομαι την κατανομή τους μέσα στην ταινία.



Πίνακας 15 *:* διαστάσεις G.N.O.S.I.S.



Πίνακας 16 *:* γνωστική διάσταση

Πίνακας 17 *:* μεταγνωστική διάσταση

Πίνακας 18 *:* συναισθηματική διάσταση

Από τους πίνακες 14,15 διαπιστώνουμε πως η συναισθηματική διάσταση της διδασκαλίας και μάθησης στις φυσικές επιστήμες (G6+G7) υπερτερεί σε ποσοστό εμφάνισης συγκεντρώνοντας 62,98% γεγονός που αναδεικνύει το ενδιαφέρον των παιδιών σε ζητήματα ενεργούς συμμετοχής στα τρέχοντα περιβαλλοντικά ζητήματα αλλά και της καλλιέργειας αξιών που σχετίζονται με την οικολογική συνείδηση, την αγάπη προς τη ζωή. Σημαντικό επίσης είναι πως εντάσσουν στα ενδιαφέροντά τους σε πολύ υψηλό βαθμό και τη γνωστική (G1 + G2) διάσταση της διδασκαλίας και μάθησης σε ποσοστό 39,86% αλλά και τη μεταγνωστική (G3+G4+G5) σε ποσοστό 48,86%. Η ψηφιακή λοιπόν αφήγηση που τα παιδιά κατασκεύασαν δημιουργεί ένα ελκυστικό και πολυδύναμο περιβάλλον που μετατρέπει τη σχολική τάξη σε ένα forum συζήτησης, ενεργοποίησης και ανταλλαγής πληροφοριών όπου μαθητές και μαθήτριες επιθυμώντας να έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο στις αποφάσεις που σχετίζονται με το μέλλον τους, εστιάζονται στις στάσεις και αξίες που οι φυσικές επιστήμες αντανακλούν και με δική τους πρωτοβουλία ανατρέχουν στην ιστορία των φυσικών επιστημών αναδεικνύοντας τη συνθετική φύση και την εξέλιξη των φυσικών επιστημών στο χρόνο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adúriz-Bravo, A. (2003). *Methodology and Politics: A Proposal to Teach the Structuring Ideas of the Philosophy of Science through the Pendulum*, Science & Education 13 (7), 717-731.
2. Adúriz-Bravo, A. (2005). *An Introduction to the Nature of Science*. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires (in spanish)
3. Barthes, R. (1981). *Introduction à l'analyse structurale des récits, dans Roland Barthes, éd., L'Analyse structurale du récit (Communications, n° 8)*. Paris, Éditions du Seuil, coll. «Points», p. 7-33.
4. Lambert, Joe. (2002). *Digital Storytelling: Capturing Lives, Creating Community*. Berkeley: Digital Diner.
5. Lathem, S.A. (2005). *Learning Communities and Digital Storytelling: New Media for Ancient Tradition*. Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2005
6. Matthews, M. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge, London.
7. Plakitsi, K. (2010). *Collective curriculum design as a tool for rethinking scientific literacv*. Cultural Studies of Science Education, 5:577-590. Doi 10.1007/s11422-010-9288-0
8. Seroglou, F. & Aduriz-Bravo, A. (2007). *"Designing and evaluating nature-of-science activities for teacher education"*. Paper presented at the 9th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, June 24-28, 2007, Calgary, Canada.
9. Seroglou, F. & Koumaras, P. (2001) The Contribution of the History of Physics in Physics Education: A review, Science & Education 10 (1-2), 153-172.
10. Σέρογλου, Φ. (2006). *Φυσικές Επιστήμες για την Εκπαίδευση του Πολίτη*. Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
11. Σέρογλου, Φ., & Aduriz-Bravo, A. (2008). «*Το μοντέλο GNOSIS για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών*». Πρακτικά του 4ου Συνεδρίου της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ), Μάιος, 2008, Θεσσαλονίκη.

Ευρετήριο Συγγραφέων

Yacoubian, *47*
Αντωνοπούλου, *375*
Αρτέμη, *287*, *341*
Βαβάσης, *27*, *159*, *163*, *167*
Βαλαδάκης, *85*
Βλέτση, *221*
Βουρλιάς, *245*
Γεωργακούδη, *375*
Γιανογλούδη, *141*
Γκαντάκη, *301*
Γκάτσης, *355*
Γκίκας, *27*, *159*, *163*, *167*
Γκιόκα, *263*
Δασκάλου, *141*
Δεβελάκη, *89*
Δίντσιος, *287*, *341*
Ιωαννίδης, *287*
Καϊσέρογλου, *389*
Καϊσέρογλου Ελ., *141*
Καλογιαννάκης, *301*
Κανδεράκης, *77*
Καρακόλης, *95*
Καραμήτσιου, *329*
Καραμούζη, *365*
Καρρά, *329*
Καρύδας, *101*
Κασσέτας, *69*
Κεραμιδάς, *233*
Κνάβας, *395*
Κοκκωνάκης, *27*, *159*, *163*, *167*
Κόλλας, *375*
Κουλούντζος, *329*
Κουμαράς, *35*, *117*
Κρουστάλη, *141*
Λατίνης, *141*
Μαΐδου, *253*, *365*
Μόρφης, *141*
Μπάγκος, *141*
Οικονόμου, *329*
Ουζουνίδου, *329*
Παπαδόπουλος, *189*
Παππάς, *349*
Παρασκευάς, *177*
Παυλικάκης, *27*, *159*, *163*, *167*
Πιερράτος, *153*
Πλακίτση, *15*
Πολάτογλου, *253*, *287*, *341*
Πράμας, *117*, *141*
Ροΐδου, *329*
Ρώσσης, *311*
Σαμαρτζά, *141*
Σέρογλου, *245*, *275*, *329*, *395*
Σιάτρας, *117*
Σκουμιός, *321*
Σολομωνίδου, *209*
Σταμπουλή, *109*, *117*
Σταμπουλής, *141*
Σταυρίδης, *263*
Στυλιανίδου, *311*
Τέκος, *209*
Τραυλού-Σουλτ, *375*
Τριανταφύλλου, *365*
Τσαούσης, *141*
Τσαπαρλής, *59*
Τσαρσιώτου, *275*
Τσεσμετζή, *141*
Τσεφαλάς, *27*, *159*, *163*, *167*
Τσιαούση, *141*
Τσιφτσόγλου, *199*
Φακάζη, *383*
Χαβαλές, *141*
Χαραλάμπους, *129*
Χατζηνικήτα, *321*
Χατζόγλου, *141*
Ψαλίδας, *27*, *159*, *163*, *167*

ISBN 978-960-243-689-9