

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Ευαγγελία Δ. Ζαρκανέλα

A.M 202

«Η οπτικοποίηση των Πειραμάτων της
Φυσικής του σχολικού εγχειριδίου της ΣΤ'
τάξης της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης»

Μεταπτυχιακή Εργασία

Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Κώτσης

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2016

«Να διαλέξεις υλικά παρουσιάσεων για τη σχέση τους και την αξία τους για το σχηματισμό των εννοιών και όχι για να εντυπωσιάσεις. Να ξέρεις ότι το παρακατιανό δοχείο του καφέ «θα κληρονομήσει τη γη», γιατί έχει ανείπωτες διδακτικές δυνατότητες, ενώ η πιο μεγαλεπήβολη συσκευή Laser θα γίνει «χώμα και σποδός», αν χρησιμοποιηθεί απλά και μόνο για να θαμπώσει».

Αναφορά του Scheider στις 27 εντολές για δασκάλους φυσικής.

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας εικόνων	5
Περίληψη.....	6
Διάθρωση της εργασίας.....	7
Η συμβολή της εργασίας.....	9
Ευχαριστίες.....	11
Εισαγωγή.....	13
1. Περί διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.....	17
1.1 Εισαγωγή.....	17
1.2 Ο εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες.....	18
1.3 Οι αντιλήψεις των μαθητών περί Φυσικής.....	22
1.4 Στάσεις και πρακτικές εκπαιδευτικών απέναντι στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών.....	24
2. Μοντέλα διδασκαλίας.....	26
2.1 Εισαγωγή.....	26
2.2 Το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας ή μοντέλο μεταφοράς.....	27
2.3 Το ανακαλυπτικό μοντέλο διδασκαλίας.....	29
2.4 Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο.....	31
2.5 Το επικοινωνιακό μοντέλο διδασκαλίας.....	35
3. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.....	38
3.1 Εισαγωγή.....	38
3.2 Σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.....	38
3.3 Το διδακτικό μοντέλο των σχολικών εγχειριδίων της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.....	40
3.4 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού.....	43
3.5 Προβλήματα κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε.....	46
4. Η χρήση των Τ.Π.Ε. στην πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	49
4.1 Εισαγωγή.....	49
4.2 Στάσεις απέναντι στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών.....	50
4.3 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	52
5. Η σημασία της πρακτικής εργασίας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	54
5.1 Εισαγωγή.....	54
5.2 Η σημασία του πειράματος στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	56
5.3 Το πείραμα και ο ρόλος του στην εκπαιδευτική διαδικασία.....	58

5.4 Πειράματα με απλά μέσα	59
5.5 Η ελληνική πραγματικότητα	64
5.6 Λόγοι μη πραγματοποίησης πειραμάτων.....	66
5.7 Η σημασία της βιντεοσκόπησης των πειραμάτων.....	66
6. Περί μαθησιακών αντικειμένων	68
6.1 Εισαγωγή	68
6.2 Ορισμοί.....	68
6.3 Χαρακτηριστικά μαθησιακών αντικειμένων.....	69
7. Τα Πειράματα.....	71
7.1 Κεφάλαιο Θερμότητα.....	71
ΦΕ1: Η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή.....	71
ΦΕ2: Η θερμότητα μεταδίδεται με ρεύματα	72
ΦΕ3: Η θερμότητα διαδίδεται με ακτινοβολία.....	75
7.2 Κεφάλαιο Ηλεκτρομαγνητισμός.....	76
ΦΕ1: Ο Μαγνήτης.....	76
ΦΕ2: Ο μαγνήτης προσανατολίζεται.....	79
ΦΕ3: Από τον Ηλεκτρισμό στο Μαγνητισμό – Ο Ηλεκτρομαγνήτης.....	81
ΦΕ4: Από το μαγνητισμό στον Ηλεκτρισμό – Η Ηλεκτρογεννήτρια	84
7.3 Κεφάλαιο Φως.....	85
ΦΕ1: Διάθλαση του φωτός.....	85
ΦΕ2: Φως και χρώματα.....	88
ΦΕ3: Μια απλή φωτογραφική μηχανή	91
ΦΕ4: Το μάτι μας.....	91
ΦΕ5: Πως βλέπουμε	92
8. Η δημιουργία του οπτικού δίσκου.....	93
8.1 Εισαγωγή	93
8.2 Πως δημιουργήθηκε.....	93
8.3 Δομή	96
8.4 Σκοπός	98
Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	100
Βιβλιογραφία	103
Διεθνής.....	103
Ελληνική.....	107
Ηλεκτρονικές Πηγές	111

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1. Τα σώματα της γνώσης που εμπλέκονται στη διδασκαλία των Φ.Ε.	18
Εικόνα 2. Η αξιολόγηση του εγγραμματισμού στις Φ.Ε. του PISA.....	21
Εικόνα 3. Τα πέντε διδακτικά στάδια του μοντέλου διδασκαλίας των σχολικών εγχειριδίων.	42
Εικόνα 4. Πιθανοί μαθησιακοί στόχοι μιας πειραματικής δραστηριότητας.	57
Εικόνα 5. Το πείραμα: Η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή.	72
Εικόνα 6. Πείραμα 1: Η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα.	73
Εικόνα 7. Πείραμα 2: Η θερμότητα μεταδίδεται με ρεύματα.	74
Εικόνα 8. Πείραμα 3: Η θερμότητα μεταδίδεται με ρεύματα.	74
Εικόνα 9. Πείραμα 1: Ο μαγνήτης.	76
Εικόνα 10. Πείραμα 2: Ο μαγνήτης.	77
Εικόνα 11. Πείραμα 3: Ο μαγνήτης.	78
Εικόνα 12. Πείραμα 1: Ο μαγνήτης προσανατολίζεται.	79
Εικόνα 13. Πείραμα 1: Από τον Ηλεκτρισμό στο Μαγνητισμό.	81
Εικόνα 14. Πείραμα 2: Από τον Ηλεκτρισμό στο Μαγνητισμό.	82
Εικόνα 15. Πείραμα 3: Ο ηλεκτρομαγνήτης.	82
Εικόνα 16. Πείραμα 4: Ο ηλεκτρομαγνήτης.	83
Εικόνα 17. Πείραμα 3: Διάθλαση του φωτός.	86
Εικόνα 18. Πείραμα 4: Διάθλαση του φωτός.	87
Εικόνα 19. Πείραμα 1: Φως και χρώματα.	88
Εικόνα 20. Πείραμα 2: Φως και χρώματα.	89
Εικόνα 21. Πείραμα 3: Φως και χρώματα.	89
Εικόνα 22. Πείραμα: Πως βλέπουμε.	92
Εικόνα 23. Το λογισμικό επεξεργασίας βίντεο Camtasia Studio.	94
Εικόνα 24. Camtasia. Εφέ επεξεργασίας βίντεο.	94
Εικόνα 25. Camtasia: Εισαγωγή κουίζ.	95
Εικόνα 26. Camtasia: Εξαγόμενοι τύποι αρχείου.	95
Εικόνα 27. Η δομή των βιντεοσκοπημένων πειραμάτων.	96

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία στοχεύει στη δημιουργία οπτικοακουστικού υλικού για τα πειράματα Φυσικής του μαθήματος «Φυσικά» της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου, η οποία στηρίζεται στις σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες έχοντας ως σκοπό την ενίσχυση του εκπαιδευτικού έργου του δασκάλου. Αρχικά, περιγράφεται το θεωρητικό πλαίσιο για το τι είναι Φυσικές Επιστήμες και ποια είναι η σημασία της διδασκαλίας τους. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο ρόλο και την αξία που έχει το μάθημα της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο και τα χαρακτηριστικά που οφείλει να έχει η διδασκαλία της. Παρουσιάζονται τα κυριότερα μοντέλα διδασκαλίας και δίνεται έμφαση στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο το οποίο ακολουθούν τα νέα σχολικά εγχειρίδια. Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) συμβάλλουν στην ανάπτυξη του επιστημονικού, του γλωσσικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού και παρέχουν κατάλληλα εργαλεία για την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η σπουδαιότητα του πειράματος, ο ρόλος που διαδραματίζει στην εκπαιδευτική διαδικασία και η σπουδαιότητά του στην διδασκαλία της Φυσικής είναι αδιαμφισβήτητος. Η εκτέλεση πειραμάτων με χρήση απλών – καθημερινών υλικών συντελεί στο να αφαιρεθεί ένα ποσοστό από το μυστήριο που περιβάλλει την επιστήμη οδηγώντας στην απομυθοποίηση οργάνων και συσκευών. Με τον τρόπο αυτό η επιστήμη δεν είναι κάτι το εξωτικό, το μακρινό και ιδιαίτερο, αλλά συσχετίζεται με αντικείμενα και κοινές εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Η βιντεοσκόπηση πειραμάτων με απλά υλικά παρουσιάζει με απλό και κατανοητό τρόπο πειράματα και παρέχει με απλό και κατανοητό τρόπο, έναν οδηγό στην πραγματοποίησή τους. Παρέχει τη δυνατότητα στο δάσκαλο ακόμη και της πιο απομακρυσμένης περιοχής, να τα ενσωματώσει στην εκπαιδευτική του πρακτική παρέχοντάς του έναν πολύτιμο εργαλείο διδασκαλίας. Κάθε παραχθέν βίντεο ως ψηφιακή αυτοτελής οντότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί στη μάθηση που υποστηρίζεται από τεχνολογία. Ο τρόπος δημιουργίας του οπτικού δίσκου, η δομή και το περιεχόμενό του καθώς και οι βασικοί σκοποί που επιχειρεί να επιτύχει παρουσιάζονται στο τέλος της παρούσας εργασίας.

Λέξεις κλειδιά: Φυσικές επιστήμες, Φυσική, πειράματα με απλά υλικά, Τ.Π.Ε., βιντεοσκόπηση.

Διάθρωση της εργασίας

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία περιλαμβάνει, εκτός από την εισαγωγή όπου διατυπώνεται το ερευνητικό ερώτημα, το κεφάλαιο Συζήτηση – Συμπεράσματα και τις βιβλιογραφικές αναφορές, οκτώ (8) βασικά κεφάλαια (σχήμα Α). Συγκεκριμένα:

Στο Κεφάλαιο 1, «Περί διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών», γίνεται αναφορά στη σχέση του μαθητή με τις Φ.Ε. και τις αντιλήψεις τους, για τον εγγραμματισμό στις Φ.Ε. καθώς και τις στάσεις και πρακτικές των εκπαιδευτικών απέναντι μάθημα των Φ.Ε.

Στο κεφάλαιο 2, «Μοντέλα διδασκαλίας», γίνεται αναφορά στα μοντέλα διδασκαλίας και περιγράφονται με σύντομο τρόπο το παραδοσιακό, το ανακαλυπτικό, το ερευνητικά εξελισσόμενο και το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας.

Στο Κεφάλαιο 3, «Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση», γίνεται αναφορά στο σκοπό της διδασκαλίας των Φ.Ε., στο διδακτικό μοντέλο των τρεχόντων σχολικών εγχειριδίων της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού, το ρόλο του δασκάλου σε αυτό καθώς και τα προβλήματα κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε.

Στο Κεφάλαιο 4, «Η χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών», γίνεται αναφορά στη χρήση των Τ.Π.Ε., τις στάσεις μαθητών και εκπαιδευτικών απέναντι στις Τ.Π.Ε. καθώς και στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που ανακύπτουν από τη χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Στο Κεφάλαιο 5, «Η σημασία της πρακτικής εργασίας στο διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών», γίνεται αναφορά στη σημασία και το ρόλο του πειράματος στην διδασκαλία των Φ.Ε., στα πειράματα με απλά μέσα, στην ισχύουσα κατάσταση στην ελληνική πραγματικότητα και τους λόγους μη εκτέλεσης πειραμάτων. Τονίζεται, παράλληλα, η σημασία των βιντεοσκοπημένων πειραμάτων.

Στο Κεφάλαιο 6, «Περί μαθησιακών αντικειμένων», γίνεται αναφορά στους διάφορους ορισμούς για να χαρακτηριστεί ένα ψηφιακό αντικείμενο ως μαθησιακό, καθώς και στα διάφορα χαρακτηριστικά του.

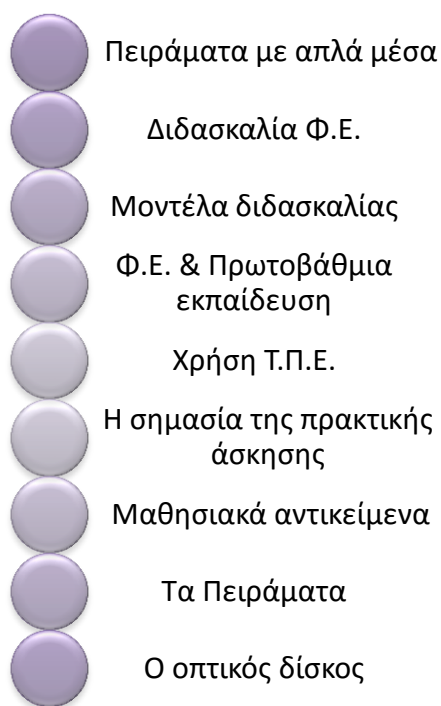
Στο Κεφάλαιο 7, «Τα Πειράματα», παρουσιάζονται στη συνέχεια ανά κεφάλαιο, φύλλο εργασίας και πείραμα, οι διδακτικοί στόχοι και τα συμπεράσματα που αναφέρονται στο τετράδιο εργασιών «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» του μαθήματος «Φυσικά» της ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού.

Στο Κεφάλαιο 8, «Η δημιουργία του οπτικού δίσκου», περιγράφεται ο σκοπός δημιουργίας του οπτικού δίσκου, η πορεία υλοποίησής του και η δομή του.

Στο κεφάλαιο «Συζήτηση και Συμπεράσματα», γίνεται μια επισκόπηση των παραπάνω κεφαλαίων και διατυπώνονται γενικά συμπεράσματα σχετικά με το αντικείμενο της εργασίας.

Η μεταπτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με τις βιβλιογραφικές αναφορές.

Στο σχήμα Α παρουσιάζεται σε σχηματική μορφή η διάρθρωση των βασικών κεφαλαίων της διατριβής.



Σχήμα Α. Η διάρθρωση της εργασίας.

Η συμβολή της εργασίας

Η βιντεοσκόπηση πειραμάτων με απλά υλικά με βάση την ύλη του μαθήματος «Φυσικά» της ΣΤ΄ τάξης στοχεύει στην παρουσίαση με απλό και κατανοητό τρόπο των πειραμάτων που προτείνονται στο σχολικό εγχειρίδιο σε όλη την εκπαιδευτική και μαθητική κοινότητα της Π.Ε.. Η επιλογή τους έγινε με την παραδοχή ότι δεν υπάρχουν ειδικά όργανα και ειδικές αίθουσες στα Δημοτικά σχολεία. Τα όργανα και τα υλικά που απαιτούνται για τα πειράματα μπορούν εύκολα να συγκεντρωθούν. Τα περισσότερα από αυτά αποτελούν υλικά και όργανα καθημερινής χρήσης. Η επιλογή αυτή εξασφαλίζει τη δυνατότητα εφαρμογής των προτεινόμενων πειραμάτων σε όλα τα σχολεία της χώρας. Τα βιντεοσκοπημένα πειράματα παρέχουν με απλό και κατανοητό τρόπο έναν οδηγό στην πραγματοποίησή τους από τους εκπαιδευτικούς αλλά και τους μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης δίνοντας παράλληλα, τη δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς ακόμη και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές να τα ενσωματώσουν στην εκπαιδευτική τους πρακτική παρέχοντάς τους ένα πολύτιμο εργαλείο διδασκαλίας.

Τα βιντεοσκοπημένα πειράματα:

- ✓ Βοηθούν στη σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινή ζωή. Η χρήση πολύπλοκων πειραματικών διατάξεων, που τις περισσότερες φορές δε μοιάζουν με τα όργανα καθημερινής χρήσης, οδηγεί τους μαθητές πολλές φορές στην παρεξήγηση, ότι τα φαινόμενα που μελετώνται στο σχολείο και, συνεπώς, και οι νόμοι που τα διέπουν, δε σχετίζονται με τα φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Αντίθετα, ο πειραματισμός με οικεία όργανα και υλικά βοηθά στην ισχυροποίηση της αντίληψης ότι το μάθημα στο σχολείο δεν αποτελεί παρά μία νέα μεθοδολογικά προσέγγιση της μελέτης των φυσικών φαινομένων της καθημερινής ζωής.
- ✓ Βοηθούν τον δάσκαλο στην εξοικείωσή του με την πειραματική διαδικασία απαλλάσσοντάς τον από το άγχος που προκαλεί ένα «άγνωστο» πείραμα καθώς και ο ίδιος μπορεί να το μελετήσει και να το εκτελέσει σπίτι του προετοιμάζοντας το μάθημα της επόμενης ημέρας.

- ✓ Επιτρέπουν στον δάσκαλο την παρουσίαση ενός πειράματος με τη χρήση του Η/Υ σε περιπτώσεις όπου είτε δεν υπάρχει η υλικοτεχνική υποδομή στο σχολείο είτε υπάρχει «η πίεση της ύλης» και δεν δύναται να εκτελέσει ο ίδιος το πείραμα.
- ✓ Εξασφαλίζουν σε κάθε μαθητή τη δυνατότητα της αυτόνομης άσκησης στο σπίτι. Κάθε μαθητής μπορεί να επαναλάβει τα πειράματα στο σπίτι του και να διευρύνει αυτόνομα το πεδίο των πειραματικών του εμπειριών. Χωρίς την πίεση των στενών χρονικών ορίων της σχολικής ώρας κάθε μαθητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει την έκταση του χρόνου που θα αφιερώσει στον πειραματισμό. Αν, για παράδειγμα, ένα πείραμα προκαλέσει την έκπληξή του, έχει τη δυνατότητα να το επαναλάβει περισσότερες από μία φορές.

Ως ψηφιακή αυτοτελής οντότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί στη μάθηση που υποστηρίζεται από τις Τ.Π.Ε., κάθε βιντεοσκοπημένο πείραμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως μαθησιακό αντικείμενο. Τα ψηφιακά αρχεία που παρήχθησαν από την εν λόγω μεταπτυχιακή εργασία, παραμένουν «αναλλοίωτα» και δύναται να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από χρόνια στα πλαίσια της εκπαιδευτικής προσέγγισης που επιλέγει ο εκάστοτε δάσκαλος. Με τον τρόπο αυτό παρέχουν στο δάσκαλο ένα πολύτιμο εργαλείο αναλλοίωτο στο χρόνο, για την εκτίμηση του βαθμού κατανόησης από μέρους των μαθητών της διδαχθείσας ύλης. Παράλληλα, διευκολύνεται η παρακολούθησή τους και από άτομα με προβλήματα ακοής, μιας και σε κάθε βίντεο έχουν ενσωματωθεί και οι αντίστοιχοι υπότιτλοι.

Τέλος, η παρούσα εργασία παρέχει το έναυσμα για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς όλων των τάξεων της Π.Ε. να πραγματοποιήσουν και οι ίδιοι τα ίδια ή και άλλα εκτός σχολικού εγχειριδίου, πειράματα με απλά υλικά με κεντρικό στόχο οι μαθητές να έρθουν πιο κοντά στις Φ.Ε.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου σε όλους εκείνους τους ανθρώπους που συνέβαλαν ουσιαστικά, άμεσα ή έμμεσα, στην ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Αρχικά, οφείλω να ευχαριστήσω τον κ. Κωνσταντίνο Κώτση, Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, επιβλέποντα της εργασίας, για την προτροπή στην επιλογή του θέματος της εργασίας, για τη γενικότερη συμπαράσταση, τη συνεχή καθοδήγηση, επίβλεψη, υπομονή και επιμονή και την άψογη συνεργασία.

Πολύτιμες υπήρξαν οι συμβουλές και τα σχόλια κατά την εκπόνηση της εργασίας του Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και Κοσμήτορα της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Αναστάσιου Μικρόπουλου, μέλος της τριμελούς επιτροπής. Τον ευχαριστώ πολύ για το χρόνο που διέθεσε και τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις του που με ώθησαν να συνεχίσω μέχρι τέλους με όρεξη. Παράλληλα, τον ευχαριστώ θερμά για τη διάθεση της αίθουσας του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, του οποίου είναι Ιδρυτής και Διευθυντής, ώστε να βιντεοσκοπηθούν τα πειράματα της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον κ. Κώστα Γαβριλάκη, Λέκτορα του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μέλος της τριμελούς επιτροπής, για τις σημαντικές προτάσεις και συμβουλές του ως προς το περιεχόμενο της εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στο φίλο και συνάδελφό μου Γιώργο Στύλο, για τη διάθεση υλικού για την πραγματοποίηση των πειραμάτων.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τη φίλη και κουμπάρα μου Στέλλα Ζευγίτη, για τη συμβολή της στη βιντεοσκόπηση των πειραμάτων και τη γενικότερη βοήθεια και συμπαράστασή της σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Θερμό ευχαριστώ στις οικογένειές μας που είχαν αναλάβει την κόρη μας ώστε να μπορέσει να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Το μεγαλύτερο και εκ βάθους καρδίας ευχαριστώ οφείλω να εκφράσω στο σύζυγό μου Γιώργο Ζαχαρή, για τη συμβολή του στη βιντεοσκόπηση των πειραμάτων, τις πολύτιμες συμβουλές του ως Φυσικός και κατά τη διάρκεια των πειραμάτων αλλά και κατά την εκπόνηση της εργασίας. Ακόμη, τον ευχαριστώ για την προτροπή του στην απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος, την υποστήριξη και συμπαράστασή του σε όλη τη διάρκεια φοίτησης μου στο μεταπτυχιακό καθώς και για την ενθάρρυνση του ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Η εργασία αυτή αφιερώνεται εξαιρετικά στην κόρη μας Ελένη, που ήρθε και άλλαξε προς το καλύτερο τη ζωή μας, δίνοντας μας τη δύναμη και τη χαρά να χαμογελάμε παρά τις άσχημες συνθήκες που βιώνουμε ως χώρα.

Εισαγωγή

Οι Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) προσεγγίζουν μεγάλο εύρος επιστημονικών, τεχνολογικών αλλά και κοινωνικών θεμάτων με μοναδική μεθοδολογία. Η διδασκαλία τους εξασφαλίζει πρακτικά, επαγγελματικά και κοινωνικά εφόδια απαραίτητα για τον καθένα μας ξεχωριστά αλλά και την κοινωνία συνολικά. Η αντιμετώπισή τους στο σχολικό πρόγραμμα πρέπει να οργανώνεται με τρόπο τέτοιο, ώστε να αξιοποιούνται συστηματικά αλλά και ισομερώς όλες αυτές οι παράμετροι. Ερωτήματα για την ποιότητα ζωής σήμερα και στο μέλλον σχετίζονται άμεσα με τους παραπάνω προβληματισμούς και καθιστούν επιτακτική ανάγκη για το κοινωνικό σύνολο την προσφορά της ουσιαστικής, πρακτικής, καθημερινά εφαρμόσιμης γνώσης στο σύνολο των μαθητών. Η διδασκαλία των Φ.Ε. προσφέρει μεταξύ άλλων γνώσεις χρήσιμες για την αποφυγή ατυχημάτων στην καθημερινή ζωή, κατανόηση των εξελίξεων στο χώρο των Φ.Ε. και της τεχνολογίας, διαπίστωση των κινδύνων που οι εξελίξεις αυτές συνεπάγονται, διαμόρφωση άποψης για κοινωνικά ζητήματα σχετικά με τις Φ.Ε., πρακτική βοήθεια στο χώρο του σπιτιού καθώς και στοιχεία για τη διαμόρφωση αντίληψης για τον εργασιακό χώρο. Στη Φυσική επιδιώκεται οι μαθητές να έλθουν σε επαφή με σύγχρονες ιδέες και θέματα από το χώρο των Φ.Ε. προσαρμοσμένα βέβαια στο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης και τα ενδιαφέροντα των μαθητών κάθε σχολικής βαθμίδας, χωρίς να είναι αυτό σε βάρος της επιστημονικής εγκυρότητας.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια συστηματική προσπάθεια για τη βελτίωση της διδασκαλίας των Φ.Ε. στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (Π.Ε.). Αυτό πιστοποιείται τόσο από τις έρευνες που δημοσιεύονται σε σχετικά περιοδικά, όσο και από την αλλαγή των σχολικών βιβλίων Φυσικής που πραγματοποιήθηκε το 2001. Η διδασκαλία των Φ.Ε. στην Π.Ε. στοχεύει στην απόκτηση των απαραίτητων (βασικών) γνώσεων, την καλλιέργεια ερευνητικού πνεύματος, την προσέγγιση και αντιμετώπιση προβλημάτων και την ανάπτυξη επιθυμητών στάσεων. Κατά συνέπεια, οι σημερινοί μαθητές και αυριανοί πολίτες θα είναι σε θέση να αντιμετωπίζουν τις ραγδαίες αλλαγές στο φυσικό, πολιτισμικό και κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον που διαμορφώνεται τόσο από την επιστήμη όσο και την τεχνολογία. Η εξοικείωση των μαθητών στη χρήση των Τεχνολογιών της

Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) και η ενσωμάτωσή τους στη μαθησιακή διαδικασία με σκοπό την υποβοήθηση της εννοιολογικής ανάπτυξης των μαθητών του. Ο εκπαιδευτικός, αξιοποιώντας σύγχρονα ευρήματα της γνωστικής ψυχολογίας και της εκπαιδευτικής έρευνας, είναι δυνατόν, με χρήση κατάλληλων δραστηριοτήτων να βοηθήσει το μαθητή να διακρίνει την ανεπάρκεια των απόψεών του για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων, να τον οδηγήσει στην οικοδόμηση της γνώσης και τη χρήση επιστημονικών προτύπων-«μοντέλων» προκειμένου να περιγράψει, να ερμηνεύσει και να προβλέψει ορισμένα φυσικά φαινόμενα και διαδικασίες.

Η σημασία του πειράματος θεωρείται δεδομένη για τη διδακτική των Φ.Ε. Η έννοια του πειράματος δεν περιορίζεται στο σχολικό εργαστήριο. Πείραμα είναι και η κριτική παρατήρηση των καθημερινών φυσικών φαινομένων, όταν η αντιμετώπισή τους διέπεται από τη μεθοδολογική συνέπεια των φυσικών επιστημών. Στην καθημερινότητά του, ο μαθητής έρχεται σε επαφή με διάφορα φυσικά φαινόμενα παρατηρώντας τα ακούσια. Στην προσπάθεια του να ισορροπήσει στην τραμπάλα στην παιδική χαρά, παρέα με φίλους του διαφορετικής μάζας, εκτελεί ακούσια ένα πείραμα. Ωστόσο, το φαινόμενο αυτό είναι κάτι που ο μαθητής δεν το επαναλαμβάνει συστηματικά και με μεθοδολογικό τρόπο, αλλά είναι κάτι που το εκτελεί τυχαία χωρίς κριτική ανάλυση του φαινομένου με τελικό στόχο την κατανόηση δεν αποτελεί να αποτελεί βασική του επιδίωξη. Στη σχολική ζωή του αντίθετα, η επαφή του παιδιού με τα φυσικά φαινόμενα γίνεται οργανωμένα. Το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.) παρουσιάζει την ύλη στο μαθητή με σχέδιο και οργάνωση και με βάση την επιθυμία του δασκάλου να προσφέρει στο μαθητή υλικό για μάθηση. Οι οργανωμένες διαδικασίες διδασκαλίας - μάθησης συνεπικουρούν στα ερεθίσματα που λαμβάνει ο μαθητής από τον κοινωνικό του περίγυρο καθώς και το φυσικό του περιβάλλον, ερεθίσματα που τα δέχεται χωρίς συστηματικό τρόπο. Ένα μεγάλο πλήθος καθημερινών παρατηρήσεων μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά με την εισαγωγή της επιστημονικής μεθοδολογίας. Η πραγματοποίηση ενός πειράματος σε συνδυασμό πάντα με μια διδακτική μεθοδολογία αποτελεί την απαρχή της επιτυχίας του μαθήματος.

Βασικό στόχο του πειράματος αποτελεί η σύνδεση φαινομένων της καθημερινότητας με το γνωστικό περιεχόμενο και την επιστημονική μεθοδολογία ώστε η μάθηση να καταστεί μια αυτόνομη βιωματική εμπειρία. Το πείραμα βοηθά στην ανάπτυξη και αισθητοποίηση αφηρημένων εννοιών ξεκινώντας από συγκεκριμένες καταστάσεις. Οι μαθητές αποκτούν την επιστημονική σκέψη, δεν θεωρούν τα πάντα δεδομένα, αλλά πειραματίζονται, διαπιστώνουν λάθη, ξαναδοκιμάζουν και τελικά αποκτούν - οικοδομούν τη γνώση, απορρίπτοντας ή ισχυροποιώντας τις αντιλήψεις τους. Σύμφωνα με τις απόψεις των Piaget και Bruner: *«ο μαθητής μαθαίνει και διατηρεί τη γνώση, όταν συμμετέχει, ενεργεί και ανακαλύπτει τη γνώση μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες»*. Η συνεργασία των μαθητών σε μικρές ομάδες, ο πειραματισμός, η συζήτηση με τα μέλη της ομάδας, η επεξεργασία δεδομένων για την αποδοχή ή απόρριψη μιας υπόθεσης και η άσκηση των μαθητών στη μεθοδολογία των Φ.Ε. οδηγούν στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και τη χαρά της δημιουργίας. Η χαρά ενός παιδιού στη πραγματοποίηση ενός πειράματος με τα ίδια τα χέρια του, δεν αντικαθίσταται με καμιά θεωρία όσο καλά και αν είναι γλωσσικά διατυπωμένη, ούτε ακόμα και από έναν υπολογιστή μέσω μιας προσομοίωσης. Η σπουδαιότητα της ανακάλυψης μέσω ενός πειράματος που εκτελείται από τον ίδιο τον μαθητή αποτελεί τη πεμπτουσία της Φυσικής.

Το πείραμα στα πλαίσια της διδασκαλίας του μαθήματος των Φ.Ε. κατέχει μικρό ποσοστό και όταν γίνεται, περισσότερο στοχεύει στην ποσοτική μελέτη και όχι στην επίγνωση του φαινομένου. Η αναγκαιότητα σε πολλές περιπτώσεις, της χρήσης ειδικών οργάνων των οποίων η απουσία ή η μη λειτουργία τους προβάλλεται πολλές φορές από τους εκπαιδευτικούς ως ο κύριος λόγος για τη μη εκτέλεση πειραμάτων. Η σύνδεση των καθημερινών φαινομένων με το μάθημα του σχολείου δεν εξυπηρετείται με τη χρήση των πολύπλοκων διατάξεων, αφού αυτές είναι ξένες προς την εμπειρία των μαθητών. Το πείραμα λόγω των σκοπών που υπηρετεί είναι απαραίτητο, γιατί πέρα από την κατανόηση της θεωρίας, συμβάλλει και στην ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες στο σύγχρονο άνθρωπο.

Η προσέγγιση των παραπάνω στόχων αναμφισβήτητα διευκολύνεται από τη χρήση στην εκπαίδευση των νέων τεχνολογιών. Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας

και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας με την ολοένα και ταχύτερη ενσωμάτωσή τους σε αυτή. Έρευνες σχετικά με την ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση αναφέρουν τη θετική επίδρασή τους στη μάθηση. Τα νέα παιδαγωγικά εργαλεία (εκπαιδευτικό λογισμικό, διαδίκτυο, εργαλεία του web 2.0, συστήματα λήψης και απεικόνισης μετρήσεων) πολλαπλασιάζουν τις δυνατότητες των μαθητών να συγκεντρώνουν, να αναλύουν, να οπτικοποιούν, να μοντελοποιούν και να κοινοποιούν δεδομένα με σκοπό την ενεργή συμμετοχή τους που θα τους οδηγήσει στην κατανόηση των βασικών αρχών και νόμων της Φυσικής.

1. Περί διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

1.1 Εισαγωγή

Για πολλά χρόνια η διδασκαλία των Φ.Ε. στο εκπαιδευτικό σύστημα της Ελλάδας έχει συνδεθεί με την ποσοτική, δηλαδή τη μαθηματική αντιμετώπισή εννοιών και φαινομένων όπως η αναγραφή και επίλυση τύπων, η αντικατάσταση τιμών, ο σχεδιασμός γραφικών παραστάσεων κ.λπ. Αποτελεί επίσης, γεγονός πως το μέγεθος της ύλης, το είδος της αλλά και το πλήθος των εννοιών που παρουσιάζονται, δημιουργούν πρόβλημα τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς (Κώτσης, 2005). Έρευνες τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό έχουν δείξει ότι το ενδιαφέρον του μαθητή για τη Φυσική μειώνεται στην πορεία του από το Δημοτικό προς το Λύκειο και τονίζεται πως η «αντιπάθεια» προς τη Φυσική πηγάζει και από την υπερβολική χρήση των μαθητικών (Murphy et al. 2006, Murphy & Beggs 2003).

Η διδακτική των Φ.Ε. ως επιστημονικό πεδίο, εξετάζει συστηματικά, αναλύει και προτείνει λύσεις σχετικά με ζητήματα περιεχομένου που διδάσκεται (τι διδάσκεται;), στόχων που επιδιώκεται να επιτευχθούν (γιατί διδάσκεται;), επιλογής αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων και στρατηγικών (πώς διδάσκεται και πώς μαθαίνεται καλύτερα;), ρόλων που επιφυλάσσουν τα παραπάνω για διδάσκοντες και μαθητές (Κουλαϊδής, 2001).

Ως προς το περιεχόμενο που διδάσκεται, η γνώση χωρίζεται σε τρία σώματα (Εικόνα 1):

1. το σώμα της επιστημονικής γνώσης, τη γνώση με την οποία ασχολούνται οι επιστημονικές κοινότητες των Φ.Ε. προσπαθώντας να προωθήσουν ή να τροποποιήσουν τη γνώση.
2. Το σώμα της σχολικής επιστήμης, όπου η επιστημονική γνώση έχει υποστεί κατάλληλο διδακτικό μετασχηματισμό για να καταλήξει να αποτελέσει ένα σώμα γνώσης διαφορετικό από αυτό που χειρίζονται οι επιστήμονες. Ο διδακτικός μετασχηματισμός κρίνεται απόλυτα αναγκαίος, για την απάντηση ερωτημάτων, όπως για παράδειγμα, τι είναι

κατάλληλο να διδαχθεί και σε ποιο βαθμό, σε ποια ηλικία και ποιο θα είναι το λεξιλόγιο που θα κατακτήσουν οι μαθητές.

3. Το σώμα της εμπειρικο-βιωματικής γνώσης, της γνώσης δηλαδή που ο μαθητής μεταφέρει στο σχολείο από τις προσωπικές του καθημερινές εμπειρίες και δραστηριότητες. Αυτή η γνώση στη βιβλιογραφία αναφέρεται ως «εναλλακτικές ιδέες», «εναλλακτικές αντιλήψεις», «παρανοήσεις», «λανθασμένες αντιλήψεις» ή «προϋπάρχουσες γνώσεις» των μαθητών.



Εικόνα 1. Τα σώματα της γνώσης που εμπλέκονται στη διδασκαλία των Φ.Ε.

1.2 Ο εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες

Στις μέρες μας οι Φ.Ε. και οι Τ.Π.Ε. διαδραματίζουν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία, επομένως η οικοδόμηση βασικών επιστημονικών γνώσεων και η ανάπτυξη ανάλογων ικανοτήτων και στάσεων αποτελούν αναγκαιότητα που θα επιτρέψουν στους μαθητές να αντιμετωπίζουν με αποτελεσματικότητα προβλήματα της καθημερινής ζωής και να συμμετέχουν στην κοινωνία ως ενεργοί πολίτες. Στόχος αποτελεί η «Φυσική για όλους» και όχι η παραγωγή ειδικών επιστημόνων ή μηχανικών. Οι λόγοι που συνετέλεσαν στην αλλαγή αυτή είναι και κοινωνικοί, καθώς υπάρχει πια η ανάγκη για τον γραμματισμό των πολιτών στις Φ.Ε. Για να περιγραφεί το σύνολο αυτών των επιθυμητών γνώσεων, ικανοτήτων και στάσεων, εισάγεται η έννοια εγγραμματισμός στις Φ.Ε.

Μέσα στο ρεύμα αυτό διακρίνονται επιμέρους τάσεις, όπως είναι (Στύλος, 2014):

- ✓ η ενίσχυση της επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών ώστε οι προτάσεις της διδακτικής των Φ.Ε., να στοχεύουν στην ανάδειξη των σχέσεων των Φ.Ε. τόσο με την εκάστοτε τοπική κοινωνία, όσο και με τις υπόλοιπες μορφές γνώσεις, όπως είναι η τέχνη και η θρησκεία
- ✓ η δημιουργία μελλοντικών πολιτών, εξοικειωμένους με τη χρήση της τεχνολογίας και γενικότερα η προσαρμογή της ζωής τους στο νέο επιστημονικό – τεχνολογικό πλαίσιο κάνοντας λόγο για τον: «εγγραμματισμό στις Φ.Ε. και την Τεχνολογία»
- ✓ η δημιουργία ενημερωμένων πολιτών σε ζητήματα σύγχρονων κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Σύμφωνα με το Διεθνές Πρόγραμμα του ΟΟΣΑ (Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη) για την αξιολόγηση των μαθητών (Programme for International Student Assessment – PISA): «ως "εγγραμματισμός" ορίζεται πρωτίστως η ικανότητα ανάγνωσης και γραφής, κυρίως όμως ο επαρκής χειρισμός και η δυναμική αξιοποίηση των αποκτημένων ήδη γνώσεων σε ζητήματα ανάγνωσης και γραφής, προκειμένου να είναι σε θέση κανείς να εφαρμόζει πρακτικά τις γνώσεις αυτές στην καθημερινή του ζωή. Περικλείει, συνεπώς, και την κριτική εγγραμματοσύνη -την ικανότητα, δηλαδή, αφενός της κριτικής στάσης απέναντι σε ποικίλα είδη λόγου και αφετέρου τον ίδιο τον έλεγχο του περιβάλλοντος δια του γραπτού λόγου». Σε ένα δεύτερο επίπεδο: «συνυπολογίζει την ικανότητα των μαθητών να συλλογίζονται ολοκληρωμένα, να χρησιμοποιούν συνθετική και αναλυτική σκέψη, να ανιχνεύουν όψεις και ενδεχόμενες αντινομίες στο περιβάλλον και στον κοινωνικό τους χώρο, να διατυπώνουν με σαφήνεια και πληρότητα εκτιμήσεις και θέσεις τους, να ανταποκρίνονται με επάρκεια σε πιθανά ζητήματα που κατά καιρούς ανακύπτουν στο χώρο και στο χρόνο».

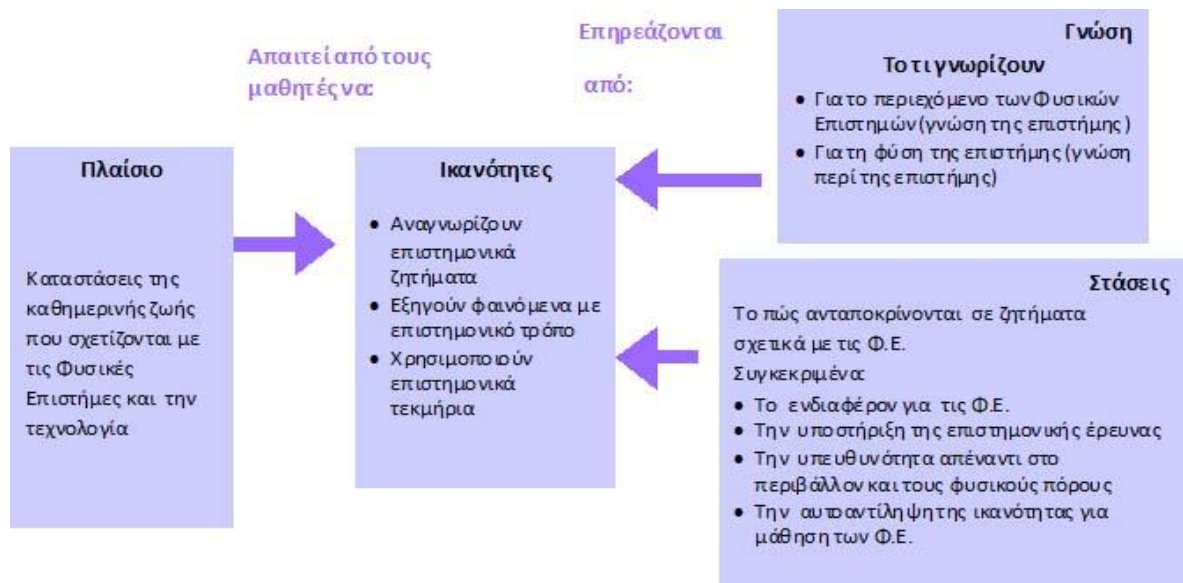
Ο εγγραμματισμός στις Φ.Ε., σύμφωνα με το πλαίσιο αξιολόγησης του, αναφέρεται (PISA):

- ✓ στην επιστημονική γνώση του μαθητή και την ικανότητά του να χρησιμοποιεί αυτήν τη γνώση, με σκοπό να αναγνωρίζει την επιστημονική φύση των κατά καιρούς ζητημάτων

- ✓ στην απόκτηση νέας γνώσης
- ✓ στην εξήγηση νέων φαινομένων με αμιγώς επιστημονικό τρόπο
- ✓ στην ικανότητα διατύπωσης συμπερασμάτων σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία με κριτήριο τις επιστημονικές αρχές και τεκμήρια
- ✓ στην κατανόηση της Επιστήμης ως μιας μορφής ανθρώπινης γνώσης και την διερεύνησή της σε βάθος
- ✓ στην επίγνωση της βασικής αρχής ότι η Επιστήμη και η Τεχνολογία διαμορφώνουν πολύτροπα το υλικό, πολιτισμικό αλλά και το πνευματικό περιβάλλον
- ✓ στην προθυμία κάθε συμμετέχοντος για ενασχόληση και συμμετοχή του, ως ενεργού πολίτη, με ζητήματα που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία.

Η χρήση της έννοιας εγγραμματισμός στις Φ.Ε. υπογραμμίζει τη σημασία που δίνει το πρόγραμμα PISA στην εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή και που βρίσκεται σε πλήρη αντίθεση με την απλή αναπαραγωγή της επιστημονικής γνώσης που υποστήριζε η παραδοσιακή παιδαγωγική και σχολική πρακτική. Για την αξιολόγηση του εγγραμματισμού στις Φ.Ε. συνεκτιμώνται τέσσερα αλληλένδετα στοιχεία (εικόνα 2):

1. το πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται οι ερωτήσεις που καλούνται οι μαθητές να απαντήσουν
2. οι ικανότητες που απαιτούνται από τους μαθητές για την απάντηση των ερωτήσεων
3. η γνώση σχετικά με το περιεχόμενο των Φ.Ε.
4. οι στάσεις των μαθητών απέναντι σε ζητήματα Φ.Ε.



Εικόνα 2. Η αξιολόγηση του εγγραμματισμού στις Φ.Ε. του PISA.

Επιστημονικός αλφαριθμητισμός θεωρείται η γνώση και η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών που απαιτούνται για την προσωπική λήψη αποφάσεων, τη συμμετοχή σε πολιτικά και πολιτιστικά θέματα και για την οικονομική παραγωγικότητα. Περιλαμβάνει, επίσης, συγκεκριμένες μορφές ικανοτήτων. Ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός δηλώνει ότι ένα άτομο μπορεί να ρωτήσει, να βρει ή να καθορίσει απαντήσεις σε ερωτήματα που προκύπτουν από περιέργεια μέσα από τις καθημερινές του εμπειρίες. Αυτό σημαίνει ότι ένα άτομο διαθέτει την ικανότητα να περιγράψει, να εξηγήσει και να προβλέψει τα φυσικά φαινόμενα. Ένας πολίτης με παιδεία θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιολογήσει την ποιότητα της επιστημονικής πληροφορίας με βάση την πηγή της και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για να την παράγουν. Επιπλέον, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός προϋποθέτει την ικανότητα των ατόμων να δημιουργούν και να αξιολογούν επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδείξεις και να εφαρμόζουν με τρόπο κατάλληλο τα συμπεράσματα από τέτοιου είδους επιχειρήματα (National Science Education Standards).

Σχετικά με τον επιστημονικό εγγραμματισμό ο Hodson (2003), πρότεινε ότι οι μαθητές θα πρέπει να μάθουν:

- ✓ επιστήμη (νόμους και θεωρίες)

- ✓ σχετικά με την επιστήμη (προέλευση και φύση των επιστημών, σχέσεις μεταξύ των επιστημών, των τεχνολογιών, των κοινωνιών και των περιβαλλόντων)
- ✓ να δημιουργήσουν επιστημονική γνώση χρησιμοποιώντας κατάλληλες προσεγγίσεις σε ειδικά πλαίσια
- ✓ να ασχοληθούν με την κοινωνικοπολιτική δράση.

1.3 Οι αντιλήψεις των μαθητών περί Φυσικής

Σύμφωνα με τον Στύλο (2014), η διερεύνηση των στάσεων των μαθητών ως προς τις βασικότερες περιοχές της διδασκόμενης επιστημονικής γνώσης έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης ενός σημαντικού αριθμού εμπειρικών ερευνών τις τελευταίες τρεις (3) δεκαετίες και έχει διερευνηθεί μέσα από διεθνείς αξιολογήσεις. Οι στάσεις δεν αποτελούν μια μοναδική ενιαία κατασκευή, αλλά αποτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό υποκατασκευών. Οι διαστάσεις αυτές συνοπτικά περιλαμβάνουν:

- ✓ την αντίληψη του εκπαιδευτικού
- ✓ την αξία των Φ.Ε.
- ✓ την αυτοεκτίμηση στις Φ.Ε.
- ✓ το κίνητρο-παρώθηση προς τις Φ.Ε.
- ✓ την απόλαυση των Φ.Ε.
- ✓ τις στάσεις των συνομηλίκων και φίλων για τις Φ.Ε.
- ✓ τις στάσεις των γονέων προς τις Φ.Ε.
- ✓ το επίτευγμα στις Φ.Ε.
- ✓ το φόβο ή την αποτυχία στο μάθημα

Ο Στύλος (2014), παρατηρεί: «*συσχέτιση ανάμεσα στις στάσεις και την πρόοδο των μαθητών με βάση την αξία της εργασίας για το μαθησιακό περιβάλλον του μαθητή καθώς και με τις πρακτικές του δασκάλου*». Τονίζει πως: «*οι διδακτικές προσεγγίσεις με επίκεντρο τον μαθητή, η εργασία των μαθητών σε ομάδες και η ανάλυση των δεδομένων συνδέονται θετικά με τις στάσεις και την πρόοδο των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε. και πως οι στάσεις των μαθητών επηρεάζουν το μάθημα, τις μελλοντικές επιλογές στην καριέρα που θα ακολουθήσουν, ενώ, συγχρόνως αποτελούν έναν παράγοντα κινήτρου*». Αναφέρει τις: «*αρνητικές*

αντιλήψεις των μαθητών κατά την ολοένα και αυξανόμενη εμπλοκή τους στη μάθηση των επιστημών καθώς και πως το χαμηλό ποσοστό των γυναικών που μελετούν ή εργάζονται σε επιστημονικά πεδία μπορεί να αποδίδεται στην αρνητική στάση τους προς τις Φ.Ε.». Αναδεικνύει τις: «αρνητικές στάσεις των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε. κατά τη μετάβαση τους από την πρωτοβάθμια, στη δευτεροβάθμια και μετέπειτα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση». Τέλος, τονίζει: «τη σημασία που πρέπει να δοθεί στην προώθηση στάσεων των μαθητών προς τις Φ.Ε. σχετικά νωρίς μέσα στο σχολικό περιβάλλον, ειδικότερα, με παρεμβάσεις στο δημοτικό σχολείο, οι οποίες θα περιλαμβάνουν καινοτόμες διδακτικές στρατηγικές ικανές να εμπνεύσουν στα νέα παιδιά τη θετική στάση».

1.4 Στάσεις και πρακτικές εκπαιδευτικών απέναντι στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών

Έρευνες για την ανίχνευση των στάσεων των εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία των Φ.Ε. έχουν διεξαχθεί πολλές. Η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στο αντικείμενο μιας επιστήμης καθορίζει εάν, πώς και κατά πόσο διδάσκεται αυτή η επιστήμη. Τα χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών με τις λιγότερο θετικές στάσεις είναι (Στύλος, 2014):

- ✓ χαμηλή εμπιστοσύνη και αυτοαποτελεσματικότητα
- ✓ μη αφιέρωση χρόνου στη συζήτηση και τη διδασκαλία επιστημονικών θεμάτων στην τάξη τους
- ✓ χρήση τυποποιημένων μεθόδων και χαμηλού επιπέδου διδασκαλιών

Έρευνες σε εν ενεργεία και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς στην Π.Ε. έχουν αναδείξει σε μεγάλο ποσοστό, τις αρνητικές στάσεις (αντιπάθεια προς τις Φ.Ε., έλλειψη αυτοπεποίθησης ή εμπιστοσύνης) απέναντι στις Φ.Ε. οι οποίες μπορούν, μέσω των δικών τους δράσεων, να περάσουν αυτήν τη στάση στις τάξεις τους στους μαθητές. Η έλλειψη εμπιστοσύνης (confidence) των εκπαιδευτικών στις ικανότητες τους να διδάξουν με αποτελεσματικότητα το μάθημα των Φ.Ε. συνδέεται άμεσα με την πεποίθηση της αυτο-αποτελεσματικότητας (self – efficacy). Πολλοί από τους εκπαιδευτικούς έχουν αρνητικές εμπειρίες για την επιστήμη από τότε που και οι ίδιοι ήταν μαθητές, στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, και κατά συνέπεια έχουν αναπτύξει αρνητική στάση προς αυτήν, η οποία παραμένει και κατά τη διάρκεια της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τυπικά διαθέτουν φτωχή επιστημονική γνώση και έλλειψη εμπιστοσύνης στην ικανότητα να διδάξουν το μάθημα των επιστημών. Εκπαιδευτικοί με χαμηλό υπόβαθρο στον τομέα των επιστημών βασίζονται στις διαλέξεις και στην απομνημόνευση. Οι εκπαιδευτικοί Π.Ε. που αισθάνονται σίγουροι για την ικανότητά τους να διδάσκουν Φ.Ε. δεν εξαρτώνται αποκλειστικά από την καθοριζόμενη ύλη του βιβλίου, αλλά είναι πιο καινοτόμοι και επιχειρούν να ενσωματώνουν τη διδασκαλία της επιστήμης και της τεχνολογίας και σε άλλα θεματικά πεδία.

Μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Π.Ε. συχνά αισθάνονται ανησυχία σχετικά με τη διδασκαλία των Φ.Ε., η οποία έχει τις ρίζες της στη φοβία τους για το ίδιο το αντικείμενο. Για πολλούς αυτός ο φόβος για τις Φ.Ε. γεννήθηκε μέσα από τη δική τους επιστημονική εμπειρία μάθησης, στην οποία κυριαρχεί η συνήθεια της απομνημόνευσης του λεξιλογίου, η μαθηματική αφαίρεση, η εκτεταμένη προσφυγή σε σχολικά βιβλία και φύλλα εργασίας και η έλλειψη των σχετικών πρακτικών δραστηριοτήτων. Η έλλειψη εμπιστοσύνης, ο φόβος, το άγχος, η ανησυχία και η αντιπάθεια για το μάθημα των Φ.Ε. (Murphy et al., 2007) είναι ένα σημαντικό πρόβλημα, διότι εν ενεργεία ή μελλοντικοί εκπαιδευτικοί που χαρακτηρίζονται από αυτές τις αρνητικές στάσεις είναι πιθανόν να αποφύγουν τη διδασκαλία της επιστήμης ή να τη διδάξουν ανεπαρκώς.

Στην ελληνική πραγματικότητα, σύμφωνα με τη Χαλκιά (1995), οι αιτίες που προκαλούν την αρνητική στάση των εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής εντοπίζονται στην αρχική αρνητική στάση τους ως προς τα μαθήματα της Φυσικής (η οποία είχε ήδη δημιουργηθεί κατά τη διάρκεια των δικών τους μαθητικών χρόνων), στην ελλιπή γνώση του περιεχομένου της Φυσικής και στην ελλιπή γνώση διδακτικής της Φυσικής. Οι καθοριστικοί παράγοντες για τη διαμόρφωση θετικών στάσεων απέναντι στη διδασκαλία της Φυσικής και, βέβαια, στη χρήση των πειραμάτων στο μάθημα της Φυσικής είναι: α) η επαρκής γνώση του περιεχομένου και της μεθοδολογίας της Φυσικής και β) η επαρκής γνώση των μεθόδων διδακτικής προσέγγισης του μαθήματος της Φυσικής.

2. Μοντέλα διδασκαλίας

2.1 Εισαγωγή

Το παραδοσιακό πρότυπο χρησιμοποιήθηκε στη διδασκαλία των Φ.Ε. μέχρι και τις αρχές της δεκαετίας του 1960 και το οποίο σε πολλές χώρες χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Σύμφωνα με αυτό, το μυαλό του παιδιού θεωρείται ως άγραφο χαρτί (*tabula rasa*) πάνω στο οποίο ο δάσκαλος μπορεί να γράφει ή καλύτερα να εγγράφει τη δική του επιστήμη. Στηρίζεται στη θεωρία του μπιχεβιορισμού ή του συμπεριφορισμού όπου, η παρατήρηση της συμπεριφοράς είναι δυνατό να οδηγήσει σε συμπεράσματα για το φαινόμενο της μάθησης. Η μάθηση ισοδυναμεί με αλλαγή της συμπεριφοράς λόγω των εμπειριών του υποκειμένου. Η επιστημολογία του μπιχεβιορισμού είναι εμπειρική και θετικιστική.

Η παραδοσιακή πρακτική ορίζεται ως δασκαλο-κεντρική με τους εκπαιδευτικούς να σχεδιάζουν τα μαθήματα με μια σειρά περιεχομένου, ενώ οι πεπειθήμενοι για τον τρόπο που οι μαθητές μαθαίνουν ή τους πόρους που χρειάζονται για να μάθουν, έρχονται σε δεύτερη μοίρα (Hoban, 2003). Το παραδοσιακό μοντέλο θεωρεί ότι η δουλειά στην τάξη είναι οργανωμένη γύρω από το περιεχόμενο και ότι βασίζεται στα σχολικά βιβλία για πηγές πληροφοριών (Porlán & Martín del Pozo 2004).

Στη δεκαετία του '60 το μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης με κύριο εκπρόσωπο τον Bruner θεωρήθηκε από πολλούς εκπαιδευτικούς ως ένας ενδιαφέροντας και αποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας των Φ.Ε. Μέσα από την ενεργό συμμετοχή του ο μαθητής ανακαλύπτει τη γνώση με θετικές συνέπειες για την κατανόηση και τη διάρκειά της (Σπυροπούλου, 2002).

Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο, μολονότι είναι ανακαλυπτικό, διαφοροποιείται, ακόμη και στον τίτλο του, στο γεγονός ότι η δυνατότητα των παιδιών στη συμμετοχική ανακάλυψη δεν είναι ανεξέλεγκτη αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια και μεθοδεύεται από συγκεκριμένες πρωτοβουλίες, που το καθιστούν πρακτικά εφαρμόσιμο. Ο δάσκαλος έχει κάθε στιγμή τη δυνατότητα παρακολούθησης της μαθησιακής πορείας.

Η ανακαλυπτική διάσταση σε καμιά περίπτωση δε σημαίνει την τυχαία διερεύνηση του φυσικού κόσμου με ανεξέλεγκτη πρωτοβουλία του μαθητή. Τουναντίον, η εξέλιξη της διδακτικής - μαθησιακής πορείας ελέγχεται αυστηρά, με γνωστικά - μαθησιακά στάδια, που διαδέχονται το ένα το άλλο.

Τις τελευταίες δεκαετίες η εκπαίδευση των επιστημών έχει επηρεαστεί από την εποικοδομητική προσέγγιση, η οποία προτείνει πως η μάθηση δεν αποτελεί συσσώρευση των νέων γεγονότων, αλλά μια διαδικασία που απαιτεί αναδόμηση της γνώσης (αυτός που μαθαίνει βγάζει νόημα από μια νέα πληροφορία).

2.2 Το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας ή μοντέλο μεταφοράς

Σύμφωνα με το παραδοσιακό μοντέλο μάθησης ο μαθητής δεν έχει καμία γνώση για οποιοδήποτε θέμα προτού το διδαχτεί επίσημα στο σχολείο. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει καθοδηγητικό ρόλο, ελέγχει και αξιολογεί τη διδακτικής και μαθησιακή διαδικασία. Επομένως, η επιστήμη του εκπαιδευτικού μεταδίδεται στο μαθητή μετατρέποντάς τον σε παθητικό δέκτη και τη μάθηση σε μια παθητική, ληπτική και αναπαραγωγική διαδικασία. Η γνώση μεταδίδεται από το δάσκαλο και το εγχειρίδιο στο μαθητή. Είναι μια διδασκαλία στατική και αντικειμενική με έμφαση στην ποσότητα και το εύρος της γνώσης. Η αποτελεσματικότητα της μάθησης ελέγχεται με τεστ προόδου που δίνει έμφαση στην κατανόηση του περιεχομένου (Effandi & Zanaton, 2007; Driver et al., 1998; Κόκκοτας, 1998).

Η άμεση συνεργασία μεταξύ των μαθητών είναι αρκετά περιορισμένη, ενώ ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται κυρίως στην επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών. Στα περισσότερα γνωστικά αντικείμενα οι μαθητές είναι υποχρεωμένοι να κάθονται, να είναι χωρικά και ουσιαστικά προσανατολισμένοι και προσηλωμένοι προς τον πίνακα, να γράφουν ή να διαβάζουν από κάποιο σχολικό εγχειρίδιο με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιείται η διάσταση της σχέσης και της επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών. Η λεκτική επικοινωνία προκαλείται και ρυθμίζεται από τον εκπαιδευτικό, γίνεται ελάχιστη χρήση εποπτικών μέσων, ενώ η αυτενέργεια των μαθητών είναι αρκετά περιορισμένη. Ο διπλανός μαθητής μετατρέπεται εύκολα σε ανταγωνιστή (Κοσσυβάκη, 2003).

Η διδασκαλία βασίζεται στο μοντέλο μεταφοράς και περιλαμβάνει τέσσερις (4) φάσεις (Χαλκιά, 2010; Καριώτογλου, 2006):

1. **Φάση προσανατολισμού:** ο εκπαιδευτικός διατυπώνει ερωτήσεις προερχόμενες κυρίως από την καθημερινή ζωή, οι οποίες συνδέονται με το μάθημα που θα ακολουθήσει με στόχο να παρακινήσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους προσανατολίσει στο μάθημα που πρόκειται να διδάξει.
2. **Φάση εισαγωγής της νέας γνώσης:** ο εκπαιδευτικός εισάγει τη νέα γνώση, παρουσιάζει, δηλαδή στους μαθητές το περιεχόμενο του μαθήματος (έννοιες, νόμοι, φυσικά φαινόμενα) χρησιμοποιώντας κατάλληλα παραδείγματα (και παραδειγματικές επιλύσεις ασκήσεων) και - σε μερικές περιπτώσεις - πραγματοποιώντας πειράματα επίδειξης, τα οποία επιβεβαιώνουν τη θεωρία που προηγήθηκε.
3. **Φάση εφαρμογή της νέας γνώσης:** ο εκπαιδευτικός, ανάλογα με τους διδακτικούς στόχους που έχει θέσει, ζητά από τους μαθητές του να εφαρμόσουν τη νέα γνώση σε παραδείγματα από την καθημερινή ζωή, σε προβλήματα, σε ασκήσεις, κ.λπ., προκειμένου να διαπιστώσουν την αποτελεσματικότητά της.
4. **Φάση αξιολόγησης της νέας γνώσης:** ο εκπαιδευτικός θέτει στους μαθητές του ερωτήσεις για να ελέγξει το επίπεδο κατανόησης της νέας γνώσης. Σε πολύ μεγάλο βαθμό περιορίζεται στην ανάκληση ορισμών και νόμων ή την περιληπτική ανακεφαλαίωση του μαθήματος και σπάνια αξιολογεί την ικανότητα κριτικής θεώρησης των πραγμάτων.

2.3 Το ανακαλυπτικό μοντέλο διδασκαλίας

Σύμφωνα με τον Κόκκοτα (1998), η ανακαλυπτική μάθηση στηρίζεται στην υπόθεση ότι, αν στα παιδιά δοθούν τα απαραίτητα εργαλεία και τους υποβληθούν ερωτήσεις ανοικτού τύπου, τότε αυτά καθοδηγούμενα με τον κατάλληλο τρόπο θα μπορέσουν να κατακτήσουν για τους εαυτούς τους τη γνώση. Οι μαθησιακοί στόχοι του ανακαλυπτικού μοντέλου περιλαμβάνουν:

- ✓ την προώθηση μιας βαθιάς κατανόησης
- ✓ την ανάπτυξη των μεταγνωστικών ικανοτήτων
- ✓ την ενθάρρυνση σε υψηλό βαθμό εμπλοκής των μαθητών.

Σύμφωνα με τον Saab και τους συνεργάτες του (2005), η ανακαλυπτική μάθηση είναι μια διαδικασία επαγωγικής διερεύνησης κατά την οποία οι μαθητές διεξάγουν πειράματα, μετατρέπονται δηλαδή σε μικρούς επιστήμονες. Σε πρώτη φάση προσδιορίζουν μεταβλητές, συλλέγουν δεδομένα και ερμηνεύουν τα δεδομένα. Σε δεύτερη φάση, υποθέτουν προκειμένου να περιγράψουν και να κατανοήσουν τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών. Στο τέλος, ως μια κυκλική διαδικασία οι μαθητές προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα, να απορρίψουν υποθέσεις και να βγάλουν συμπεράσματα για την πληροφορία. Οι Borthick & Jones (2000), προτείνουν ότι μέσω της ανακαλυπτικής μάθησης οι μαθητές μαθαίνουν να αναγνωρίζουν ένα πρόβλημα, χαρακτηρίζουν τον τρόπο που θα μοιάζει η λύση του, αναζητούν τις σχετικές πληροφορίες, αναπτύσσουν μια στρατηγική επίλυσης και εκτελούν την επιλεγμένη στρατηγική. Σύμφωνα με τους Bicknell-Holmes & Hoffman (2000), η ανακαλυπτική μάθηση διαθέτει τρία κύρια χαρακτηριστικά: τη διερεύνηση και επίλυση του προβλήματος, τις μαθητοκεντρικές δραστηριότητες που βασίζονται στα ενδιαφέροντα των μαθητών και το υλικό στήριξης της νέας πληροφορίας στο κεφάλαιο της γνώσης των μαθητών.

Χαρακτηριστικά στοιχεία του ανακαλυπτικού μοντέλου είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και η παραγωγική ομιλία. Η γνώση ανακαλύπτεται μέσω της αλληλεπίδρασης και του πλαισίου στο οποίο συντελείται. Είναι δυναμική και ζωντανή. Στηρίζεται στην εκμάθηση στρατηγικών και την άσκηση στις επιστημονικές διαδικασίες. Η άσκηση στις διαδικασίες με την καθοδήγηση του διδάσκοντα μπορεί

να οδηγήσει στην ανακάλυψη του περιεχομένου, δηλαδή στην ερμηνεία των φαινομένων, στην κατανόηση των εννοιών και των νόμων της φύσης. Η γνώση διακρίνεται για τον ποιοτικό της χαρακτήρα και όχι για την ποσοτική της διάσταση.

Η διδακτική προσέγγιση είναι μαθητο-κεντρικά προσανατολισμένη με το δάσκαλο να κατέχει το ρόλο του καθοδηγητή και του οργανωτή καταστάσεων μάθησης. Ο ρόλος του δασκάλου δεν είναι να του παρέχει έτοιμη γνώση, αλλά είναι καθοδηγητικός με σκοπό να τον βοηθήσει να αναπτύξει πρωτοβουλίες και να αναλάβει ευθύνες για την προσωπική του μάθηση, να αποκτήσει την ικανότητα να θέσει δικές του ερωτήσεις και να ανακαλύπτει τρόπους για την εξερεύνηση του περιβάλλοντος (Κόκκοτας, 1998). Οι μαθητές με τη βοήθεια του φύλου εργασίας παρατηρούν, κάνουν μετρήσεις, καταγράφουν και συγκρίνουν δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό συμμετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση της δικής τους γνώσης ανακαλύπτοντας ταυτόχρονα πράγματα για τον εαυτό τους. Το γεγονός ότι εργάζονται σε ομάδες τους παρέχει τη δυνατότητα της αλληλεπίδρασης μεταξύ ισότιμων μελών, μια διαδικασία που μπορεί να αποβεί πολύ πιο αποτελεσματική στη μάθηση από την καταλυτική παρουσία ακόμη και του πιο ικανού δασκάλου (Driver et al., 1998).

Οι πέντε (5) φάσεις του ανακαλυπτικού μοντέλου διδασκαλίας είναι:

1. **Φάση του εναύσματος του ενδιαφέροντος:** προτείνεται να γίνεται μέσω προτάσεων δραστηριοτήτων.
2. **Φάση της διατύπωσης των υποθέσεων:** ο εκπαιδευτικός προκαλεί συζήτηση και προβληματίζει τους μαθητές για το – προς μελέτη – φυσικό φαινόμενο/θέμα προτρέποντάς τους να διατυπώνουν υποθέσεις.
3. **Φάση του πειραματισμού:** ο εκπαιδευτικός μετά τη διατύπωση των υποθέσεων των μαθητών του για το –υπό μελέτη– φυσικό φαινόμενο/θέμα ενεργοποιεί τους μαθητές με αποδεικτικά (επιβεβαιωτικά ή απορριπτικά) πειράματα, ώστε να διατυπωθούν και να αξιολογηθούν οι παρατηρήσεις τους. Τα πειράματα (με απλά μέσα) εκτελούνται –απαραίτητα– από τους μαθητές ανά ομάδες.

4. **Φάση της διατύπωσης και της καταγραφής των συμπερασμάτων:** ο εκπαιδευτικός μετά την εκτέλεση των πειραμάτων από τους μαθητές και την καταγραφή-αξιολόγηση των παρατηρήσεών τους συμβάλλει στη διατύπωση των συμπερασμάτων από τους μαθητές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μία από τις υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί να αναγορεύεται σε «θεωρία».
5. **Φάση της εφαρμογής και της γενίκευσης:** η αναφορά σε εφαρμογές και η γενίκευση του υπό μελέτη φυσικού φαινομένου/θεματικής ενότητας συνιστάται να γίνεται κατά βάση μέσω προτάσεων δραστηριοτήτων.

2.4 Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο

Στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας υπάρχει δομή, η οποία επιτρέπει τη σχεδίαση, την εκτέλεση, την περιγραφή, την αξιολόγηση και την εκτίμηση βασικών στοιχείων του μαθήματος. Η ανακαλυπτική του διάσταση έγκειται στην ελεγχόμενη μετατόπιση του μαθήματος στη δραστηριότητα του μαθητή και στην αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν αυτόνομα. Οι μαθητές καλούνται να συστηματοποιήσουν την εργασία τους σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα των Φ.Ε., να προβληματίζονται από τις καθημερινές τους παρατηρήσεις, να διατυπώνουν υποθέσεις, να τις ελέγχουν με απλά πειράματα, να παρατηρούν την εξέλιξή τους να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και να καταλήγουν σε ποιοτικά συμπεράσματα. Οι μαθητές δεν αντιμετωπίζουν πια τα φυσικά φαινόμενα τυχαία, αλλά καλούνται να τα μελετήσουν με μεθοδικό τρόπο. Μαθαίνουν να παρατηρούν συστηματικά και να εκτελούν απλά πειράματα, που πολλές φορές δε διαφέρουν από τις καθημερινές τους δραστηριότητες ως προς το περιεχόμενο αλλά κυρίως ως προς τη μεθοδολογία με την οποία τα αντιμετωπίζουν.

Σύμφωνα με τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού (constructivism) κάθε μαθητής δομεί (constructs) τη δική του αντίληψη για τον κόσμο. Η φυσική πραγματικότητα είναι μία και δεδομένη. Ο τρόπος όμως που καθένας μας την προσεγγίζει είναι διαφορετικός. Διαμορφώνεται εξελικτικά με βάση τις προσωπικές εμπειρίες και σε σύνθεση με τις αντιλήψεις των άλλων. Η πορεία που οδηγεί κάθε φορά στο καινούριο δεν είναι δεδομένη. Στο σχολείο πρέπει συνεπώς να δίνεται περισσότερη έμφαση στην καλλιέργεια των γνωστικών δεξιοτήτων που θα οδηγήσουν στη

διαμόρφωση της αντίληψης του μαθητή παρά στα περιεχόμενα της διδασκαλίας αυτά καθεαυτά. Στους μαθητές πρέπει να παρέχονται ευκαιρίες για προσωπικές, αυθεντικές εμπειρίες (authentic experiences), εμπειρίες με ισχυρές αναλογίες με τον καθημερινό κόσμο (Duffy & Cunningham, 1996; Roth, 1995).

Στις Φ.Ε. η αναγκαιότητα ανάπτυξης νοητικών μοντέλων ανάγει τον παραγωγικό συλλογισμό (productive thinking) στο απαραίτητο μεθοδολογικό εφόδιο κατανόησής τους. Η μετάδοση λοιπόν της λογικής της παραγωγικής σκέψης είναι για το μάθημα των Φ.Ε. βασικό ζητούμενο. Ο συνδυασμός της προσέγγισης του παραγωγικού συλλογισμού με την παράλληλη αυτενεργητική δραστηριότητα εξυπηρετείται αποτελεσματικά στο μάθημα των Φ.Ε. με το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο. Ο συνδυασμός σκέψης και πράξης οδηγεί στην εδραίωση νοητικών δεξιοτήτων πολύ ουσιαστικότερων από τη μηχανική εφαρμογή ή την απομνημόνευση συγκεκριμένων κανόνων. Με αυτή την έννοια η θέση του πειράματος είναι ιδιαίτερα σημαντική. Σύμφωνα με το βιβλίο του δασκάλου: *«Η δομή του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου επιτρέπει την αξιοποίηση του πειράματος με διάφορες διδακτικές λειτουργίες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαπίστωση του προς διερεύνηση προβλήματος, για την επίλυσή του ή για την εμπέδωση των νέων δεδομένων ... Η λειτουργία του δεν είναι αυτόνομη. Το πείραμα πρέπει να είναι σε λογικό συνδυασμό με την προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος στο οποίο προσπαθούμε να ανάγουμε το φαινόμενο».*

Στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο ο δάσκαλος αναζητά εναύσματα προκαλώντας το ενδιαφέρον των μαθητών, προβληματίζει τους μαθητές προτρέποντάς τους να διατυπώσουν υποθέσεις, τους ενεργοποιεί στην εκτέλεση πειραμάτων και στην καταγραφή παρατηρήσεων, προκαλεί συζήτηση για τη διεύρυνση των παρατηρήσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων και εξασφαλίζει την εμπέδωση οδηγώντας τους μαθητές σταδιακά στη γενίκευση, στη μεταφορά και εφαρμογή της γνώσης στα φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Η αναγωγή αυτή των φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν, ξεχωρίζει το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο από τα υπόλοιπα ανακαλυπτικά.

Ο στόχος κάθε διδακτικής ενότητας ανάγεται σε πρόβλημα. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίζουν, να διατυπώνουν και να επιδιώξουν την επίλυση του προβλήματος, αναπαράγοντάς το στον μικρόκοσμο του σχολείου με συνέπεια την πορεία της επιστημονικής μεθοδολογίας. Διατυπώνουν μια υπόθεση, υλοποιούν μια πειραματική πρόταση αντιμετώπισης και την εκτελούν, παρατηρώντας συστηματικά την εξέλιξη του πειράματος και καταγράφοντας την παρατήρησή τους. Οι διαπιστώσεις συζητούνται και αφηρηματοποιούνται. Το νέο γνωστικό υλικό εμπεδώνεται τέλος με τη βοήθεια του δασκάλου, ο οποίος επιλέγει παραδείγματα και εφαρμογές ανάλογες με τα ειδικά ενδιαφέροντα των μαθητών, προκαλώντας έτσι τη γενίκευση των συμπερασμάτων. Η μαθησιακή πορεία διαμορφώνεται επομένως, με βάση τη διδακτικά σχεδιασμένη διατύπωση ενός προβλήματος και μιας αντίστοιχης στρατηγικής επίλυσης, η εκτέλεση της οποίας θα οδηγήσει στο γνωστικά «νέο». Στο σχολείο μεταδίδεται η επιστημονική μεθοδολογία, η οποία, σε συνδυασμό με την απλότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται για τα πειράματα, επιτρέπει στους μαθητές να επαναλαμβάνουν και να επεκτείνουν τη διδακτική πορεία αυτόνομα στο σπίτι, διευρύνοντας το πεδίο των γνώσεών τους.

Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο, αξιοποιώντας πολύπλευρα το πείραμα και την επιστημονική μεθοδολογία μέσα από την αναγωγή κάθε φαινομένου σε πρόβλημα προς επίλυση, καλλιεργεί πολύ ευρύτερες δεξιότητες των μαθητών. Πέρα από τις γνωστικές καλλιεργούνται τόσο οι ψυχοκινητικές όσο και οι συναισθηματικές δεξιότητες. Σύμφωνα με το βιβλίο δασκάλου, τα παραπάνω τα βασικά χαρακτηριστικά του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου είναι:

- ✓ η επιδίωξη της αναβάθμισης του ενδιαφέροντος για το μάθημα
- ✓ η ευρύτητα της αυτόνομης συμμετοχής του μαθητή
- ✓ η προσπάθεια προσφοράς της αίσθησης επιτυχίας
- ✓ η ισομερής επιδίωξη γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχοκινητικών στόχων
- ✓ η αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα προς επίλυση
- ✓ η μεθόδευση της ανακάλυψης μέσα από δομημένο μάθημα
- ✓ η μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας
- ✓ ο ρόλος του δασκάλου στο συντονισμό του μαθήματος

- ✓ η σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινότητα
- ✓ η δυνατότητα επανάληψης των πειραμάτων και αυτόνομης διερεύνησης στον εξωσχολικό χώρο.

Με τον όρο ερευνητικό στον τίτλο του δίνεται έμφαση στην προσπάθεια να βοηθηθεί ο μαθητής, με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις και τα μέσα που διαθέτει και με μεθόδους αντίστοιχες του γνωστικού του δυναμικού, να κατακτήσει αυτόνομα τα νέα στοιχεία. Η έρευνα ως μεθοδολογία και πρακτική με βάση όσα έχουν προαναφερθεί μπορεί να γίνει κτήμα του μαθητή ακόμη και στο δημοτικό σχολείο. Με τον όρο εξελισσόμενο τονίζεται το γεγονός ότι η ερευνητική πορεία του μαθητή δεν είναι τυχαία και ελεύθερη, αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια με χρονική αλληλουχία. Ο ρόλος του δασκάλου είναι να οργανώσει και να συντονίσει την ερευνητική πρωτοβουλία του μαθητή σύμφωνα με τα στάδια αυτά και με στόχο τη διεύρυνση των νοητικών δομών, ώστε να καταστεί δυνατή η αφομοίωση του κάθε φορά καινούριου.

Τα διδακτικά στάδια σύμφωνα με το βιβλίο δασκάλου στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση είναι:

1. **Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων:** επιδιώκεται ο προσανατολισμός του ενδιαφέροντος των μαθητών στο φαινόμενο που θα μελετηθεί, επιδιώκεται να τεθεί η βάση του «προβλήματος» και να δοθούν τα ερεθίσματα για την ανάπτυξή του.
2. **Πειραματική αντιμετώπιση:** Στο στάδιο αυτό οι μαθητές εκτελούν ένα ή περισσότερα πειράματα, παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν την παρατήρησή τους. Μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του πειράματος και αφού οι μαθητές επιστρέψουν τα όργανα και τα υλικά στη θέση τους, οι μαθητές σημειώνουν την παρατήρησή τους στον προβλεπόμενο χώρο στο βιβλίο τους. Ο δάσκαλος περιέρχεται την τάξη εξασφαλίζοντας την ορθότητα των παρατηρήσεων που σημειώνουν οι μαθητές.
3. **Εξαγωγή συμπεράσματος:** Μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης των πειραμάτων και μέσα από συζήτηση στην τάξη, επιδιώκεται η αφηρηματοποίηση και η γενίκευση των παρατηρήσεων με τη διατύπωση

ενός συμπεράσματος. Μέσα από συζήτηση στην τάξη οι μαθητές σχολιάζουν, επαναδιατυπώνουν, συμπληρώνουν ή διορθώνουν τις υποθέσεις τους. Με τη διαδικασία αυτή γίνεται σαφές ότι η πειραματική διαδικασία είναι αυτή που οδηγεί στη διεύρυνση του γνωστικού πεδίου.

4. **Εμπέδωση – γενίκευση:** Στο τελευταίο διδακτικό στάδιο επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων γνωστικών στοιχείων μέσω εργασιών που αναφέρονται σε εφαρμογές και παραδείγματα ή έχουν επαναληπτικό χαρακτήρα.

2.5 Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας

Ο Vygotsky (1962), τόνισε ότι αυτός που μαθαίνει (π.χ. ένας μαθητής) μεταφέρει εμπειρίες που επιδρούν στην άποψή του για τον κόσμο και στην ικανότητά του να δεχτεί άλλες απόψεις που βασίζονται στην επιστήμη. Στην υπόθεση της εποικοδόμησης της γνώσης κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι ιδέες των μαθητών. Αν μπορούσαμε να γνωρίζουμε τις ιδέες των μαθητών τότε θα ήταν εύκολο να βρούμε κατάλληλες δραστηριότητες τις οποίες να εκτελέσουν οι μαθητές και να πιστούν αυτόβουλα να αλλάξουν άποψη, δηλαδή να αποβάλλουν τις ιδέες τους και να δεχθούν αυτό που η επιστήμη δέχεται, τότε αυτό θα αποτελούσε μάθηση. Η γνώση είναι προσωπική και οικοδομείται από τον καθένα χωριστά γι' αυτό είναι υποκειμενική. Συνεπώς δεν μπορεί να μεταδοθεί από τον έχοντα και κατέχοντα στους μη έχοντες και μη κατέχοντες. Η μάθηση είναι συνήθως προϊόν της εννοιολογικής αλλαγής που επέρχεται στους μαθητές λόγω της γνωστικής σύγκρουσης στην οποία υποβάλλονται.

Η μάθηση θεωρείται ως εποικοδόμηση που γίνεται στο πλαίσιο της κοινωνίας της ομάδας. Η νέα εμπειρία χρησιμοποιείται από το μαθητή για να οικοδομήσει νέα νοήματα. Αυτή η ανασυγκρότηση των ιδεών δε γίνεται στο κενό, αλλά μέσω των αλληλεπιδράσεων με άλλα άτομα. Η κοινωνική πτυχή της μάθησης αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της εποικοδομητικής προοπτικής. Σύμφωνα με τον Gordon (2008), ο εποικοδομητισμός οδηγεί σε εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, με τις οποίες ο μαθητής δημιουργεί, ερμηνεύει και αναδιοργανώνει τη γνώση.

Σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό, τα παιδιά από τις πρώτες αισθητηριακές τους εμπειρίες με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, αναπτύσσουν εναλλακτικές ιδέες/αντιλήψεις και αυθόρμητες ερμηνείες/εξηγήσεις για πολλά πράγματα και φαινόμενα που υπάρχουν ή συμβαίνουν γύρω τους. Οι προϋπάρχουσες ιδέες και ερμηνείες «συνοδεύουν» τα παιδιά στις αίθουσες διδασκαλίας και είναι συνήθως διαφορετικές από τις επιστημονικές (Σπυροπούλου - Κατσάνη, 2002; Pfundt & Duit, 1994) και μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς τη συνακόλουθη μάθηση (Sanger & Greenbowe 1997, Garnett et al. 1995). Η μάθηση θεωρείται μια ατομική διαδικασία, που περιλαμβάνει σύνδεση των νέων ιδεών και εμπειριών με την προηγούμενη γνώση μέσω αλληλεπιδράσεων με το φυσικό και/ή κοινωνικό περιβάλλον (Liang & Gabel, 2005). Σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι εναλλακτικές απόψεις είναι βαθιά ριζωμένες και δύσκολα αλλάζουν, αν δε ληφθούν υπόψη στη διδακτική διαδικασία (Eryilmaz 2002). Συνεπώς, οι παρανοήσεις ισοδυναμούν με κάτι περισσότερο από την παρεξήγηση μιας έννοιας. Οι παρανοήσεις αποτελούν μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος γνώσης, το οποίο περιλαμβάνει αλληλένδετες έννοιες που συμβάλλουν στην ερμηνεία των εμπειριών των μαθητών και δύνανται να εμποδίσουν την πρόοδο ενός μαθητή σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης (Duit & Treagust 2003, Southerland et al. 2001). Πολλοί όροι έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν αυτές τις κατανοήσεις των παιδιών, όπως, εναλλακτικές αντιλήψεις, παρανοήσεις και προαντιλήψεις.

Το μοντέλο της εποικοδομητικής προσέγγισης στη διδασκαλία που περιλαμβάνει τις εξής πέντε (5) φάσεις (βιβλίο δασκάλου):

1. **Φάση του προσανατολισμού:** είναι η παραδοσιακή φάση της αφόρμησης που περιέχει δύο στάδια: το στάδιο πρόκλησης της περιέργειας και ο την έναρξη διαδικασίας αναγνώρισης ιδεών με αφορμή το εποπτικό υλικό. Το ξεκίνημα μπορεί να περιέχει παρατηρήσεις, επίδειξη μιας εικόνας, αφήγηση μιας σύντομης ιστορίας, απόσπασμα από την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών, κ.ά. Ο ρόλος του δασκάλου πρέπει να είναι ενθαρρυντικός ως προς την έρευνα.
2. **Φάση της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών:** η ανάδειξη των ιδεών μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την συζήτηση, με ερωτηματολόγια,

ατομικές εργασίες, με υποθετικά πειράματα (όπου ζητάμε από τα παιδιά να κάνουν πρόβλεψη των αποτελεσμάτων), με εννοιολογικούς χάρτες κλπ. Οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες και εργάζονται στην αρχή ατομικά κι έπειτα σε επίπεδο ομάδας. Καταγράφουν τις απόψεις τους, ο δάσκαλος τις συγκεντρώνει και τις κατηγοριοποιεί. Ο δάσκαλος πρέπει να εκφράζεται τόσο λεκτικά όσο και μη λεκτικά με αποδοχή και φιλικά προς τους μαθητές, απορρίπτοντας κάθε διάθεση ειρωνείας ή κριτικής.

3. **Φάση της αναδόμησης των ιδεών των μαθητών:** οι μαθητές καλούνται να ελέγξουν τις ιδέες τους, με σκοπό να τις επεκτείνουν, να αναπτύξουν ιδέες αν δεν είχαν πριν, ή να τις αντικαταστήσουν. Σημαντικό ρόλο παίζει η σύγκριση των αποτελεσμάτων του πειράματος με τις προβλέψεις. Τα παιδιά εργάζονται σε μικρές ομάδες και εκτελούν πειράματα. Τέλος, προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα. Στόχος μας είναι να οδηγηθούν τα παιδιά σε «αδιέξοδο» και να αναρωτηθούν γιατί δεν ταιριάζουν οι ιδέες τους με τα αποτελέσματα των πειραμάτων. Αυτό ίσως τα οδηγήσει σε εννοιολογική αλλαγή και υιοθετήσουν τις ιδέες που είναι σύμφωνες με τη σχολική γνώση.
4. **Φάση εφαρμογής των ιδεών:** τα παιδιά ελέγχουν το κατά πόσο οι νέες γνώσεις που απέκτησαν είναι εφαρμόσιμες και τις συσχετίζουν με εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Μόνο έτσι θα συνειδητοποιήσουν ότι είναι παραγωγικότερες από τις παλιές και θα τις υιοθετήσουν.
5. **Φάση της ανασκόπησης:** οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν και αναδαψιλεύουν τον τρόπο με τον οποίο τα κατάφεραν. Συγκρίνουν τη νέα γνώση με την παλαιά και συνειδητοποιούν με ποια διαδικασία αποκτήθηκε. Είναι το μέσον του αυτοελέγχου και της συνειδητοποίησης της γνωστικής πορείας (μεταγνωστική διαδικασία).

3. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

3.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) για τις Φ.Ε. στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (Ο.Ε.Δ.Β., 2002) προτείνεται η χρήση μεθόδων που: *«προωθούν, ενισχύουν και ενθαρρύνουν την ενεργοποίηση των μαθητών, τη δημιουργική δράση και τον πειραματισμό»*. Η εμπλοκή των μαθητών σε πειραματικές διαδικασίες: *«ενισχύει την κατάκτηση της γνώσης, τη συνεργατική και ανακαλυπτική μάθηση, την ανάπτυξη δεξιοτήτων και ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα, την απόκτηση της ικανότητας για συζήτηση, τον προβληματισμό και την καλλιέργεια κριτικής σκέψης, την καλλιέργεια ελεύθερης σκέψης και έκφρασης»*.

Η διδασκαλία των Φ.Ε. στην Π.Ε., θα πρέπει: *«να έχει σαφή εργαστηριακό προσανατολισμό και να αξιοποιεί, όπου είναι δυνατό, τις δυνατότητες για έρευνες πεδίου. Με τις εργαστηριακές και τις άλλες ποικίλες δραστηριότητες, δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να δραστηριοποιούνται, να πειραματίζονται, να δημιουργούν και να ανακαλύπτουν τη γνώση. Ο χαρακτήρας των δραστηριοτήτων θα πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε, μέσα από ποικίλες διδακτικές στρατηγικές και με τη χρήση πολλαπλών μέσων, να δίνεται μια συνολική εικόνα των αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών και να αναδεικνύονται οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους»*.

3.2 Σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.) ο σκοπός της διδασκαλίας των Φ.Ε. εντάσσεται στους γενικότερους σκοπούς της εκπαίδευσης, δηλαδή στην ολοκλήρωση του ατόμου με την ανάπτυξη κριτικού πνεύματος και διάθεσης για ενεργοποίηση και δημιουργία τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε συνεργασία με άλλα άτομα ή ομάδες. Οι βασικοί στόχοι που επιδιώκονται στο Δημοτικό Σχολείο είναι η συστηματική εισαγωγή του μαθητή στις έννοιες και τον τρόπο προσέγγισης και μελέτης των Φ.Ε. Για τον προσδιορισμό του σκοπού διδασκαλίας του μαθήματος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- ✓ η νοητική ανάπτυξη των μαθητών

- ✓ το γνωστικό υπόβαθρο που διαθέτουν
- ✓ οι δεξιότητες
- ✓ οι επιθυμίες (προσδοκίες) τους
- ✓ το κοινωνικό τους περιβάλλον και οι αναγκαιότητες που υπάρχουν σε αυτό
- ✓ ο χρόνος και ο τεχνολογικός εξοπλισμός που έχει ο εκπαιδευτικός στη διάθεσή του για τη διδασκαλία του μαθήματος.

Η διδασκαλία των Φ.Ε. οφείλει να συμβάλλει:

- ✓ Στην απόκτηση γνώσεων σχετικών με θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν στα επιμέρους αντικείμενα των Φ.Ε. Οι μαθητές πρέπει να είναι ικανοί όχι μόνο να παρατηρούν τα φυσικά και χημικά φαινόμενα, τις διαδικασίες που αφορούν στους οργανισμούς και τις σχέσεις τους με το περιβάλλον στο οποίο ζουν ή να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους, αλλά και να τα «ερμηνεύουν» στο επίπεδο που τους επιτρέπει η αντιληπτική ικανότητα της ηλικίας τους.
- ✓ Στην ανάπτυξη της προσωπικότητας του μαθητή, προωθώντας την αυτόνομη σκέψη, την αγάπη για εργασία, την ικανότητα για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και τη δυνατότητα για επικοινωνία και συνεργασία με άλλα άτομα.
- ✓ Στην καλλιέργεια ομαδικού και συλλογικού πνεύματος εργασίας με σκοπό την επίτευξη κοινών στόχων.
- ✓ Στην εξοικείωση του μαθητή με την επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση, διατύπωση υποθέσεων, συγκέντρωση - αξιοποίηση πληροφοριών από διάφορες πηγές), την ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, γενίκευση και κατασκευή προτύπων.
- ✓ Στην εξοικείωση του μαθητή με τη χρήση της τεχνολογίας της πληροφορικής, ώστε και ως μελλοντικός επιστήμονας να είναι ικανός για έρευνα, τεχνολογικό σχεδιασμό και πειραματικό έλεγχο.
- ✓ Στην ανάπτυξη από το μαθητή ικανοτήτων και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων μέσα από τις πειραματικές και εργαστηριακές δραστηριότητες του μαθήματος ώστε να δύναται να αξιολογήσει τις επιστημονικές και τεχνολογικές εφαρμογές, ως μαθητής και ως μελλοντικός πολίτης και να

είναι ικανός να τοποθετείται κριτικά απέναντί τους και να αποφαίνεται για τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις τους στην ατομική και κοινωνική υγεία, τη διαχείριση των φυσικών πόρων και το περιβάλλον.

- ✓ Στη διαπίστωση από το μαθητή της συμβολής των Φυσικών Επιστημών στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου.
- ✓ Στη γνώση από το μαθητή της οργάνωσης και των διαδικασιών του περιβάλλοντος και στην απόκτηση της ικανότητας να συμμετέχει στις προσπάθειες για την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων αξιοποιώντας τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχει αποκτήσει.
- ✓ Στην εξοικείωσή του με την απλή επιστημονική ορολογία, γεγονός που μακροπρόθεσμα θα συμβάλλει στη γενικότερη γλωσσική του ανάπτυξη.

3.3 Το διδακτικό μοντέλο των σχολικών εγχειριδίων της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου

Η μέθοδος διδασκαλίας που προτείνεται μέσα από τα τρέχοντα σχολικά εγχειρίδια για το μάθημα των Φ.Ε. στηρίζεται τόσο στο *ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας* (ανακαλυπτικού τύπου) με τη θέση του πειράματος να είναι ιδιαίτερη σημαντική (ομαδοσυνεργατικά) όσο και σε εποικοδομητικά στοιχεία σε σχέση με τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές οικοδομούν την αντίληψη τους για τον κόσμο με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις και τα μέσα που διαθέτουν έτσι ώστε να κατακτήσουν τη νέα γνώση. Σε σχέση με το ανακαλυπτικό μοντέλο διδασκαλίας, στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο, η δυνατότητα των παιδιών στη συμμετοχική ανακάλυψη δεν είναι ανεξέλεγκτη, εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια και μεθοδεύεται από συγκεκριμένες πρωτοβουλίες που το καθιστούν πρακτικά εφαρμόσιμο. Ο δάσκαλος εποπτεύει τη μαθησιακή πορεία. Ως προς το κομμάτι της ανακαλυπτικής διάστασης, η διερεύνηση του φυσικού κόσμου δεν γίνεται τυχαία με την ανεξέλεγκτη πρωτοβουλία του μαθητή. Αντιθέτως, η εξέλιξη της διδακτικής - μαθησιακής πορείας ελέγχεται αυστηρά με γνωστικά - μαθησιακά στάδια που διαδέχονται το ένα το άλλο.

Σύμφωνα με τον Αποστολάκη και τους συνεργάτες του (2006), τα βασικά χαρακτηριστικά του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου είναι:

- ✓ η επιδίωξη της αναβάθμισης του ενδιαφέροντος για το μάθημα
- ✓ η ευρύτητα της αυτόνομης συμμετοχής του μαθητή
- ✓ η προσπάθεια προσφοράς της αίσθησης επιτυχίας
- ✓ η ισομερής επιδίωξη γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχοκινητικών στόχων
- ✓ η αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα προς επίλυση
- ✓ η μεθόδευση της ανακάλυψης μέσα από δομημένο μάθημα
- ✓ η μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας
- ✓ ο ρόλος του δασκάλου στο συντονισμό του μαθήματος
- ✓ η σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινότητα
- ✓ η δυνατότητα επανάληψης των πειραμάτων και αυτόνομης διερεύνησης στον εξωσχολικό χώρο.

Η εμπειρική μάθηση πρέπει να αποτελεί βασικό κριτήριο της διδακτικής μεθοδολογίας ώστε να μεγιστοποιηθούν τα πλεονεκτήματα των πειραμάτων μικρού κόστους σε ομάδες εργασίας, γεγονός που εξασφαλίζει την ελευθερία στην συνεργασία του μαθητή. Ο στόχος του μοντέλου σηματοδοτείται από τον όρο «ερευνητικό» στον τίτλο και αφορά τη βοήθεια προς τους μαθητές ώστε να διερευνήσουν αυτόνομα το φυσικό περιβάλλον, ενώ ο όρος «εξελισσόμενο» εστιάζει στο γεγονός πως η ερευνητική προσπάθεια πραγματοποιείται ως μία δομημένη ανακάλυψη μέσα από μια οργανωμένη διαδικασία διδασκαλίας – μάθησης.

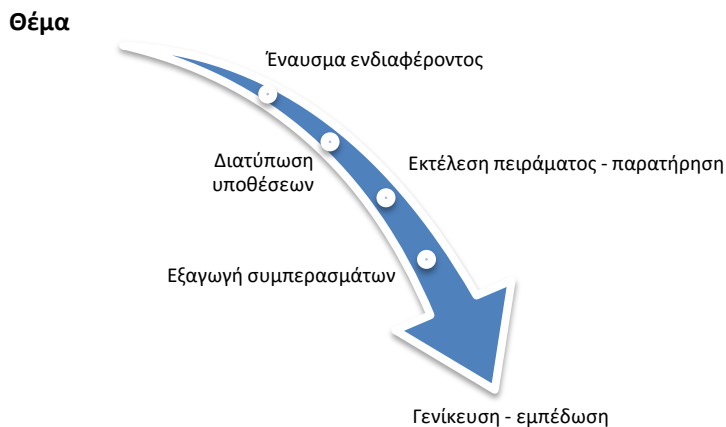
Σύμφωνα με τον Σάββα και τους συνεργάτες του (2002), προϋπόθεση για την επιτυχία της πορείας αυτής αποτελεί η κατανόηση και η υιοθέτηση από μέρους των μαθητών της ανάγκης της αρμονικής, παραγωγικής, ομαδικής συνεργασίας. Η συνειδητοποίηση πως η αξιοποίηση της βοήθειας των συμμαθητών τους μπορεί να τους βοηθήσει να καταλήξουν συντομότερα και αποτελεσματικότερα σε πιο ικανοποιητικό συμπέρασμα κρίνεται αναγκαία.

Το μοντέλο διδασκαλίας περιλαμβάνει πέντε διδακτικά στάδια:

1. το έναυσμα
2. τη διατύπωση υποθέσεων

3. την εκτέλεση του πειράματος και την παρατήρηση
4. την εξαγωγή συμπερασμάτων
5. τη γενίκευση και εμπέδωση.

Στην Εικόνα 3 αποδίδεται σχηματικά, η αναπαράσταση των πέντε διδακτικών σταδίων του μοντέλου διδασκαλίας.



Εικόνα 3. Τα πέντε διδακτικά στάδια του μοντέλου διδασκαλίας των σχολικών εγχειριδίων.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου είναι: ο στόχος της μεγιστοποίησης του ενδιαφέροντος των μαθητών, η αυτόνομη πρωτοβουλία των μαθητών, η ισότιμη ανάπτυξη των γνωστικών, συναισθηματικών και αισθησιοκινητικών δεξιοτήτων των μαθητών, η μετάδοση της μεθοδολογίας της έρευνας ως βάση για την αυτόνομη εργασία των μαθητών, η σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται στο σχολείο με την καθημερινή ζωή, η εξοικείωση των μαθητών στη συνεργασία μέσω ομάδων (Σάββας κ.ά., 2002).

Στα τρέχοντα σχολικά εγχειρίδια, το "Τετράδιο Εργασιών" προτείνεται ως το κύριο εγχειρίδιο αναφοράς της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Το "Τετράδιο Εργασιών" χρησιμοποιείται από τον μαθητή καθοδηγητικά στη διαδοχή των μεθοδολογικών βημάτων, για την ανάγνωση των οδηγιών και των υλικών πειραματισμού, καθώς και την καταγραφή των παρατηρήσεων – συμπερασμάτων και την εφαρμογή τους. Το "Βιβλίο Μαθητή" προτείνεται ως το δευτερεύον εγχειρίδιο με τη σύσταση να παραμένει στο σχολείο. Ο μαθητής το χρησιμοποιεί για την ανάγνωση των αναφορών στις διαδικασίες του μικροκόσμου και την ανάγνωση των διαθεματικών

πληροφοριών ώστε οι μαθητές να συσχετίσουν διαθεματικά και να εμπεδώσουν τα συμπεράσματά τους (Καλκάνης, 2007).

3.4 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού

Οι εκπαιδευτικοί στα πλαίσια της διδασκαλίας των Φ.Ε. οφείλουν:

- ✓ να γνωρίζουν τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής γνώσης
- ✓ να χειρίζονται με επάρκεια τη γνώση που διδάσκεται στους μαθητές με τρόπο μετασχηματισμένο
- ✓ να γνωρίζουν τις ιδέες και τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Π.Ι. ,2011; Καριώτογλου, 2006; Driver et al., 2000).

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ο εκπαιδευτικός οφείλει να έχει καθοδηγητικό και διαμεσολαβητικό ρόλο ώστε να αναδεικνύονται οι απόψεις και οι στρατηγικές των μαθητών, να προκαλείται η αποτελεσματική συζήτηση και η αλληλεπίδραση των ομάδων, να παροτρύνει τους μαθητές που συναντούν δυσκολίες και γενικότερα να ενεργεί κατάλληλα με στόχο να εξασφαλίζεται ο επιθυμητός προσανατολισμός συνεργατικής διερεύνησης. Η καθοδήγηση των συζητήσεων στην τάξη, ο τρόπος συγκρότησης των ομάδων, η απασχόληση των μελών τους με τα κατάλληλα μαθησιακά έργα, η καθοδήγηση των ομάδων και η διευκόλυνση της μεταξύ τους επικοινωνίας, συμβάλει στη διαμόρφωση επιθυμητών συνεργατικών περιβαλλόντων από μέρους του διδάσκοντα κατά τη διάρκεια του μαθήματος των Φ.Ε. (Π.Ι., 2011).

Παράλληλα, ο ρόλος του διδάσκοντα δεν πρέπει να περιορίζεται στην κατανομή των μαθητών σε ομάδες. Οφείλει:

- ✓ να εξασφαλίζει την ισότιμη συμμετοχή των μαθητών
- ✓ να κατανέμει συγκεκριμένα καθήκοντα στα πλαίσια των ιδιαίτερων δεξιοτήτων κάθε μαθητή
- ✓ να ανακατανέμει τις ομάδες δημιουργώντας δομές επικοινωνίας και συνεργασίας που δε σχετίζονται με συγκεκριμένους συμμαθητές, αλλά

αποτελούν ιδιαίτερη ικανότητα προσέγγισης και επαφής, κοινωνικά πολύτιμης.

Η διδασκαλία των Φ.Ε., με το πείραμα να κατέχει ξεχωριστή θέση σε αυτό, προσφέρεται για την ανάπτυξη των παραπάνω δραστηριοτήτων. Ο προσανατολισμός του μαθήματος στο μαθητή δημιουργεί μια συναισθηματικά φορτισμένη βιωματική εμπειρία σε σχέση με την αφηρημένη μετάδοση γνωστικών στοιχείων. Η προσέγγιση της επιστημονικής μεθοδολογίας προδιαγράφει την ανάγκη της καλλιέργειας του ομαδικού πνεύματος στην τάξη. Η ικανότητα της επικοινωνίας, η ικανότητα να μαθαίνουμε από τους γύρω μας ακόμη και σε περίπτωση διχογνωμίας, η ικανότητα συνδυασμού προσωπικών συμπερασμάτων με αυτά των συνεργατών ώστε να υπάρξουν κοινές διαπιστώσεις, αποτελούν στοιχεία της εκπαίδευσης πιθανότατα πολύ πιο σημαντικά από τη συγκεκριμένη διδακτέα ύλη. Στοιχεία, δηλαδή, που μπορούν να καλλιεργηθούν από την εργασία σε ομάδες (Σάββας κ.α., 2002).

Έρευνες για τα αποτελέσματα της συνεργατικής μάθησης στις Φ.Ε. έχουν αποδείξει καλύτερες επιδόσεις των μαθητών που συνεργάζονται σε σχέση με εκείνους που εργάζονται ατομικά. Οι συνεργατικές μαθησιακές προσεγγίσεις δημιουργούν εξαιρετικές ευκαιρίες στους μαθητές με αποτέλεσμα αυτοί να συμμετέχουν στην επίλυση προβλημάτων με τη βοήθεια άλλων μελών της ομάδας. Οι κοινωνιογνωστικοί ρόλοι που αναλαμβάνουν τα μέλη κάθε ομάδας διαδραματίζουν τεράστια σημασία. Στα πλαίσια των ερευνών έχουν εντοπιστεί ρόλοι με συνεισφορά στην οικοδόμηση από κοινού νοημάτων των μελών των ομάδων καθώς και ρόλοι - εμπόδια στις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στα πλαίσια των ομαδικών δραστηριοτήτων (Στύλος, 2014).

Ο δάσκαλος είναι αναγκαίο να ενθαρρύνει με ρόλους τους μαθητές που (Στύλος, 2014):

- ✓ ζητούν πληροφορίες και διευκρινίσεις από τα άλλα μέλη
- ✓ προσφέρουν πληροφορίες και ιδέες στην ομάδα
- ✓ ενθαρρύνουν τη συμμετοχή όλων των μελών
- ✓ είναι σε θέση μέσα από τις διαφωνίες να συνθέτουν νέες θέσεις

- ✓ αναθεωρούν την αρχική τους θέση, αν αυτό κριθεί απαραίτητο
- ✓ αξιολογούν τις ιδέες που προσφέρονται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια
- ✓ ενθαρρύνουν με τη στάση και τις αντιδράσεις τους άλλους μαθητές να εκφράσουν την άποψή τους
- ✓ προσφέρουν βοήθεια στα άλλα μέλη της ομάδας

Φυσικά, ο δάσκαλος επιβάλλεται να εντοπίζει και να προσπαθεί να εξαλείψει και ρόλους των μαθητών εκείνων που:

- ✓ συνεργάζονται μόνο με ορισμένα μέλη της ομάδας
- ✓ χαρακτηρίζουν αρνητικά τις προσφερόμενες ιδέες
- ✓ αποφεύγουν να συμμετάσχουν στη συλλογική δραστηριότητα
- ✓ απορρίπτουν ιδέες και λύσεις χωρίς να αιτιολογούν το γιατί
- ✓ δημιουργούν εντάσεις στην ομάδα κ.λπ.

Ο δάσκαλος, στα πλαίσια δημιουργίας επιθυμητών συνθηκών συνεργατικής διερεύνησης οφείλει (Κόκκοτας, 2006):

- ✓ να αναπτύσσει σημαντικές δεξιότητες και τεχνικές οργάνωσης, συγκρότησης μιας τάξης σε ομάδες
- ✓ να είναι εξοικειωμένος με τεχνικές καθοδήγησης και συντονισμού των ομάδων σε συνθήκες συνεργατικής μάθησης,
- ✓ να παρέχει τις απαραίτητες οδηγίες και διευκρινίσεις ανάλογα με το είδος και τη φύση της δραστηριότητας
- ✓ να ανακοινώνει το χρόνο που έχουν οι ομάδες στη διάθεσή τους
- ✓ να κατέχει θέση και ρόλο του δασκάλου κατά τη διάρκεια της ομαδικής δραστηριότητας, ώστε να λειτουργεί ως ένα επιπλέον μέλος της ομάδας
- ✓ να συνθέτει τις απόψεις στην ολομέλεια της τάξης είτε κατά τη φάση της ανάδειξης των απόψεων των μαθητών είτε κατά τη φάση πραγματοποίησης των μαθησιακών δραστηριοτήτων
- ✓ να είναι εξοικειωμένος με το σχεδιασμό και την εφαρμογή μαθησιακών δραστηριοτήτων κατάλληλων για συνεργατική μάθηση
- ✓ να είναι εξοικειωμένος με την αξιολόγηση σε συνθήκες συνεργατικής μάθησης

- ✓ να συνεισφέρει στην προαγωγή του διαλόγου και την παροχή ευκαιριών στους μαθητές να εκφραστούν στο μάθημα των Φ.Ε.
- ✓ να δίνει πρωτεύουσα σημασία στις απόψεις που έχουν οι μαθητές και οι ομάδες, οι οποίες σχετίζονται με τα φυσικά φαινόμενα
- ✓ να δημιουργεί γέφυρες ανάμεσα στην καθομιλουμένη και στην επιστημονική γλώσσα
- ✓ να εμπλέκει ενεργά μαθητές και ομάδες στις δραστηριότητες
- ✓ να προωθεί στο μέγιστο βαθμό την αυθεντική διερεύνηση.

Οι συνεργατικές μαθησιακές στρατηγικές επιδρούν σημαντικά τόσο στην πρόοδο των μαθητών όσο και στη χρήση των κοινωνικών δεξιοτήτων. Ο μαθητής τοποθετείται στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας και αποτελεί ένα ουσιώδες κομμάτι της. Η όλη διαδικασία της διδασκαλίας θα πρέπει να εξυπηρετεί τον μαθητή με βασικό στόχο την προώθηση της μάθησής τους (Ebrahim, 2012).

3.5 Προβλήματα κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε.

Στα πλαίσια της συνεργατικής μάθησης κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας των Φ.Ε. προκύπτουν προβλήματα και δυσκολίες, όπως (Zakariga & Iksan, 2007):

- ✓ *Ο φόβος της μη κάλυψης της διδαχθείσας ύλης.*
Οι συνεργατικές μέθοδοι μάθησης είναι χρονοβόρες σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία με τον δάσκαλο να καταλήγει στο συμπέρασμα ότι αποτελούν χάσιμο χρόνου.
- ✓ *Η έλλειψη εξοικείωσης με συνεργατικές μεθόδους μάθησης*
Ως μια νέα μέθοδος, η συνεργατική μάθηση απαιτεί από έναν αριθμό εκπαιδευτικών χρόνο εξοικείωσης μαζί της.
- ✓ *Η αντίληψη πως οι μαθητές δε διαθέτουν τις δεξιότητες να εργαστούν ομαδοσυνεργατικά*
Ο δάσκαλος εκτιμά πολλές φορές ότι οι μαθητές δε διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να εργαστούν σε ομάδα γεγονός που τον αποθαρρύνει στην εφαρμογή της μεθόδου.
- ✓ *Η έλλειψη εμπιστοσύνης των μαθητών ότι μπορούν μόνοι τους να κατακτήσουν τη γνώση*

Ο δάσκαλος οφείλει να ενημερώνει τους μαθητές πως να μαθαίνουν γενικά και πώς να τα μαθαίνουν διαθέτοντας τη γνώση και την εμπειρία να το κάνει.

✓ *Η προετοιμασία των επιπρόσθετων υλικών*

Η ανάγκη για την προετοιμασία υλικών απαιτεί επιπλέον δουλειά από την πλευρά του δασκάλου, αποτελώντας μια επιβάρυνση για εκείνον.

Εκτιμάται ότι κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας το 25% του χρόνου αναλώνεται σε μια διάλεξη, το 19% σε πρακτική εργασία, το 13% στην εξέταση των εργασιών που δόθηκαν για το σπίτι και το 11% στην ατομική επίλυση προβλημάτων. Επομένως, στα πλαίσια μιας παραδοσιακής διδασκαλίας οι μαθητές συζητούν και αλληλεπιδρούν με τους εκπαιδευτικούς σε ένα πλαίσιο ερωταποκρίσεων για να αποκτήσουν γνώσεις και όχι για να συμμετέχει ο ένας με τον άλλον σε συζητήσεις και διαπραγματεύσεις (Martin et al., 2004).

Σημαντικό γεγονός στη διδασκαλία των Φ.Ε. αποτελεί η γνώση από μέρους του δασκάλου των κυριότερων αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις διάφορες έννοιες Φ.Ε. καθώς και ποιος είναι ο ρόλος των αντιλήψεων αυτών στην οικοδόμηση των νέων γνώσεων από τους μαθητές. Οι τεχνικές διδασκαλίας που υιοθετεί ο δάσκαλος θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τις αντιλήψεις των μαθητών και να αποτελούν το έναυσμα της διδασκαλίας του. Θα πρέπει να μετατραπεί επομένως, από την αυθεντία – μεταδότη, στον ερευνητή – συνεργάτη –ενθαρρυντή. Σύμφωνα με τη Βοσνιάδου και τους συνεργάτες της (Vosniadou et al., 2001) η γνώση από μέρους του δασκάλου των προϋπαρχόντων αντιλήψεων, η δυνατότητα υποστήριξης από μέρους του διαδικασιών ενεργητικής μάθησης, η δημιουργία δυνατοτήτων διατυπώσεων, ελέγχου υποθέσεων και προβλέψεων και η υποστήριξη διαδικασιών ενεργητικής μάθησης, αποτελούν κύρια χαρακτηριστικά ώστε να χαρακτηριστεί ένα περιβάλλον επιτυχημένο ως προς την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής.

Στην πραγματικότητα, οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με έννοιες των Φ.Ε. συχνά περνούν απαρατήρητες ή ακυρώνονται λόγω εκπαιδευτικών περιορισμών (π.χ. χρόνος, αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών) στη σχολική τάξη, όπως, επίσης, και εξαιτίας του αυστηρού αναλυτικού προγράμματος σπουδών και των

περιορισμένων αξιολογήσεων που επικεντρώνονται κυρίως στο πόσο οι μαθητές γνωρίζουν (περιεχόμενο) και όχι στο πώς θα κατασκευάσουν την κατανόηση της επιστήμης (Στύλος, 2014).

4. Η χρήση των Τ.Π.Ε. στην πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

4.1 Εισαγωγή

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας με την ολοένα και ταχύτερη ενσωμάτωσή τους σε αυτή, γεγονός που προϋποθέτει την κατάλληλη προετοιμασία των μαθητών μέσω των projects και το συνδυασμό των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας με θέματα των Φ.Ε. καθώς και την ανάπτυξη του επιστημονικού, του γλωσσικού και τεχνολογικού ενγραμματισμού. Παρέχουν εργαλεία ικανά στο να ενισχύσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση, υπό την προϋπόθεση να χρησιμοποιούνται σε καταστάσεις που περιλαμβάνουν εκπαίδευση, υποστήριξη και τις κατάλληλες πηγές (Στύλος, 2014). Οι Τ.Π.Ε. περιλαμβάνουν επιμέρους εργαλεία όπως οι υπολογιστές, λογισμικά, διαδραστικά συστήματα, δίκτυα, τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες κ.α., τα οποία, στο χώρο της εκπαίδευσης, επιλέγονται κυρίως με βάση τις παιδαγωγικές παραμέτρους σχεδίασης και αξιοποίησής τους και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία και τη μάθηση. Μέσω των εκπαιδευτικών λογισμικών και των ψηφιακών τεχνολογιών υποστηρίζεται η διδασκαλία της μάθησης και δημιουργούνται τα κατάλληλα μαθησιακά περιβάλλοντα, περιβάλλοντα υποστηριζόμενης μάθησης

Σύμφωνα με τον Κόμη (2004), στη βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί αρκετές προσπάθειες ταξινόμησης των εκπαιδευτικών εφαρμογών των Τ.Π.Ε., οι οποίες ακολουθούν διαφορετικές προσεγγίσεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις κατηγοριοποιούνται σε:

- ✓ συστήματα καθοδήγησης και διδασκαλίας
- ✓ συστήματα μάθησης μέσω καθοδηγούμενης ανακάλυψης και διερεύνησης
- ✓ συστήματα έκφρασης, αναζήτησης και επικοινωνίας.

Η χρήση των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία των Φ.Ε. θεωρείται αναγκαίος ή τουλάχιστον σημαντικός παράγοντας και στη χώρα μας. Κι αυτό γιατί οι νέες τεχνολογίες

επιφέρουν, μέσα από κοινωνικές αλλά και πολιτικές επιλογές, αλλαγές στους στόχους διδασκαλίας, στις διδακτικές και μαθησιακές πρακτικές και στα χρησιμοποιούμενα μέσα διδασκαλίας, διαμορφώνοντας έτσι ένα νέο εκπαιδευτικό πλαίσιο στη γενική εκπαίδευση. Φαίνεται λοιπόν ότι δημιουργείται, εντός του διδακτικού πάντα πλαισίου των Φ.Ε., μια κριτική συζήτηση σχετικά με την αξιοποίηση, τη χρήση και την αποτελεσματικότητα τόσο των κλασικών περαμάτων όσο και των περιβαλλόντων των Τ.Π.Ε. Πειράματα και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα με χρήση των Τ.Π.Ε., αξιολογούνται ανάλογα με τη διδακτική και τη μαθησιακή αξία τους, μέσα από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν στη διάρκεια της διδακτικής πράξης.

4.2 Στάσεις απέναντι στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών

Η επιτυχία της χρήσης των Τ.Π.Ε. σε εκπαιδευτικά πλαίσια εξαρτάται πολύ από τις στάσεις των εκπαιδευτικών προς τη χρήση των τεχνολογιών, τονίζοντας τις θετικές στάσεις των εκπαιδευτικών ως προς την εισαγωγή των Τ.Π.Ε. στην εκπαιδευτική πράξη. Σημαντικό ρόλο για τις στάσεις απέναντι στις Τ.Π.Ε. και την ενσωμάτωσή τους στην εκπαίδευση διαδραματίζουν τόσο η προσωπική γνώση όσο και η εμπειρία γύρω από τους υπολογιστές. Το ποσοστό ενσωμάτωσής τους στην εκπαιδευτική πρακτική εξαρτάται από την εμπιστοσύνη που αισθάνονται οι εκπαιδευτικοί για τις Τ.Π.Ε., τις στάσεις, την υποστήριξη και τη δυνατότητα πρόσβασης σε αυτές (Στύλος, 2014).

Σύμφωνα με τους Τζιμογιάννη και Κόμη (2004), η στάση απέναντι στις Τ.Π.Ε. αποτελεί μια πολυ-παραγοντική μεταβλητή. Τα περισσότερα εργαλεία προσδιορισμού της στάσης έχουν αναδείξει τέσσερις άμεσα συσχετιζόμενες διαστάσεις-παραμέτρους:

- ✓ φόβος ή επιφυλακτικότητα (anxiety) σχετικά με τη χρήση υπολογιστών και εργαλείων των Τ.Π.Ε.
- ✓ αυτοεκτίμηση (self-efficacy) και εμπιστοσύνη ως προς τις ικανότητες χρήσης των Τ.Π.Ε.
- ✓ επιθυμία και ευχαρίστηση για τη χρήση υπολογιστών και εργαλείων των Τ.Π.Ε.

- ✓ αντιλήψεις σχετικά με την αξία και τη χρησιμότητα των Τ.Π.Ε. στην εκπαιδευτική πράξη.

Έρευνες σχετικά με την ένταξη των Τ.Π.Ε. στην εκπαίδευση αναφέρουν τη θετική επίδρασή τους στη μάθηση. Σύμφωνα με τους Μπούρμπουλα και Καλκάνη (2013), οι Τ.Π.Ε. εναρμονίζονται στις μαθησιακές ανάγκες κάθε μαθητή, παρέχουν ίσες ευκαιρίες μάθησης προωθώντας τη μάθηση μέσω της συνεργασίας των μαθητών. Έρευνες στο χώρο των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αναφέρουν τη θετική τους στάση σχετικά με την ενσωμάτωση των Τ.Π.Ε. στην τάξη, αναγνωρίζοντας παράλληλα, τη δυναμική και τη χρησιμότητά τους στη μαθησιακή διαδικασία (Καμαριανός, 2002; Μικρόπουλος, 2000; Εμβαλωτής & Τζιμογιάννης, 1999).

Η επίδραση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση σχετικά με τις Φ.Ε. συνοψίζεται στα παρακάτω (Στύλος, 2014):

- ✓ αυξάνεται το ενδιαφέρον των μαθητών μέσω της εμπλοκής τους κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων
- ✓ οι Τ.Π.Ε. προσφέρουν γρήγορη πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας και συναφείς με την εκπαίδευση στις Φ.Ε. εύρους πηγών, όπως είναι για παράδειγμα το Φωτόδεντρο του Ψηφιακού Σχολείου (<http://photodentro.edu.gr>)
- ✓ μέσω των πολυμεσικών εφαρμογών παρέχεται η δυνατότητα για οπτικοποίηση και χειρισμό σύνθετων εννοιών και μοντέλων, τρισδιάστατων εικόνων, προσομοιώσεων πραγματικών και φανταστικών κόσμων, αυξάνοντας την πιθανότητα κατανόησης των επιστημονικών ιδεών

Τα οφέλη της χρήσης των Τ.Π.Ε. στην εκπαιδευτική διαδικασία τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς αναφέρονται στην έρευνα των Siorrenta & Jimogiannis (2008), και συνοψίζονται στα εξής:

- ✓ δημιουργία νέων εκπαιδευτικών υλικών και κοινόχρηστων μαθησιακών περιβαλλόντων
- ✓ αύξηση του ενδιαφέροντος για μάθηση
- ✓ δημιουργικό τρόπο σκέψης και βαθύτερη κατανόηση

- ✓ ενεργή και συνεργατική μάθηση
- ✓ αυτόνομη και δια βίου μάθηση

Η δημιουργία ενός μαθησιακού περιβάλλοντος μέσω της χρήσης των Τ.Π.Ε. στα πλαίσια κατάλληλων παιδαγωγικών και μαθησιακών πλαισίων και όχι με στόχο την τεχνολογική κατάρτιση, ευνοεί την ενεργητική μάθηση και διευκολύνει τη γνωστική, συναισθηματική και νοητική ανάπτυξη των παιδιών (Μικρόπουλος & Λαδιάς, 1997).

4.3 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Η χρήση των Τ.Π.Ε. στην σχολική πραγματικότητα, παρουσιάζει πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα που προκύπτουν, είτε από το σχεδιασμό τους είτε από εφαρμογή τους στη τάξη, σε σχέση με το κλασικό εργαστήριο των Φ.Ε. (Πατσαδάκης, 2014).

α) Πλεονεκτήματα της χρήσης των Τ.Π.Ε.

- ✓ Παρέχουν περιβάλλοντα, εργαλεία και διαδικασίες ελεύθερης ή καθοδηγούμενης διερεύνησης και ανακάλυψης, που εκτός από τη μάθηση του γνωστικού περιεχομένου, εξασκεί και τον κριτικό τρόπο σκέψης.
- ✓ Επιταχύνουν ή επιβραδύνουν τη χρονική κλίμακα, για την μελέτη φυσικών φαινομένων που απαιτούν πολύ χρόνο να γίνουν ή οι ρυθμοί τους δεν γίνονται διακριτοί με το μάτι.
- ✓ Τροποποιούν τις γεωμετρικές διαστάσεις των αντικειμένων και της σχετικής τους κλίμακα.
- ✓ Περιορίζουν το κόστος και παρέχουν ασφάλεια για τη μελέτη καταστάσεων και φαινομένων που εμπεριέχουν κινδύνους για την υγεία σε σχέση με τα κλασσικά εργαστήρια των Φ.Ε.
- ✓ Παρέχουν τη δυνατότητα εύκολων και συνεχών επαναλήψεων του φαινομένου που διαπραγματεύεται κανείς, μέσω των ΤΠΕ, με τις αναγκαίες τροποποιήσεις κάθε φορά μέχρι πλήρους επιτυχίας του.
- ✓ Παρέχουν κίνητρα στους μαθητές για ενεργή συμμετοχή τους στο μάθημα.

- ✓ Παρέχουν κατάλληλα περιβάλλοντα για την ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών.

β) Μειονεκτήματα της χρήσης των ΤΠΕ

- ✓ Τα μοντέλα διδασκαλίας χρησιμοποιούν υπερβολική αφαίρεση στοιχείων και μεγάλες παραδοχές που αποπροσανατολίζουν την κατανόηση των φαινομένων δημιουργώντας εντελώς εσφαλμένη αντίληψη γι' αυτά.
- ✓ Οι προσομοιωμένες καταστάσεις, σε σχέση με τις πραγματικές, εισάγουν αρκετά κενά αισθητηριακά και χειριστικά.
- ✓ Η εξέλιξη ενός πραγματικού φαινομένου επηρεάζεται από αστάθμητους παράγοντες κάτι που μια προσομοίωση δεν μπορεί πάντα να τους προβλέπει και να τους ενσωματώνει.
- ✓ Ένα αποτυχημένο σχεδιαστικά και λειτουργικά περιβάλλον απεικόνισης της πραγματικότητας μπορεί να αλλοιώσει τις επιστημονικές έννοιες που διαπραγματεύεται.
- ✓ Η αποκλειστική χρήση των προσομοιώσεων μπορεί να μεταδώσει εσφαλμένη ιδέα στους μαθητές, εάν δεν έρθουν καθόλου σε επαφή και με το πραγματικό μέσο ή το φυσικό περιβάλλον που λαμβάνει χώρα το προς μελέτη φαινόμενο.

5. Η σημασία της πρακτικής εργασίας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

5.1 Εισαγωγή

Η πρακτική εργασία στη διδασκαλία των Φ.Ε κατέχει κεντρικό ρόλο και στην σημερινή εποχή αν και ποικίλλει ως προς το είδος, αλλά και τους σκοπούς τους οποίους εξυπηρετεί (Κόκκοτας, 2004). Ο ρόλος της πρακτικής εργασίας στη διδασκαλία και τη μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου είναι να βοηθήσει τους μαθητές να συνδυάσουν τους δύο τομείς της γνώσης:

1. τον τομέα των αντικειμένων, των παρατηρήσιμων ιδιοτήτων και των γεγονότων
2. τον τομέα των ιδεών.

Κάθε διδακτική και μαθησιακή δραστηριότητα που περιλαμβάνει ως ένα βαθμό το μαθητή στην παρατήρηση ή το χειρισμό αντικειμένων και υλικών μπορεί να χαρακτηριστεί πρακτική εργασία (Millar, 2004; Millar et al., 2002). Σύμφωνα με ένα άλλο κλασικό ορισμό πρακτική εργασία ορίζεται ως: «...οι μαθησιακές εμπειρίες στις οποίες οι μαθητές αλληλεπιδρούν με υλικά ή δευτερεύοντες πηγές δεδομένων για παρατήρηση και κατανόηση του φυσικού κόσμου...» (Lunetta et al., 2007).

Η πρακτική εργασία στις Φ.Ε. είναι μια ενεργητική (hands on) εμπειρία που προτρέπει τους μαθητές να συσχετίζουν διάφορα φυσικά φαινόμενα με αυτά του κόσμου στον οποίο ζουν. Αποτελείται από δύο τύπους δραστηριοτήτων: τις επιστημονικές έρευνες και διερευνήσεις (inquiry) και τις επιστημονικές τεχνικές και διαδικασίες.

Οι βασικές δραστηριότητες συμβάλλουν στη διαμόρφωση της κατανόησης των επιστημονικών εννοιών και φαινομένων και δεν υποστηρίζουν αποκλειστικά τη φυσική ανάπτυξη των δεξιοτήτων. Η ενεργητική προσέγγιση που προσφέρεται από την πρακτική εργασία έρχεται συχνά σε σύγκρουση με τις πεποιθήσεις – παρανοήσεις των μαθητών (προϋπάρχουσες αντιλήψεις) με αποτέλεσμα να διευρύνει την επιστημονική κατανόησή τους. Επιπλέον, μέσω των πειραματικών επιδείξεων από τους εκπαιδευτικούς, οι μαθητές μπορούν να έρθουν σε μια πρώτου προσώπου επαφή με θεαματικά πειράματα και να ενθουσιαστούν. Παράλληλα, μέσω των επιδείξεων αυτών πραγματοποιείται η μοντελοποίηση της

επιστημονικής διαδικασίας παρέχοντας με τον τρόπο αυτό στους μαθητές τη δυνατότητα να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους, να γίνουν με άλλα λόγια, οι ίδιοι μικροί επιστήμονες (SCORE, 2009).

Σύμφωνα με τους Ng & Nguyen (2006), μια αποτελεσματική πρακτική εργασία στη Φυσική πρέπει να διαθέτει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ✓ παροχή δυνατοτήτων στους μαθητές για χειρισμό εξοπλισμού και υλικών, ομαδοσυνεργατικά, σε ένα περιβάλλον στο οποίο θα κατασκευάζουν την επιστημονική γνώση και θα συμμετέχουν στις έρευνες και στις διερευνήσεις
- ✓ τα μαθησιακά αποτελέσματα που προκύπτουν από την πρακτική εργασία οφείλουν να γίνουν ξεκάθαρα στο μυαλό των μαθητών, έτσι ώστε αυτοί να μην μπερδευτούν από την πολυπλοκότητα του πρακτικού έργου κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής του
- ✓ να είναι καλά σχεδιασμένα, ώστε να βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν και να αναπτύξουν έννοιες της Φυσικής ή τα πλαίσια των εννοιών
- ✓ δυνατότητα παροχής κατάλληλου χρόνου εκτέλεσής της ώστε να υπάρξει μάθηση μέσω της πρακτικής εργασίας μέσω της αλληλεπίδρασης, του στοχασμού και της συζήτησης
- ✓ διδακτική του τρόπου ελέγχου της ατομικής μάθησης του μαθητή και παροχή ίσων ευκαιριών για μεταγνωστικές δραστηριότητες αντί της επικέντρωσης σε τεχνικές δραστηριότητες.

Οι λόγοι αξιοποίησης της πρακτικής εργασίας στο σχολείο και στο μάθημα των Φ.Ε. όπως αυτοί αναφέρονται από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς είναι οι εξής (SCORE, 2008):

- ✓ η ενθάρρυνση των μαθητών για παρατηρήσεις και περιγραφές με ακρίβεια
- ✓ η ενδυνάμωση και διατήρηση του ενδιαφέροντος των μαθητών
- ✓ η προώθηση της λογικής και συλλογιστικής μεθόδου σκέψης
- ✓ η εμφάνιση των φαινομένων με αληθοφανή τρόπο.

Σε έρευνα με εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τους κύριους σκοπούς αξιοποίησης της πρακτικής εργασίας προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα Kidman (2012):

- ✓ η προώθηση της επιστημονικής σκέψης

- ✓ η εκπαίδευση στην επίλυση προβλημάτων και την διεξαγωγή διερευνήσεων
- ✓ η πρόκληση ενδιαφέροντος και ευχαρίστησης μέσα από μια πραγματική εμπειρία
- ✓ η δυνατότητα πρακτικής που ακολουθεί μια σειρά οδηγιών
- ✓ η δυνατότητα συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές

5.2 Η σημασία του πειράματος στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Το πείραμα αποτελεί βασική συνιστώσα της επιστημονικής έρευνας, αποτελεί ένα μοντέλο διαλεκτικής διαμεσολάβησης ανάμεσα στον άνθρωπο και τη φύση. Η συνεισφορά του πειράματος στην επιστήμη συνοψίζεται στα παρακάτω:

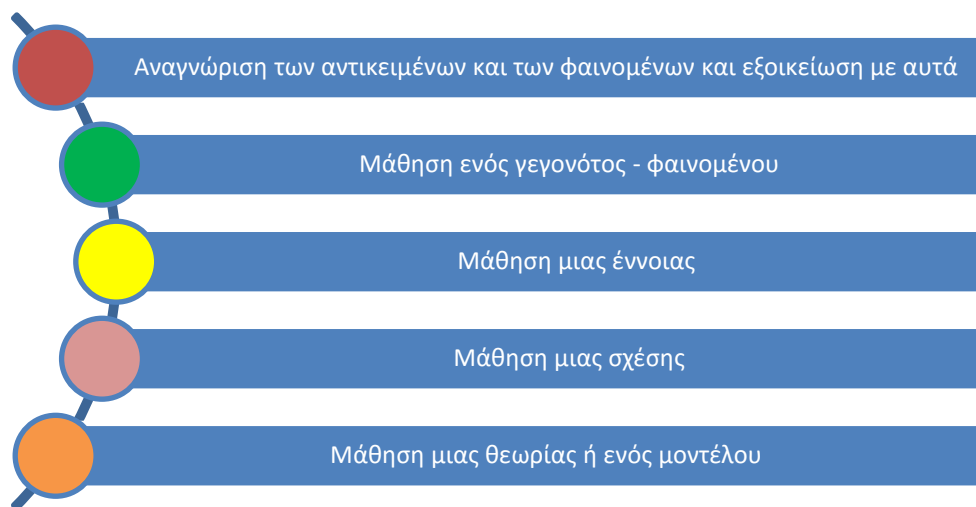
- ✓ Δοκιμάζεται η αλήθεια μιας υπόθεσης
- ✓ Δοκιμάζεται συνολικά μια θεωρία
- ✓ Αναζητούνται νέα φαινόμενα που προβλέφθηκαν θεωρητικά.
- ✓ Δημιουργούνται νέα υλικά ή νέα αντικείμενα.

Σύμφωνα με τον Arons (1991), η εκτέλεση πειραμάτων είναι η πλέον ουσιώδης πτυχή της διδασκαλίας των Φ.Ε. λόγω του περιεχομένου τους. Βασικός στόχος των Φ.Ε. είναι η κατανόηση του υλικού κόσμου, ώστε να εξηγηθούν τα φαινόμενα, και ίσως να ελεγχθούν ορισμένα από αυτά με κάποιους τρόπους. Ο έλεγχος σημαντικού αριθμού φαινομένων τονίζει την αξία στις Φ.Ε. Πρωταρχικός στόχος της διδασκαλίας των Φ.Ε. είναι η οικοδόμηση από μέρους των μαθητών στοιχεία αυτής της γνώσης κάτι που δεν μπορεί να γίνει με μεταφορά γνώσης από τον εκπαιδευτικό προς το μαθητή (Widolo, Duit & Muller, 2002). Η οικοδόμηση της γνώσης μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ενεργητικής συμμετοχής του μαθητή στη διδακτική διαδικασία και της αλληλεπίδρασής του με τα πειραματικά όργανα και υλικά (Duit, 1991).

Οι μαθησιακοί στόχοι μιας πειραματικής δραστηριότητας μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο άξονες:

1. μάθηση περιεχομένων φυσικών επιστημών
2. μάθηση πτυχών της επιστημονικής μεθόδου.

Οι πέντε πιθανοί μαθησιακοί στόχοι μιας πειραματικής δραστηριότητας σχετική με τις Φ.Ε. σύμφωνα με τον Millar και τους συνεργάτες του (2002), παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4. Πιθανοί μαθησιακοί στόχοι μιας πειραματικής δραστηριότητας.

Η αποτελεσματικότητα των πειραμάτων είναι συνάρτηση των μαθησιακών στόχων που εμπλέκει. Σε ορισμένα από αυτά, οι μαθησιακοί στόχοι σχετίζονται με το πεδίο των αντικειμένων. Έτσι, στόχοι ενός πειράματος μπορεί να είναι οι μαθητές να παρατηρήσουν ένα αντικείμενο ή ένα φαινόμενο και ίσως να είναι ικανοί να το ανακαλέσουν στη μνήμη τους μετά από ορισμένο χρόνο σύμφωνα με την εικόνα 5. Τα ερευνητικά δεδομένα συγκλίνουν στη θέση ότι τα πειράματα που είναι αποτελεσματικά και προσιτά στους μαθητές είναι εκείνα που συνδέουν τους στόχους της αναγνώρισης και εξοικείωσης με τα φαινόμενα καθώς και η μάθηση ενός γεγονότος ή φαινομένου (Millar et al., 1994).

Σε ορισμένα πειράματα, ωστόσο, είναι αναγκαίο ο μαθητής να κάνει συνδέσεις μεταξύ των δύο πεδίων γνώσης, του πεδίου των αντικειμένων και του πεδίου των ιδεών. Οι δραστηριότητες αυτές σχετίζονται με τους τρεις τελευταίους στόχους της εικόνας 4. Μια από τις δυσκολίες των μαθητών συνήθως έγκειται στο να πραγματοποιήσουν τις συνδέσεις ανάμεσα στα δύο πεδία γνώσης (Millar et al., 1994). Ακόμα και όταν ο μαθητής εργαστεί αρκετά προσεκτικά και με επιμέλεια, οι ιδέες δεν αναδύονται «αυτόματα» από την ίδια τη δραστηριότητα φαινόμενο το οποίο στην πράξη, συμβαίνει σπάνια (Millar et al., 2002).

Στη χώρα μας, γνωστικοί στόχοι, δηλαδή στόχοι που σχετίζονται με τη μάθηση του περιεχομένου, επιδιώκονται κυρίως από τους εκπαιδευτικούς, όταν πραγματοποιούν ή όταν σκέπτονται να κάνουν πειράματα. Πέραν, όμως, των γνωστικών στόχων υπάρχουν και άλλοι στόχοι της πειραματικής διδασκαλίας, όπως λόγου χάρη:

- α. γνωστικής ανάπτυξης, στόχοι που σχετίζονται με τη μάθηση περιεχομένου ή μεθοδολογίας με σκοπό όχι μόνο τη δημιουργία μελλοντικών επιστημόνων ή μηχανικών, αλλά και την ευρύτερη νοητική ανάπτυξη των μαθητών
- β. συναισθηματικοί, που στοχεύουν στην καλλιέργεια θετικής στάσης του μαθητή απέναντι στα μάθημα της φυσικής
- γ. κοινωνικοί, όπου ο μαθητής αναλαμβάνοντας να κάνει πειράματα ανά μικρές ομάδες μαθαίνει να συνεργάζεται με τους άλλους, να συζητά τις απόψεις του και να τις υποστηρίζει, να αποδέχεται τις απόψεις των συμμαθητών του και
- δ. ψυχοκινητικοί, για την απόκτηση χειρωνακτικών δεξιοτήτων από τον μαθητή.

Οι παραπάνω στόχοι αλληλοπλέκονται μεταξύ τους, δηλαδή ούτε μπορεί να απομονωθεί ούτε να εξυπηρετηθεί ο καθένας ξεχωριστά.

5.3 Το πείραμα και ο ρόλος του στην εκπαιδευτική διαδικασία

Το πείραμα κατέχει κεντρικό ρόλο στην εκπαίδευση των Φ.Ε. (Koronen & Mäntylä, 2006). Η χρήση των πειραμάτων αντιμετωπίζεται με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με την παιδαγωγική προσέγγιση που ακολουθείται, (Κώτσης, 2005; Κόκκοτας & Βλάχος, 2000):

- ✓ Παραδοσιακή προσέγγιση (Θεωρία μάθησης: Συμπεριφορισμός):
 - πείραμα επίδειξης
 - επιβεβαίωση της θεωρίας, όπως αυτή παρουσιάζεται ή εξηγείται από το διδάσκοντα

Ως βασικό στόχο της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι η παρουσίαση, με λογική σειρά, της διδακτέας ύλης και να γίνει κατανοητό ένα δεδομένο περιεχόμενο (γνωσιοκεντρική άποψη). Εδώ, το ενδιαφέρον και η εμπλοκή

του μαθητή δεν είναι το ζητούμενο με συνέπεια, το πείραμα επίδειξης να υιοθετείται εφόσον ειδικοί λόγοι το επιβάλλουν. Τέτοιοι λόγοι είναι κυρίως:

- η μη ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού και ικανού αριθμού οργάνων
- το μειωμένο κόστος που απαιτείται για να παρακολουθήσει πείραμα όλη η τάξη από το να το αναλάβει κάθε παιδί ξεχωριστά
- η οικονομία του χρόνου
- λόγοι ασφαλείας για όλους τους μαθητές, όταν θέλουμε να επιδείξουμε τη χρήση ή τη λειτουργία μια συσκευής ή οργάνου σε όλα τα παιδιά.

✓ Ανακαλυπτική προσέγγιση (Θεωρία μάθησης: Ανακαλυπτική μάθηση μέσω της δράσης στα αντικείμενα):

- πείραμα επίδειξης
- ομαδικά κυρίως πειράματα

Οι μαθητές με το πείραμα οδηγούνται στην ανακάλυψη της γνώσης και αποκτούν, μέσω της ενεργητικής συμμετοχής τους, δεξιότητες στις επιστημονικές διαδικασίες. Ο μαθητής εξοικειώνεται με τη διαδικασία ενός πειράματος ενώ παράλληλα, μαθαίνει να συνεργάζεται αρμονικά με τους συμμαθητές του για την επίτευξη κοινών στόχων.

✓ Εποικοδομητική προσέγγιση (θεωρία μάθησης: εποικοδόμηση της γνώσης μέσω των ιδεών των παιδιών):

- ομαδικές πειραματικές δραστηριότητες
- ρόλος του πειράματος: πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης
- αναδόμηση ιδεών, γνωστική σύγκρουση, συζήτηση, εφαρμογή-εμπέδωση

Στη συγκεκριμένη προσέγγιση τα πειράματα στοχεύουν στον αναστοχασμό των ιδεών των μαθητών, στην ενδεχόμενη αναθεώρηση των απόψεων τους και τη διατύπωση ενδεχομένως, νέων συμπερασμάτων.

5.4 Πειράματα με απλά μέσα

Η σημασία του πειράματος θεωρείται δεδομένη για τη διδακτική των Φ.Ε. Ανάλογα με την επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας το πείραμα μπορεί να εξυπηρετεί διαφορετικούς στόχους όπως: πρόκληση ενδιαφέροντος, κατανόηση του

θεωρητικού περιεχομένου του Α.Π.Σ., κατανόηση των φαινομένων, ανάπτυξη ερευνητικού πνεύματος και επιστημονικής προσέγγισης στα προβλήματα, ανάπτυξη πειραματικών και τεχνικών δεξιοτήτων (Πατσαδάκης, 2014). Η μεθοδολογία εφαρμογής είναι αυτή που θα οριοθετήσει τη λειτουργία του. Ωστόσο μια πειραματική άσκηση δεν μπορεί να αποτελεί απλά μία τρισδιάστατη προέκταση του διδακτικού βιβλίου. Οφείλει να μετατρέπει τη μάθηση σε μια αυτόνομη βιωματική εμπειρία με σκοπό τη σύνδεση του γνωστικού υλικού με την καθημερινότητα και την προσέγγιση της επιστημονικής μεθοδολογίας (βιβλίο δασκάλου).

Η εξέλιξη του μαθήματος των Φ.Ε. στηρίζεται στην εκτέλεση πειραμάτων με απλά καθημερινά μέσα τα οποία συμβάλλουν στη σύνδεση όσων διδάσκονται στο σχολείο με την καθημερινή ζωή. Τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης δε φοβίζουν από άποψη επικινδυνότητας, γιατί γίνονται με γνωστά υλικά, με τα οποία εκπαιδευτικοί και μαθητές είναι εξοικειωμένοι και δε νιώθουν να απειλούνται από ατυχήματα. Τα φυσικά φαινόμενα που μελετούμε στο σχολικό χώρο δεν είναι διαφορετικά απ' αυτά που αντιμετωπίζει ο μαθητής στη καθημερινή ζωή του. Πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης ενθαρρύνουν σημαντικά τους μαθητές από χαμηλότερα οικονομικά και κοινωνικά στρώματα, καθώς και τους θεωρούμενους «κακούς» μαθητές να συμμετέχουν στο μάθημα.

Η χρήση καθημερινών υλικών συντελεί στο να αφαιρεθεί ένα ποσοστό από το μυστήριο που περιβάλλει την επιστήμη και συνεπώς οδηγεί στην απομυθοποίηση οργάνων και συσκευών. Δείχνει ότι η επιστήμη δεν είναι κάτι το εξωτικό, το μακρινό και ιδιαίτερο, αλλά συσχετίζεται με αντικείμενα και κοινές εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Έχει παρατηρηθεί ότι οι μαθητές, βλέποντας στο εργαστήριο το αποτέλεσμα ενός πειράματος, πιστεύουν ότι αυτό οφείλεται στα χρησιμοποιούμενα ειδικά υλικά και ότι χωρίς αυτά, στην καθημερινή ζωή, δε συμβαίνει το ίδιο ή κάτι αντίστοιχο. Με τη χρήση καθημερινών υλικών αποφεύγεται ο κίνδυνος να θεωρηθεί ότι ένα φαινόμενο, ειδικά αν αυτό είναι «παράξενο», προκαλείται ή οφείλεται στα χρησιμοποιούμενα υλικά. Ο μαθητής καλείται να συνδέσει τις Φ.Ε. με την καθημερινή ζωή και να συσχετίσει την επιστήμη με το περιβάλλον του. Αυτό γίνεται με μεγαλύτερη επιτυχία, αν τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης

καταλήγουν, όπου είναι δυνατό, σε παρουσίαση αντίστοιχων καταστάσεων που αντιμετωπίζουν ή χρησιμοποιούν οι άνθρωποι στην καθημερινή τους ζωή.

Η αντιμετώπιση της καθημερινότητας με τη μεθοδολογική προσέγγιση των Φ.Ε. ανοίγει νέους δρόμους για τις Φ.Ε., αφού η καθημερινότητα δίνει ευκαιρίες για ανάλογες παρατηρήσεις. Προϋπόθεση για τη δυνατότητα διεύρυνσης της πειραματικής δραστηριότητας στο πεδίο της καθημερινής παρατήρησης είναι η εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική μεθοδολογία. Βαρύτητα, συνεπώς, κατά την πειραματική άσκηση στην τάξη πρέπει να δίνεται στη μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας, στο μεθοδικό εργαλείο που θα επιτρέψει στο μαθητή να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα και κατά την αυτόνομη εργασία του έξω από το σχολείο.

Η χρήση των πειραμάτων με απλά μέσα στην τάξη εξυπηρετεί την εξοικείωση του μαθητή με την επιστημονική μεθοδολογία. Η δυναμική του πειράματος με απλά υλικά επιτρέπει στους μαθητές να πειραματιστούν ελεύθερα, έχοντας στη διάθεσή τους όσο χρόνο αποφασίζουν μόνοι τους να διαθέσουν. Ο πειραματισμός αποδεσμεύεται έτσι από τα στενά και πιεστικά χρονικά πλαίσια της διδακτικής ώρας. Ο μαθητής είναι ελεύθερος να ελέγχει την ορθότητα των ιδεών του, να τη δοκιμάζει πειραματικά και να τη συγκρίνει με τα συμπεράσματα και αποτελέσματα των συμμαθητών του. Τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης, εκτός των πλεονεκτημάτων που έχουν για τους μαθητές, παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και για τους εκπαιδευτικούς, γιατί γίνονται με γνωστά και «φιλικά» υλικά και δεν τους φοβίζουν από άποψη επικινδυνότητας. Ωστόσο, η εκτέλεση ενός πειράματος, οφείλει να συνδυάζεται με κατάλληλα διατυπωμένες ερωτήσεις από τον δάσκαλο, ώστε να μη μείνει ο μαθητής μόνο στον εντυπωσιασμό.

Η αναγκαιότητα της απλότητας της πειραματικής διάταξης τεκμηριώνεται στη βιβλιογραφία ως βασικός παράγοντας για την επικέντρωση στο ουσιαστικό περιεχόμενο. Σύμφωνα με το βιβλίο του δασκάλου, τονίζεται η άποψη της οριοθέτησης ενός πειράματος με βάση τους στόχους του μαθήματος και δίνεται έμφαση στην ποιοτική ερμηνεία του φαινομένου και την απλότητα της διάταξης. Γίνεται αναφορά στο εργαστήριο των Φ.Ε.: *«ως χώρος μάθησης που είναι*

εξοπλισμένος με ειδικές πειραματικές διατάξεις, τις οποίες ο μαθητής δε θα συναντήσει ποτέ έξω απ' αυτό». Συνεχίζοντας: «Οι πειραματικές διατάξεις είναι έτσι κατασκευασμένες, ώστε να οδηγούν μονοσήμαντα στη γρήγορη επιβεβαίωση ενός πολύ συγκεκριμένου νόμου. Τα όργανα φαίνονται στο μαθητή ξένα». Τονίζει τη μη σύνδεση των καθημερινών φαινομένων με το μάθημα του σχολείου και πως αυτή δεν εξυπηρετείται με τη χρήση των πολύπλοκων διατάξεων, μιας και είναι ξένες προς την εμπειρία των μαθητών. Μέσα από πολύπλοκες πειραματικές διατάξεις: «οι φυσικές επιστήμες παρουσιάζονται στους μαθητές ως κάτι το οποίο εξελίσσεται μόνο στη σχολική αίθουσα και στο εργαστήριο και που έχει με τη ζωή τους μικρή σχέση».

Η ανάγκη της ευρύτερης δυνατής συμμετοχής του μαθητή στην πειραματική διαδικασία με χρήση απλών υλικών, επιδρά θετικά στον γνωστικό τομέα, στη φαντασία, στη μεθοδικότητα και στη στάση των μαθητών, την αποτελεσματικότερη κατανόηση των φαινομένων και τη γνωστική αφομοίωση. Ξέχωρα από το προφανές πλεονέκτημα των πειραμάτων με απλά μέσα για την αντιμετώπιση της όποιας έλλειψης των σχολείων σε υλικοτεχνική υποδομή, τα πειράματα με απλά υλικά παρουσιάζουν επιπλέον διδακτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις «συμβατικές» σύγχρονες πειραματικές διατάξεις. Σε χώρες όπου εφαρμόζονται τέτοια πειράματα, παρατηρείται μετατόπιση της βαρύτητας του μαθήματος Φ.Ε. στην πρακτική διάσταση του χρήσιμου για τη ζωή, στη βιωματική διάσταση του καθημερινού και καλλιεργείται η μεθοδικότητα κατά το συνδυασμό της κατασκευής με το σχολικό μάθημα.

Τα φυσικά φαινόμενα που μελετώνται στο σχολικό χώρο δεν είναι διαφορετικά απ' αυτά που αντιμετωπίζει ο μαθητής στην καθημερινή ζωή του. Αυτό που διαφέρει είναι ο κριτικός τρόπος αντιμετώπισης, η απομόνωση από τις παραμέτρους που τα επηρεάζουν και η επιστημονική μεθοδολογική τους θεώρηση. Με την έννοια αυτή και με δεδομένη την κατανόηση της διαφοράς αυτής από το παιδί, η έννοια «πείραμα» μπορεί να επεκταθεί στον καθημερινό του περίγυρο. Όταν το παιδί παρατηρεί, για παράδειγμα, το νερό να βράζει στην κουζίνα, εκτελεί τυχαία παρατήρηση. Αν όμως η παρατήρηση αυτή δεν είναι τυχαία αλλά σύμφωνη με την επιστημονική μεθοδολογία, είναι πείραμα. Αν δηλαδή το παιδί παρατηρήσει

το νερό να θερμαίνεται, διατυπώσει υπόθεση ότι κάποια στιγμή, σε ορισμένη θερμοκρασία, θα αρχίσει να βράζει και να εξατμίζεται και διαπιστώσει τις φυσαλίδες και τους υδρατμούς, εκτελεί πείραμα. Όταν ο μαθητής κάνει τραμπάλα στην παιδική χαρά της γειτονιάς του, παρατηρεί τυχαία. Αν διατυπώσει υπόθεση όμως για την ισορροπία σε σχέση με το βάρος του φίλου του και σε σχέση με την απομάκρυνση από το σημείο περιστροφής, μπορεί να εκτελέσει πείραμα, για να επιβεβαιώσει την υπόθεσή του.

Προϋπόθεση για τη δυνατότητα διεύρυνσης της πειραματικής δραστηριότητας στο πεδίο της καθημερινής παρατήρησης είναι η εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική μεθοδολογία. Βαρύτητα συνεπώς κατά την πειραματική άσκηση στην τάξη πρέπει να δίνεται στη μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας, στο μεθοδικό εργαλείο που θα επιτρέψει στο μαθητή να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα και κατά την αυτόνομη εργασία του έξω από το σχολικό εργαστήριο. Η χρήση των πειραμάτων με απλά μέσα στην τάξη εξυπηρετεί την εξοικείωση του μαθητή με την επιστημονική μεθοδολογία. Η πρακτική άσκηση των μαθητών επιτρέπει επίσης, την ανάδειξη δεξιοτήτων πολύ ευρύτερων απ' αυτές που συνήθως καλλιεργούνται στο σχολείο. Ο μαθητής που έχει έφεση στην κατασκευή θα αναλάβει την πολυπλοκότερη διάταξη, ο πιο μεθοδικός την καταγραφή κ.ο.κ. Το πείραμα που εκτελείται στην τάξη δίνει το μεθοδολογικό παράδειγμα για την αυτόνομη εργασία στο σπίτι.

Χαρακτηριστικό των πειραμάτων με απλά μέσα αποτελεί επίσης, η δυνατότητα του μαθητή να επαναλάβει αυτόνομα και στο σπίτι τα πειράματα που εκτελούνται στο σχολείο, να δοκιμάσει εναλλακτικές προσεγγίσεις και να τις παρουσιάσει στην τάξη. Ο πειραματισμός στο σπίτι προσφέρει πρόσθετα πλεονεκτήματα για κάθε μαθητή χωριστά. Ο μαθητής στο σπίτι μπορεί να επαναλάβει τα πειράματα και να ασχοληθεί περαιτέρω με άλλα για τα οποία του δίνονται οδηγίες. Η ενασχόλησή του αυτή όμως δεν είναι πια αποσπασματικό παιχνίδι, αλλά μέσο κατάκτησης της φυσικής νομοτέλειας. Όλη η ερευνητική πορεία, χωρίς να πάψει να είναι ευχάριστη, διέπεται από κανόνες. Είναι ξεκάθαρο ότι ζητούμενο της πειραματικής διαδικασίας είναι η συστηματική παρατήρηση της εξέλιξής της. Ανάλογα με τη δεξιότητα που κάθε μαθητής έχει επιδειξει στην κατασκευή, τα πειράματα μπορεί να είναι ευκολότερα ή δυσκολότερα και οι οδηγίες ελαστικές ή αυστηρότερες. Η δυναμική

του πειράματος με απλά υλικά επιτρέπει στους μαθητές να πειραματιστούν ελεύθερα, έχοντας στη διάθεσή τους όσο χρόνο αποφασίζουν μόνοι τους να διαθέσουν. Ο πειραματισμός αποδεσμεύεται έτσι από τα στενά και πιεστικά χρονικά πλαίσια της διδακτικής ώρας. Ο μαθητής είναι ελεύθερος να ελέγχει την ορθότητα των ιδεών του, να τη δοκιμάζει πειραματικά και να τη συγκρίνει με τα συμπεράσματα και αποτελέσματα των συμμαθητών του.

Η κατασκευή βασικών οργάνων στο σπίτι από το μαθητή μπορεί να οδηγήσει στη σταδιακή σύνθεση ενός οργανωμένου ατομικού εργαστηρίου. Έτσι η κατασκευή μετρητικών οργάνων, όπως θερμομέτρων, δυναμομέτρων, ζυγών κ.ά., μπορεί να αξιοποιηθεί, υποκαθιστώντας στον οικιακό χώρο τα συμβατικά όργανα του σχολικού εργαστηρίου. Η κατασκευή των οργάνων αυτών, πέρα από τη βαθιά κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους, επιτρέπει την αξιοποίησή τους σε μετέπειτα στάδια για την αντιμετώπιση συνθετότερων φαινομένων. Οι μαθητές πρέπει να μπορούν να διαπιστώνουν άμεσα τη χρήση και εφαρμογή των οργάνων με τα οποία εργάζονται στο σχολείο και στην καθημερινή τους ζωή.

5.5 Η ελληνική πραγματικότητα

Έχει παρατηρηθεί ότι στην ελληνική σχολική πραγματικότητα, κυρίως στο δημοτικό και το γυμνάσιο, οι μαθητές παρακολουθούν κάποια πειράματα επίδειξης στις Φ.Ε. ενώ οι ίδιοι σπάνια κάνουν (ή τους επιτρέπεται να κάνουν) πειράματα. Στη γενική υποχρεωτική εκπαίδευση στη χώρα μας φαίνεται να έχει κυριαρχήσει ο στόχος της μάθησης του περιεχομένου. Σ' αυτό το πλαίσιο πολλοί εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι *«θα χρησιμοποιούσαν τα πειράματα στις Φ.Ε. αν υπήρχε, για παράδειγμα, η κατάλληλη «υλικοτεχνική υποδομή», επειδή: «τα παιδιά θα μάθαιναν καλύτερα, θα τα καταλάβαιναν και θα τα θυμούνταν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κ.ο.κ.»*.

Η εκπαίδευση όμως των μαθητών στις Φ.Ε. δεν οφείλει να περιορίζεται μόνο στη μάθηση του περιεχομένου, αλλά και να επεκτείνεται και στις μεθοδολογίες και διαδικασίες των Φ.Ε. Εκτός λοιπόν από τους γνωστικούς στόχους, που μπορεί να καλύψει, η πειραματική διδασκαλία μπορεί να συμβάλει και στη νοητική ανάπτυξη, τη δημιουργία θετικής στάσης στις ΦΕ και στην ανάπτυξη χειρονακτικών και κοινωνικών δεξιοτήτων (Κουμαράς, 1998). Ο μαθητής μέσα από τα πειράματα

καλείται να παρατηρήσει, να διατυπώσει μια υπόθεση, να καταλήξει σε ένα συμπέρασμα, να ελέγξει την ισχύ του συμπεράσματος, να ερμηνεύσει, να γενικεύσει κ.ο.κ. Καλείται λοιπόν να δει, για παράδειγμα, ότι σ' ένα πείραμα για να καταλήξουμε σε συμπέρασμα, αν αυτό μπορεί να εξαρτάται από περισσότερους του ενός παράγοντες, μεταβάλουμε μόνο έναν κάθε φορά κρατώντας τους άλλους σταθερούς (μεταβλητές και σταθερές) και στη συνέχεια μπορεί να προχωρήσει και στο νέο σχεδιασμό αντίστοιχου πειράματος. Έτσι η διδασκαλία με την χρήση των πειραμάτων συμβάλει στην νοητική ανάπτυξη των μαθητών και στην εποικοδομητική εκμάθηση της «επιστημονικής μεθοδολογίας». Επιπλέον η διδασκαλία με την χρήση των πειραμάτων συμβάλει και στη διαμόρφωση θετικής στάσης των μαθητών προς τις ΦΕ.

Η χρησιμοποίηση ειδικών ή απλών υλικών στα πειράματα, είτε γίνονται σε οργανωμένα εργαστήρια είτε στη τάξη, θεωρούνται από τους μαθητές «επιβεβαιωτικά» και τους βοηθά να συνδέσουν την «ανοίκεια» θεωρία με την πράξη και να την κάνουν «οικεία». Επίσης, μέσω των πειραμάτων συνδυάζεται η σχολική γνώση με την καθημερινή ζωή και τις εφαρμογές και συμβάλει προς την κατεύθυνση αυτή. Η εκτέλεση δε απλών πειραμάτων και από τους ίδιους τους μαθητές σε μικρές ομάδες (3-4 ατόμων) συντελεί, από τη μια μεριά στην ανάπτυξη χειρονακτικών δεξιοτήτων σε κάθε μαθητή, εφόσον καλείται μέσα από το φύλλο εργασίας να χειριστεί υλικά και από την άλλη τον οδηγεί στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, αφού καλείται να συνεργαστεί με τους συμμαθητές του στο χειρισμό των υλικών και στη σύνταξη των απαντήσεων που καλούνται να ολοκληρώσουν (Duit & Treagust, 2003).

Σύμφωνα και με τις οδηγίες του αναλυτικού προγράμματος προτιμητέα είναι η πειραματική άσκηση των μαθητών ανά ομάδες ώστε με αυτόν τον τρόπο να γίνεται η μαθησιακή διαδικασία συμμετοχική και βιωματική (Αποστολάκης κ.α., 2006). Η προσέγγιση των φαινομένων, που περιλαμβάνονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα των Φυσικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, αποκλειστικά και μόνο με την εκτέλεση των πειραμάτων, χωρίς φυσικά να παραγνωρίζεται η αξία τους, οδηγεί τους μαθητές στην προσέγγιση και περιγραφή του «πώς» συμβαίνει ένα φαινόμενο, αλλά αφήνει αναπάντητο το «γιατί» συμβαίνει το φαινόμενο (Ιμβριώτη, 2006).

5.6 Λόγοι μη πραγματοποίησης πειραμάτων

Οι βασικότεροι λόγοι εξαιτίας των οποίων δεν πραγματοποιούνται πειράματα στην ελληνική υποχρεωτική εκπαίδευση σύμφωνα με την βιβλιογραφία είναι οι εξής (Κώτσης & Μπασιάκος, 2009; Κώτσης, 2005; Κουμαράς, 2002; Καρανίκας, 2000; Χαλκιά, 1999):

- ✓ η έλλειψη ειδικών υλικών, οργάνων και συσκευών που απαιτούνται για την εκτέλεση των πειραμάτων στα σχολεία
- ✓ η έλλειψη των ειδικών χώρων που απαιτούνται για την εκτέλεση των πειραμάτων στα σχολεία
- ✓ ο φόβος της αποτυχίας κατά την εκτέλεση του πειράματος
- ✓ ο φόβος ατυχήματος κατά την εκτέλεση ενός πειράματος
- ✓ η έλλειψη χρόνου που απαιτείται για την οργάνωση και πραγματοποίηση των πειραμάτων

5.7 Η σημασία της βιντεοσκόπησης των πειραμάτων

Η επιλογή της βιντεοσκόπησης των πειραμάτων που προτείνονται με βάση την ύλη του μαθήματος «Φυσικά» της ΣΤ΄ τάξης εξασφαλίζει τη δυνατότητα παρακολούθησης οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας των προτεινόμενων πειραμάτων σε όλα την επικράτεια. Η βιντεοσκόπηση των πειραμάτων προσφέρει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα:

- ✓ Βοηθά τον δάσκαλο στην εξοικείωσή του με την πειραματική διαδικασία. Τον απαλλάσσει από το άγχος που προκαλεί ένα «άγνωστο» πείραμα και ο ίδιος μπορεί να το μελετήσει και να το εκτελέσει σπίτι του προετοιμάζοντας το μάθημα της επόμενης ημέρας.
- ✓ Επιτρέπει στον δάσκαλο την παρουσίαση ενός πειράματος με τη χρήση του Η/Υ σε περιπτώσεις όπου είτε δεν υπάρχει η υλικοτεχνική υποδομή στο σχολείο είτε υπάρχει «η πίεση της ύλης» και δεν δύναται να εκτελέσει ο ίδιος το πείραμα.
- ✓ Εξασφαλίζει σε κάθε μαθητή τη δυνατότητα της αυτόνομης άσκησης στο σπίτι. Κάθε μαθητής μπορεί να επαναλάβει τα πειράματα στο σπίτι του έχοντας ως οδηγό το εκάστοτε βιντεοσκοπημένο πείραμα και να διευρύνει αυτόνομα το πεδίο των πειραματικών του εμπειριών. Χωρίς την πίεση των

στενών χρονικών ορίων της σχολικής ώρας κάθε μαθητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει την έκταση του χρόνου που θα αφιερώσει στον πειραματισμό. Αν, για παράδειγμα, ένα πείραμα προκαλέσει την έκπληξή του, έχει τη δυνατότητα να το επαναλάβει περισσότερες από μία φορές.

- ✓ Το ψηφιακό αντικείμενο μένει «αναλλοίωτο» στο χρόνο. Ο καθένας μπορεί μετά από χρόνια να το επανα – χρησιμοποιήσει στα πλαίσια της εκπαιδευτικής προσέγγισης που επιλέγει.
- ✓ Επιτρέπει την παρακολούθησή τους και από άτομα με προβλήματα ακοής, μιας και σε κάθε βίντεο έχουν ενσωματωθεί και οι αντίστοιχοι υπότιτλοι.

6. Περί μαθησιακών αντικειμένων

6.1 Εισαγωγή

Ένα από τα πλέον πρόσφατα διδακτικά εργαλεία θεωρούνται τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα (Learning Objects – LO's). Το πέρασμα από τη γενιά των ψηφιακών μεταναστών σε αυτή των ψηφιακών ιθαγενών, οδήγησε στη μεγάλη ανάπτυξη και χρήση τους για παιδαγωγικούς και διδακτικούς λόγους, στην εμφάνιση μοντέλων εκπαίδευσης από απόσταση βασισμένων στον παγκόσμιο ιστό και σε θέματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών (Μικρόπουλος, 2015).

6.2 Ορισμοί

Σύμφωνα με την επιτροπή για τις τεχνικές προδιαγραφές που αφορούν στη μάθηση του διεθνούς οργανισμού ηλεκτρολόγων και ηλεκτρονικών μηχανικών (IEEE, 2005): *«μαθησιακό αντικείμενο είναι ψηφιακή ή μη ψηφιακή αυτοτελής οντότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί στη μάθηση που υποστηρίζεται από τεχνολογία»*. Ο ορισμός είναι γενικός και πλέον καλύπτεται από τους νεότερους του.

Οι Kay & Knaack (2007), χαρακτηρίζουν ως μαθησιακά αντικείμενα τα αλληλεπιδραστικά εργαλεία που βασίζονται στον παγκόσμιο ιστό και υποστηρίζουν τη μάθηση με την ενίσχυση και καθοδήγηση των γνωστικών διεργασιών των μαθητών. Αργότερα, ο Farha (2009), ορίζει ένα ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο, ως ένα μαθησιακό στοιχείο ή πηγή περιεχομένου που βασίζεται σε πολυμεσικά στοιχεία συνδεδεμένα με ένα γνωστικό αντικείμενο, το οποίο μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και συναθροιστεί με άλλα μαθησιακά αντικείμενα για το σχηματισμό μεγαλύτερων τμημάτων περιεχομένου και οργάνωσης της διδασκαλίας. Η Morgan (2011), ωστόσο χαρακτηρίζει τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα ως αυτόνομα και παιδαγωγικά πλήρη τμήματα διδακτικού περιεχομένου που αν συνδυαστούν κατάλληλα επιτρέπουν τη δημιουργία μεγαλύτερων τμημάτων οργάνωσης διδασκαλίας, όπως είναι τα μαθήματα και τα προγράμματα σπουδών. Εν κατακλείδι, ένας ψηφιακός πόρος για να θεωρηθεί μαθησιακό αντικείμενο,

πρέπει να περιλαμβάνει ή να συνδέεται με έναν μαθησιακό στόχο, μία δραστηριότητα, ένα πλαίσιο αξιολόγησης (Μικρόπουλος, 2015).

Τα βιντεοσκοπημένα πειράματα με χρήση ερωτήσεων κλειστού τύπου που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας ωστόσο, μπορούν να θεωρηθούν ως ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα, μιας και είναι ψηφιακοί πόροι επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν και επαναχρησιμοποιηθούν και συνδέονται με έναν μαθησιακό στόχο, μια δραστηριότητα ή ένα πλαίσιο αξιολόγησης. Με τον τρόπο αυτό παρέχουν στο δάσκαλο ένα πολύτιμο εργαλείο αναλλοίωτο στο χρόνο, για την εκτίμηση του βαθμού κατανόησης από μέρους των μαθητών της διδαχθείσας ύλης.

6.3 Χαρακτηριστικά μαθησιακών αντικειμένων

Το πλήθος των ορισμών των μαθησιακών αντικειμένων παραπέμπουν σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως συνοψίζονται παρακάτω (Μικρόπουλος, 2015; Güreç, 2013; Βορβυλάς, 2012):

1. Επαναχρησιμοποίηση (Reusability)

Αναφέρεται στη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του μαθησιακού αντικειμένου σε διαφορετικά πλαίσια. Το χαρακτηριστικό της επαναχρησιμοποίησης παραπέμπει στην ευελιξία της έννοιας του μαθησιακού αντικειμένου. Η μη εξάρτηση / αποδέσμευση από συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης του μαθησιακού αντικειμένου όπως ένα μάθημα, σημαίνει ότι είναι επαναχρησιμοποιήσιμο σε μεγάλο βαθμό.

2. Αναλυτικότητα (Granularity)

Αναφέρεται στο μέγεθος του μαθησιακού αντικειμένου από πλευράς περιεχομένου και λειτουργικότητας. Αφορά επίσης και τον αριθμό των πολυμεσικών στοιχείων που περιλαμβάνει.

3. Διαλειτουργικότητα (Interoperability)

Αναφέρεται στη δυνατότητα λειτουργίας και χρήσης του μαθησιακού αντικειμένου σε διαφορετικά πληροφορικά συστήματα, υλικό, φυλλομετρητές, κλπ. Η επαναχρησιμοποίηση είναι ανάλογη της διαλειτουργικότητας του μαθησιακού αντικειμένου.

4. Ανθεκτικότητα (Durability)

Αφορά στην ανεξαρτησία του μαθησιακού αντικειμένου από το υλικό ή το λογισμικό, καθώς και από αλλαγές στο υλικό και ανανεώσεις στο λογισμικό.

5. Προσβασιμότητα (Accessibility)

Αναφέρεται στη δυνατότητα πρόσβασης στο μαθησιακό αντικείμενο από οπουδήποτε καθώς και από άτομα με αναπηρίες. Σημαντικό ρόλο για την προσβασιμότητα έχει η περιγραφή των μεταδεδομένων του μαθησιακού αντικειμένου.

6. Ανακαλυψιμότητα (Discoverability)

Αναφέρεται στην ευκολία εντοπισμού του μαθησιακού αντικειμένου μέσω αναζήτησης με λέξεις – κλειδιά. Σημαντικό ρόλο για την ανακαλυψιμότητα έχει η περιγραφή των μεταδεδομένων του μαθησιακού αντικειμένου.

7. Προσαρμοστικότητα (Adaptability)

Αναφέρεται στις δυνατότητες που προσφέρει το μαθησιακό αντικείμενο στην προσαρμογή της διδακτικής πράξης, όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις εξατομικευμένης μάθησης.

8. Διαχειρισιμότητα (Manageability)

Αναφέρεται στη δυνατότητα αναθεώρησης και ενημέρωσης του μαθησιακού αντικειμένου.

9. Παραγωγικότητα (Generativity)

Αναφέρεται στη δυνατότητα συνάθροισης του μαθησιακού αντικειμένου με άλλα για την επίτευξη άλλων μαθησιακών στόχων.

7. Τα Πειράματα

Στο σύνολό τους, τα πειράματα Φυσικής που προτείνονται στο τετράδιο εργασιών «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» του μαθήματος «Φυσικά» της ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού είναι 31. Συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο «Θερμότητα» είναι έξι (6), στο κεφάλαιο «Ηλεκτρομαγνητισμός» είναι δέκα (10) και στο κεφάλαιο «Φως» είναι έντεκα (15). Ωστόσο, ορισμένα από αυτά δεν στάθηκε δυνατό να βιντεοσκοπηθούν λόγω του ότι είναι πειράματα που κυριαρχούν οι αισθήσεις, όπως για παράδειγμα η ακτινοβολία της λάμπας στο χέρι μας, και που φυσικά είναι αδύνατο να αποτυπωθεί στο βίντεο. Συνολικά, βιντεοσκοπήθηκαν δεκαεννέα (19) πειράματα.

Τα πειράματα Φυσικής, οι διδακτικοί στόχοι και τα συμπεράσματα που αναφέρονται στο τετράδιο εργασιών «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» του μαθήματος «Φυσικά» της ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού παρουσιάζονται στη συνέχεια ανά κεφάλαιο, φύλλο εργασίας και πείραμα.

7.1 Κεφάλαιο Θερμότητα

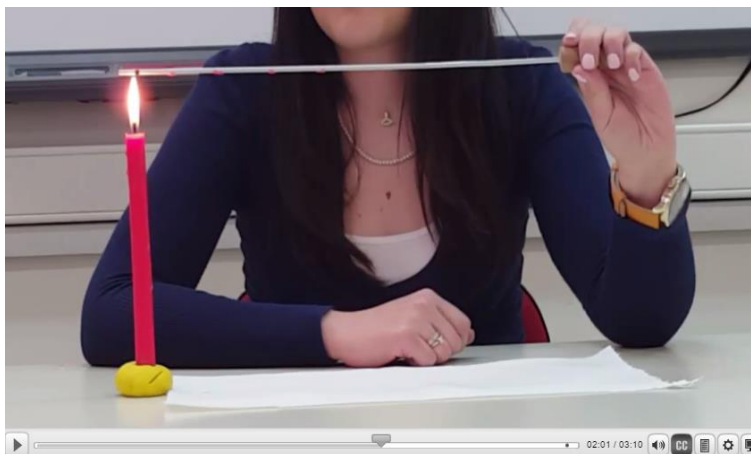
Γενικός στόχος του κεφαλαίου είναι να μελετήσουν οι μαθητές τους τρόπους μετάδοσης, μεταφοράς και διάδοσης της θερμότητας.

ΦΕ1: Η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη μετάδοση της θερμότητας με αγωγή σε στερεό σώμα.
- Να διακρίνουν οι μαθητές διάφορα υλικά σε καλούς ή κακούς αγωγούς της θερμότητας.

Πείραμα



Εικόνα 5. Το πείραμα: Η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή.

Υλικά

- ✓ Μεταλλική βελόνα πλεξίματος
- ✓ Φελλός
- ✓ Κερί
- ✓ Χαρτί κουζίνας

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η θερμότητα μεταδίδεται μέσω της μεταλλικής βελόνας από το άκρο που βρίσκεται κοντά στο κερί προς το άκρο με το φελλό.

ΦΕ2: Η θερμότητα μεταδίδεται με ρεύματα

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη μεταφορά θερμότητας με ρεύματα στο νερό και στον αέρα.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι κατά τη μεταφορά θερμότητας με ρεύματα μετακινείται ύλη, σε αντίθεση με τη διάδοση θερμότητας με αγωγή.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τη μεταφορά θερμότητας με ρεύματα από τη μετάδοση θερμότητας με αγωγή.

Πείραμα 1



Εικόνα 6. Πείραμα 1: Η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα.

Υλικά

- ✓ Δύο ποτήρια
- ✓ Ένα κόκκινο και ένα μπλε μπαλόνι
- ✓ Δοχείο νερού
- ✓ Νερό
- ✓ Καμινέτο
- ✓ Μπρίκι
- ✓ Παγάκια

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι το μπαλόνι με το ζεστό νερό επιπλέει, ενώ το μπαλόνι με το κρύο νερό βυθίζεται.

Πείραμα 2



Εικόνα 7. Πείραμα 2: Η θερμότητα μεταδίδεται με ρεύματα.

Υλικά

- ✓ Ένα (1) μπουκάλι
- ✓ Ένα (1) ποτήρι
- ✓ Νερομπογιά
- ✓ Χαρτόνι χοντρό
- ✓ Καρφί

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι ο ζεστός αέρας, όπως και το ζεστό νερό, κινείται προς τα πάνω μεταφέροντας θερμότητα.

Πείραμα 3



Εικόνα 8. Πείραμα 3: Η θερμότητα μεταδίδεται με ρεύματα.

Υλικά

- ✓ Ένα (1) φύλλο χαρτί μεγέθους A4
- ✓ Θερμαντικό σώμα

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι ο ζεστός αέρας, όπως και το ζεστό νερό, κινείται προς τα πάνω μεταφέροντας θερμότητα.

ΦΕ3: Η θερμότητα διαδίδεται με ακτινοβολία

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία είναι δυνατή και στο κενό.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές γιατί η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία είναι ο μόνος τρόπος με τον οποίο είναι δυνατή η ροή ενέργειας από τον Ήλιο στη Γη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα υλικά σώματα απορροφούν θερμότητα, και μάλιστα τα σκουρόχρωμα σώματα περισσότερο από τα ανοιχτόχρωμα

Πείραμα 1

Υλικά

- ✓ Μία (1) λάμπα

Πειραματική διαδικασία – Βήματα

1. Πλησιάζουμε την παλάμη του χεριού μας στο κάτω μέρος μιας αναμμένης λάμπας.
2. Παρατηρούμε ότι το χέρι μας ζεσταίνεται

Συμπεράσματα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η θερμότητα διαδίδεται και προς το χώρο που βρίσκεται κάτω από τη λάμπα.

Πείραμα 2

Υλικά

- ✓ Μία (1) λάμπα
- ✓ Μαύρο χαρτόνι
- ✓ Λευκό χαρτόνι

Πειραματική αντιμετώπιση

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι τα υλικά σώματα απορροφούν θερμότητα, και μάλιστα τα σκουρόχρωμα σώματα περισσότερο από τα ανοιχτόχρωμα.

7.2 Κεφάλαιο Ηλεκτρομαγνητισμός

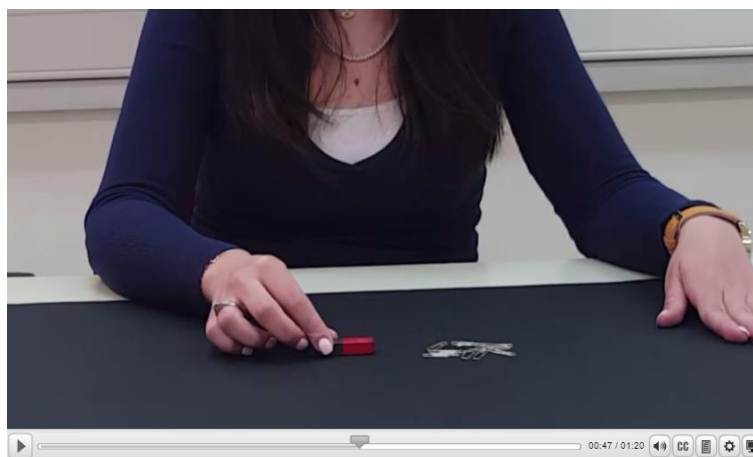
Γενικός στόχος του κεφαλαίου είναι οι μαθητές να αποκτήσουν βασικές γνώσεις για τα φαινόμενα τα σχετικά με τους μαγνήτες και τον ηλεκτρομαγνητισμό.

ΦΕ1: Ο Μαγνήτης

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται με επαφή αλλά και από απόσταση.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη υλικών που έλκονται από ένα μαγνήτη και την ύπαρξη υλικών που δεν έλκονται από ένα μαγνήτη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η έλξη σε ένα ραβδόμορφο μαγνήτη είναι πιο ισχυρή στα άκρα του.

Πείραμα 1



Εικόνα 9. Πείραμα 1: Ο μαγνήτης.

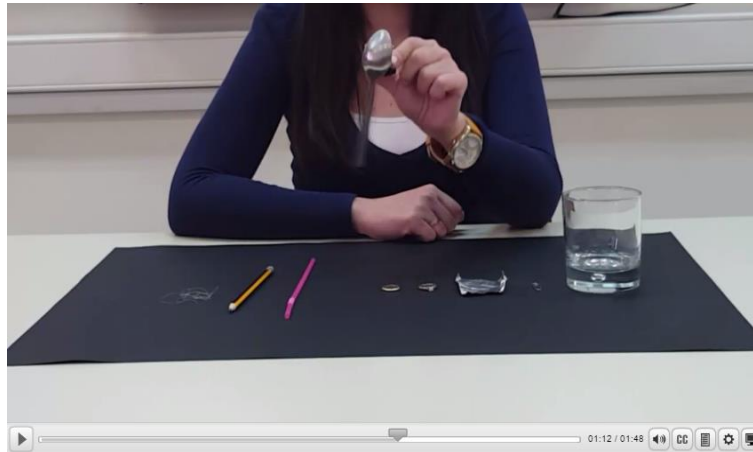
Υλικά

- ✓ Μαγνήτης
- ✓ Συνδετήρες

Συμπεράσματα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται με επαφή αλλά και από απόσταση.

Πείραμα 2



Εικόνα 10. Πείραμα 2: Ο μαγνήτης.

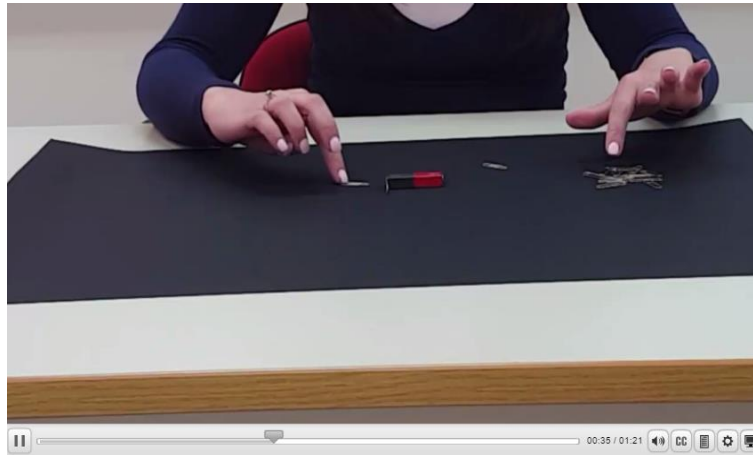
Υλικά

- ✓ Μαγνήτης
- ✓ Συνδετήρα
- ✓ Χρυσό δακτυλίδι
- ✓ Ασημένιο δακτυλίδι
- ✓ Αλουμινόφυλλο
- ✓ Ξύλινο μολύβι
- ✓ Πλαστικό καλαμάκι
- ✓ Σύρμα από καλώδιο
- ✓ Γυάλινο ποτήρι

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι άλλα υλικά έλκονται από ένα μαγνήτη, ενώ άλλα όχι.

Πείραμα 3



Εικόνα 11. Πείραμα 3: Ο μαγνήτης.

Υλικά

- ✓ Μαγνήτης
- ✓ Συνδετήρες

Συμπέρασμα

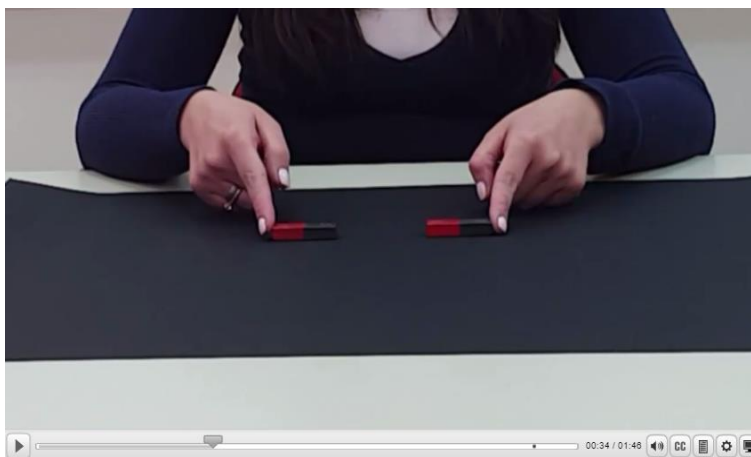
Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η έλξη του μαγνήτη είναι ισχυρότερη στα άκρα του, τα οποία ονομάζονται πόλοι του μαγνήτη. Ο μαγνήτης έλκει μόνο το ασάλι και το σίδηρο. Τα υλικά αυτά ονομάζονται σιδηρομαγνητικά.

ΦΕ2: Ο μαγνήτης προσανατολίζεται

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι οι ομώνυμοι πόλοι ενός μαγνήτη απωθούνται, ενώ οι ετερόνυμοι έλκονται.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι οι πόλοι του μαγνήτη ονομάζονται βόρειος και νότιος μαγνητικός πόλος.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ένας ραβδόμορφος μαγνήτης ή μια μαγνητική βελόνα που μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα παίρνουν τη διεύθυνση Βορράς-Νότος.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο προσανατολισμός του μαγνήτη οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο της Γης.

Πείραμα 1



Εικόνα 12. Πείραμα 1: Ο μαγνήτης προσανατολίζεται.

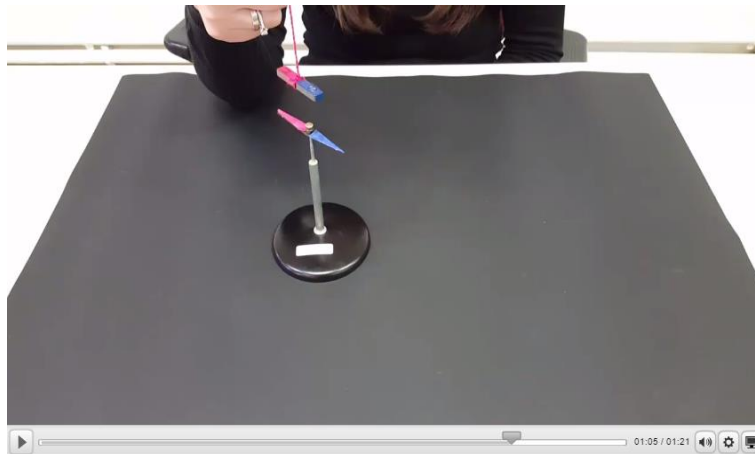
Υλικά

- ✓ Δύο (2) ραβδόμορφοι μαγνήτες

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι οι ομώνυμοι πόλοι ενός μαγνήτη απωθούνται και οι ετερόνυμοι έλκονται

Πείραμα 2



Υλικά

- ✓ Μαγνήτης
- ✓ Σπάγκος
- ✓ Μαγνητική βελόνα
- ✓ Πυξίδα

Πειραματική διαδικασία – Βήματα

1. Δένουμε στο μέσο του μαγνήτη σπάγκο και τον κρατάμε ψηλά.
2. Παρατηρούμε ότι ο μαγνήτης προσανατολίζεται όπως η μαγνητική βελόνα της πυξίδας.

Συμπέρασμα

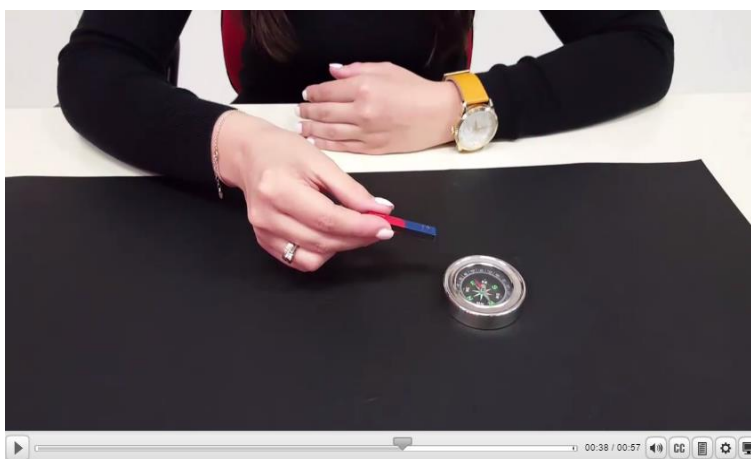
Στο πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι ένας μαγνήτης που μπορεί να στρέφεται ελεύθερα γύρω από ένα σημείο προσανατολίζεται με ένα συγκεκριμένο τρόπο μέσα στο μαγνητικό πεδίο της Γης.

ΦΕ3: Από τον Ηλεκτρισμό στο Μαγνητισμό – Ο Ηλεκτρομαγνήτης

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι, όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, αποκτά μαγνητικές ιδιότητες.
- Να κατασκευάσουν οι μαθητές ένα πηνίο και έναν ηλεκτρομαγνήτη και να συγκρίνουν τις μαγνητικές τους ιδιότητες.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τουλάχιστον δύο εφαρμογές των ηλεκτρομαγνητών.

Πείραμα 1



Εικόνα 13. Πείραμα 1: Από τον Ηλεκτρισμό στο Μαγνητισμό.

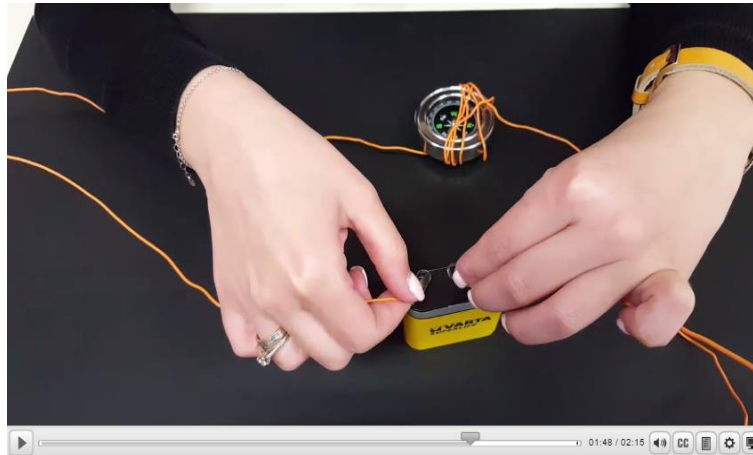
Υλικά

- ✓ Μαγνήτης
- ✓ Πυξίδα

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν την επίδραση ενός μόνιμου ραβδόμορφου μαγνήτη στη μαγνητική βελόνα μιας πυξίδας.

Πείραμα 2



Εικόνα 14. Πείραμα 2: Από τον Ηλεκτρισμό στο Μαγνητισμό.

Υλικά

- ✓ Πυξίδα
- ✓ Μπαταρία
- ✓ Καλώδιο
- ✓ Δύο συνδετήρες

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι, όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, αποκτά μαγνητικές ιδιότητες, οι οποίες είναι πιο έντονες, αν το καλώδιο έχει σχήμα πηνίου.

Πείραμα 3



Εικόνα 15. Πείραμα 3: Ο ηλεκτρομαγνήτης.

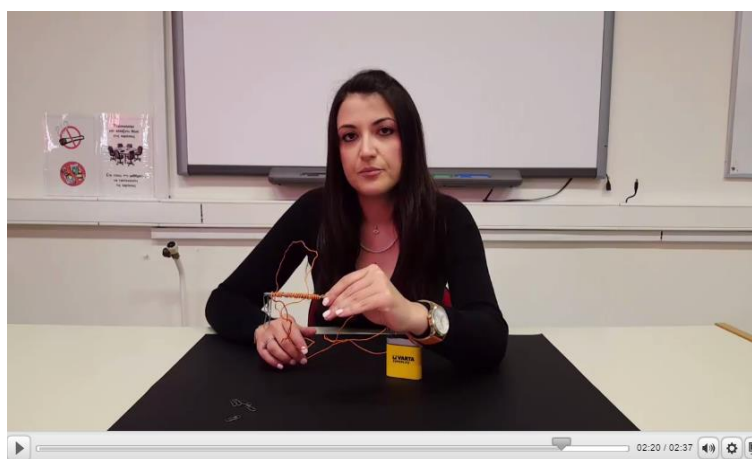
Υλικά

- ✓ Μπαταρία
- ✓ Καλώδιο
- ✓ Συνδετήρες
- ✓ Μολύβι

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι οι μαγνητικές ιδιότητες που αποκτά ένα πηνίο, όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα δεν είναι επαρκείς για τη μετακίνηση των συνδετήρων.

Πείραμα 4



Εικόνα 16. Πείραμα 4: Ο ηλεκτρομαγνήτης.

Υλικά

- ✓ Μπαταρία
- ✓ Καλώδιο
- ✓ Συνδετήρες
- ✓ Καρφί

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι τα μαγνητικά αποτελέσματα γίνονται πολύ εντονότερα, όταν στο εσωτερικό του πηνίου τοποθετηθεί ράβδος από σίδηρο.

ΦΕ4: Από το μαγνητισμό στον Ηλεκτρισμό – Η Ηλεκτρογεννήτρια

Διδακτικοί στόχοι

- Να περιγράψουν οι μαθητές με απλά λόγια την αρχή λειτουργίας της γεννήτριας.
- Να αναφέρουν οι μαθητές διάφορους τρόπους με τους οποίους μπορεί να περιστρέφεται ο μαγνήτης στις γεννήτριες.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τους δύο βασικούς τύπους των εργοστασίων της ΔΕΗ και να εξηγήσουν με απλά λόγια την αρχή λειτουργίας τους.
- Να συνδέσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά με τα μαγνητικά φαινόμενα και να εξηγήσουν το νόημα της ονομασίας «ηλεκτρομαγνητισμός».

Πείραμα

Υλικά

- ✓ Ένα (1) ποδήλατο με δυναμό

Συμπέρασμα

Στο πείραμα αυτό οι μαθητές μελετούν τη λειτουργία του δυναμό και παρατηρούν ότι, όσο πιο γρήγορα περιστρέφεται η ρόδα του ποδηλάτου, τόσο πιο έντονα φωτοβολεί το λαμπάκι.

1.

7.3 Κεφάλαιο Φως

Γενικός στόχος του κεφαλαίου είναι να γνωρίσουν οι μαθητές το φαινόμενο της διάθλασης του φωτός και τις εφαρμογές του στους φακούς, την ανάλυση του φωτός σε χρώματα, καθώς και τη δομή και λειτουργία του ματιού.

ΦΕ1: Διάθλαση του φωτός

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά το φαινόμενο της διάθλασης του φωτός.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι μία σταγόνα νερό συμπεριφέρεται ως μεγεθυντικός φακός.
- Να σχεδιάσουν οι μαθητές την πορεία παράλληλων φωτεινών ακτίνων που προσπίπτουν σε συγκλίνοντα φακό.
- Να σχεδιάσουν οι μαθητές την πορεία παράλληλων φωτεινών ακτίνων που προσπίπτουν σε αποκλίνοντα φακό.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι το νερό, ανάλογα με το σχήμα του δοχείου που το περιέχει, μπορεί να συμπεριφέρεται ως συγκλίνων ή ως αποκλίνων φακός.
- Να διακρίνουν οι μαθητές, με βάση το σχήμα τους, συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακούς.

Πείραμα 1

Υλικά

- ✓ Κομμάτι από χαρτόνι (κουτιού από γάλα ή χυμό)
- ✓ Διατρητικό
- ✓ Νερό
- ✓ Βιβλίο

Συμπέρασμα

Οι μαθητές με το πείραμα αυτό, συγκρίνουν μία σταγόνα νερό με ένα μεγεθυντικό φακό και διαπιστώνουν ότι η συμπεριφορά τους είναι όμοια.

Πείραμα 2

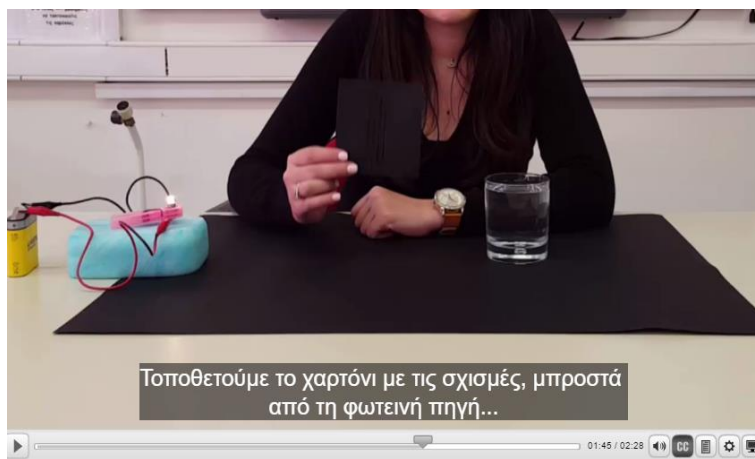
Υλικά

- ✓ Βιβλίο
- ✓ Μεγεθυντικός φακός

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η συμπεριφορά του μεγεθυντικού φακού είναι όμοια με αυτή της σταγόνας του νερού στο πείραμα που προηγήθηκε.

Πείραμα 3



Εικόνα 17. Πείραμα 3: Διάθλαση του φωτός.

Υλικά

- ✓ Χαρτόνι με σχισμές
- ✓ Λαμπάκι με λυχνιολαβή
- ✓ Μπαταρία
- ✓ Κυλινδρικό γυάλινο ποτήρι
- ✓ Σφουγγάρι
- ✓ Μανταλάκι
- ✓ Νερό

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν τη συγκέντρωση σε ένα σημείο των παράλληλων φωτεινών ακτίνων, όταν αυτές διέρχονται από κυλινδρικό φακό.

Πείραμα 4



Εικόνα 18. Πείραμα 4: Διάθλαση του φωτός.

Υλικά

- ✓ Χαρτόνι με σχισμές
- ✓ Λαμπάκι με λυχνιολαβή
- ✓ Μπαταρία
- ✓ Διαφανές μπουκάλι απορρυπαντικού πιάτων με σχήμα
- ✓ Σφουγγάρι
- ✓ Μανταλάκι
- ✓ Νερό

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν την απόκλιση των φωτεινών ακτίνων παράλληλης δέσμης, όταν αυτές διέρχονται μέσα από έναν αποκλίνοντα φακό.

ΦΕ2: Φως και χρώματα

Διδακτικοί στόχοι

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ανάλυση του λευκού φωτός σε φως διάφορων χρωμάτων.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά το αποτέλεσμα της σύνθεσης των βασικών χρωμάτων.

Πείραμα 1



Εικόνα 19. Πείραμα 1: Φως και χρώματα.

Υλικά

- ✓ Μαύρο χαρτόνι
- ✓ Ψαλίδι
- ✓ Ταινία
- ✓ Κυλινδρικό γυάλινο ποτήρι
- ✓ Νερό
- ✓ Λευκό χαρτί

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν την ανάλυση του λευκού φωτός σε φως διάφορων χρωμάτων.

Πείραμα 2



Εικόνα 20. Πείραμα 2: Φως και χρώματα.

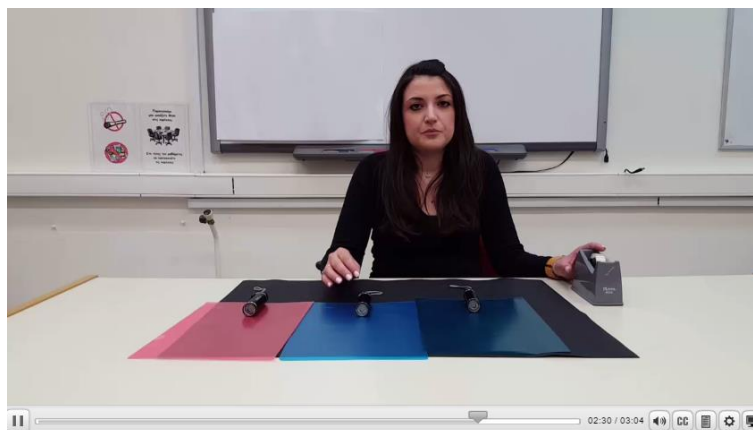
Υλικά

- ✓ Μικρή λεκάνη
- ✓ Μικρός καθρέπτης
- ✓ Νερό
- ✓ Φακός

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν την ανάλυση του λευκού φωτός σε φως διάφορων χρωμάτων.

Πείραμα 3



Εικόνα 21. Πείραμα 3: Φως και χρώματα.

Υλικά

- ✓ Λευκό χαρτί
- ✓ Ταινία
- ✓ Ψαλίδι
- ✓ Φακοί
- ✓ Μπλε διαφάνεια
- ✓ Πράσινη διαφάνεια
- ✓ Κόκκινη διαφάνεια

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η σύνθεση φωτός με τα τρία βασικά χρώματα (μπλε, κόκκινο, πράσινο) δίνει λευκό φως.

Πείραμα 4

Υλικά

- ✓ Ψαλίδι
- ✓ Χαρτόνι
- ✓ Κόλλα
- ✓ Χοντρή κλωστή

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η σύνθεση φωτός με τα τρία βασικά χρώματα (μπλε, κόκκινο, πράσινο) δίνει λευκό φως.

ΦΕ3: Μια απλή φωτογραφική μηχανή

Πείραμα 1(σελ. 149)

Υλικά

- ✓ Κουτί από παπούτσια
- ✓ Ψαλίδι
- ✓ Ρυζόχαρτο
- ✓ Μαύρη ταινία

ΦΕ4: Το μάτι μας

Διδακτικοί στόχοι

- Να αναφέρουν οι μαθητές ομοιότητες και διαφορές μεταξύ του ματιού και της φωτογραφικής μηχανής οπής.

Συμπέρασμα

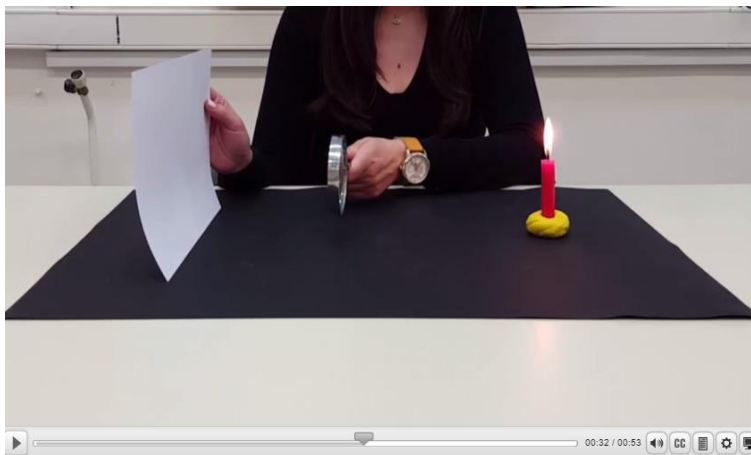
Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι το είδωλο των αντικειμένων που βλέπουμε σχηματίζεται αντεστραμμένο στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Η εικόνα μεταφέρεται μέσα από το οπτικό νεύρο στον εγκέφαλο ωστόσο, στον εγκέφαλο γίνεται επεξεργασία των οπτικών σημάτων, έτσι ώστε παρόλο που το είδωλο σχηματίζεται αντεστραμμένο στον αμφιβληστροειδή, να μη «βλέπουμε» τα αντικείμενα γύρω μας αντεστραμμένα.

ΦΕ5: Πως βλέπουμε

Διδακτικοί στόχοι

- Να περιγράψουν οι μαθητές με απλά λόγια τη λειτουργία της όρασης.

Πείραμα



Εικόνα 22. Πείραμα: Πως βλέπουμε.

Υλικά

- ✓ Κερί
- ✓ Λευκό χαρτόνι
- ✓ Συγκλίνων φακός
- ✓ Πλαστελίνη

Συμπέρασμα

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές συσχετίζουν την παρατήρησή τους από το είδωλο της φλόγας με το σχηματισμό ειδώλου στον αμφιβληστροειδή χιτώνα.

8. Η δημιουργία του οπτικού δίσκου

8.1 Εισαγωγή

Η ύλη στο βιβλίο του μαθητή «Φυσικά Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της ΣΤ΄ Τάξης είναι, σύμφωνα με το Α.Π.Σ., δομημένη σε κεφάλαια που αντιστοιχούν σε γενικότερες θεματικές ενότητες.

Το τετράδιο εργασιών του μαθήματος περιλαμβάνει τα φύλλα εργασίας κάθε κεφαλαίου βάσει των οποίων αναπτύσσεται η ερευνητική εργασία των μαθητών. Στα επί μέρους φύλλα εργασίας κάθε κεφαλαίου επιδιώκεται η προσέγγιση των ειδικών στόχων που το αναλυτικό πρόγραμμα περιγράφει σχετικά με το Δημοτικό Σχολείο. Η δομή των φύλλων εργασίας ακολουθεί τα διδακτικά στάδια του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου:

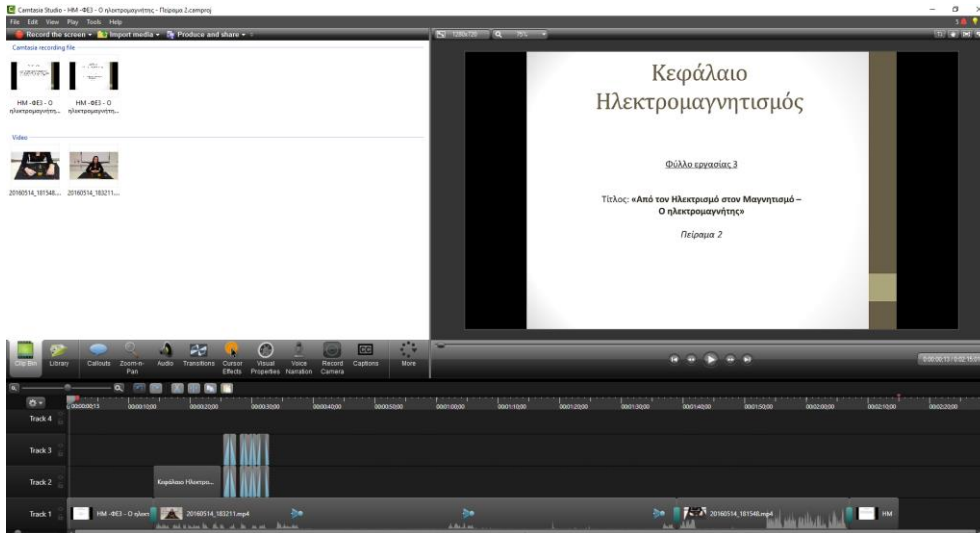
- ✓ Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων
- ✓ Πειραματική αντιμετώπιση
- ✓ Εξαγωγή συμπεράσματος
- ✓ Εμπέδωση - Γενίκευση

Έμφαση δίνεται στην καλλιέργεια των επιστημονικών διαδικασιών και την ενεργοποίηση του μαθητή μέσα από ερευνητικές δραστηριότητες και πειράματα.

8.2 Πως δημιουργήθηκε

Για τη δημιουργία του οπτικού δίσκου χρησιμοποιήθηκε κάμερα υψηλής ευκρίνειας με ανάλυση εγγραφής βίντεο Ultra High Definition (UHD) 4K (3840 x 2160) στα 30fps, φωτογραφική μηχανή με ανάλυση CMOS 16.0 MP και ηλεκτρονικός υπολογιστής με επεξεργαστή Intel CORE i5 και λειτουργικό σύστημα Windows 10.

Το λογισμικό επεξεργασίας βίντεο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Camtasia Studio (εικόνα 5) της εταιρίας TechSmith στην ελεύθερη έκδοσή του (free trial version).



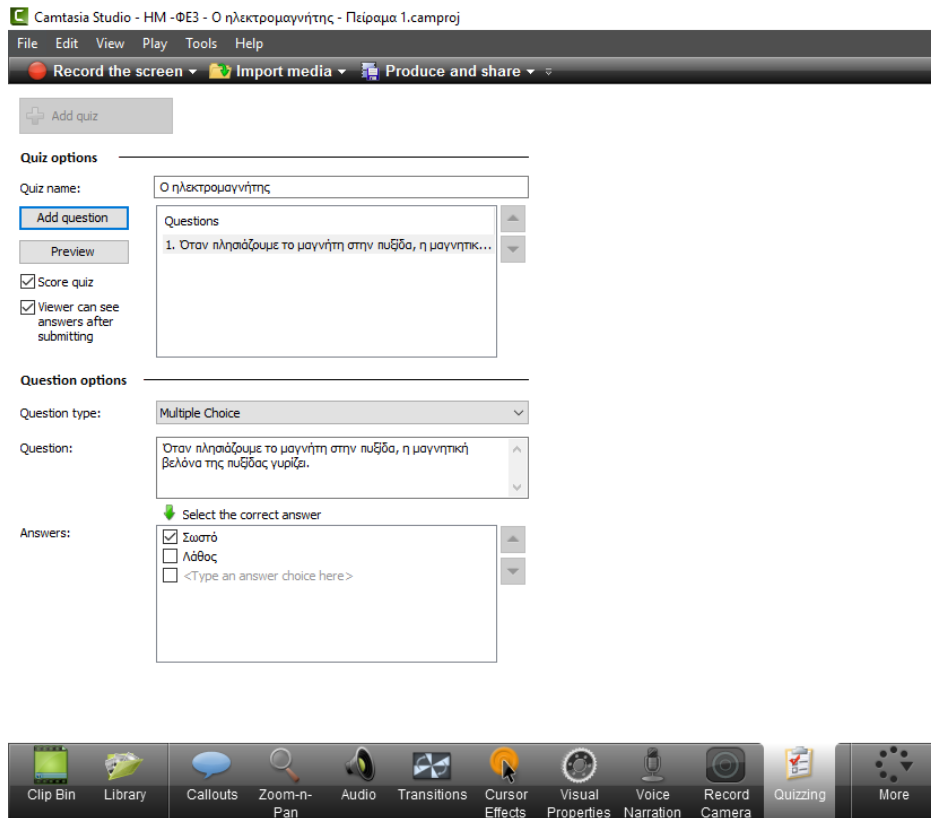
Εικόνα 23. Το λογισμικό επεξεργασίας βίντεο Camtasia Studio.

Το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχει αρκετά εργαλεία επεξεργασίας βίντεο (εικόνα 6), όπως υπότιτλους, ζουμ στα σημεία που επιθυμεί ο χρήστης να αναδείξει κ.α.

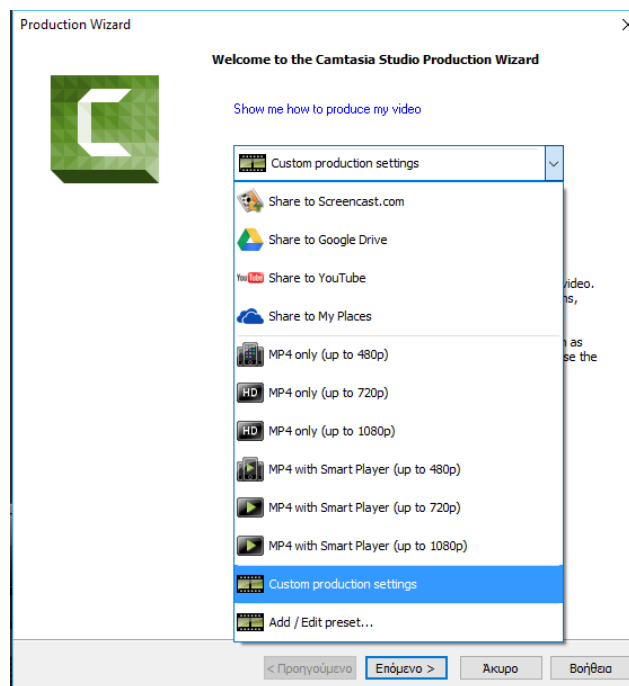


Εικόνα 24. Camtasia. Εφέ επεξεργασίας βίντεο.

Είναι σχετικά εύκολο στη χρήση και τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματά του είναι οι δυνατότητες που παρέχει στην εισαγωγής ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενού, σύντομης απάντησης, σωστού λάθους (εικόνα 7) καθώς και στον τύπο (format) εξαγωγής των επεξεργασμένων βίντεο (εικόνα 8).



Εικόνα 25. Camtasia: Εισαγωγή κουίζ.



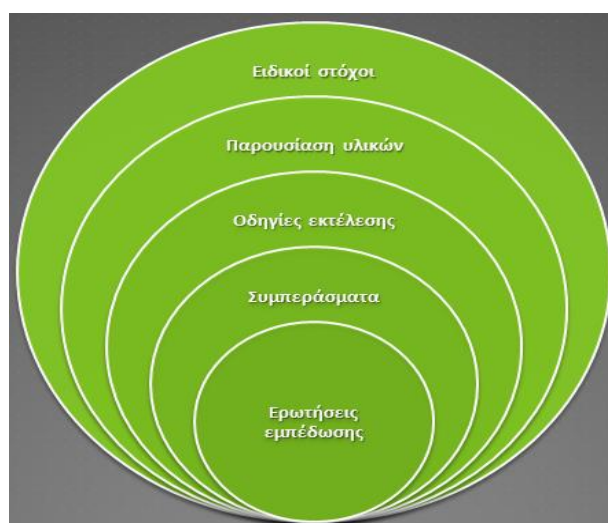
Εικόνα 26. Camtasia: Εξαγόμενοι τύποι αρχείου.

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση, του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

8.3 Δομή

Από τα δεκατρία (13) κεφάλαια που υπάρχουν στο τετράδιο εργασιών «Φυσικά Δημοτικού – Ερευνώ και ανακαλύπτω» της ΣΤ΄ τάξης, τρία (3) κεφάλαια: Η Θερμότητα, ο Ηλεκτρομαγνητισμός και το Φως σχετίζονται με τη Φυσική. Σε κάθε κεφάλαιο υπάρχουν τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας με τη σειρά που εμφανίζονται στο τετράδιο εργασιών.

Στην αρχή του κάθε βίντεο αναφέρονται οι ειδικοί στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν με την εκτέλεση των αντίστοιχων πειραμάτων που προτείνονται. Ακολουθεί η παρουσίαση των υλικών και η εκτέλεση του πειράματος με οδηγίες βήμα – βήμα για τη σωστή εκτέλεσή του. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία πρέπει να καταλήξει ο μαθητής μετά το πέρας του κάθε πειράματος. Τέλος, παρουσιάζονται οι ερωτήσεις εμπέδωσης όπου ο μαθητής μπορεί να τις απαντήσει και να δει τα αποτελέσματα των απαντήσεών του (εικόνα 27). Μπορεί αν θέλει, να επαναλάβει τις ερωτήσεις σε κάποια άλλη χρονική στιγμή. Ο μαθητής μπορεί με αυτό τον τρόπο να συγκρίνει τα νέα δεδομένα που προέκυψαν σε σχέση με τις αρχικές του υποθέσεις – εκτιμήσεις, να εκτιμήσει την αξία του πειράματος, των τελικών συμπερασμάτων και να οδηγηθεί στον αυτοέλεγχο και τη συνειδητοποίηση της γνωστικής τους πορείας, δηλαδή στη μεταγνώση. Αξίζει να τονιστεί η δυνατότητα που δίνεται στο χρήστη να παρακολουθήσει κάθε βίντεο και με τη συνοδεία υποτίτλων.



Εικόνα 27. Η δομή των βιντεοσκοπημένων πειραμάτων.

Για όσα φύλλα εργασίας δεν ενδείκνυται για την εκτέλεση πειραμάτων και προτείνονται αντί πειραμάτων δραστηριότητες, παρουσιάζονται οι διδακτικοί στόχοι και τα συμπεράσματα που μπορούν να καταλήξουν οι μαθητές μετά την αντιμετώπιση των δραστηριοτήτων. Στον οπτικό δίσκο δεν περιλαμβάνονται οι απαντήσεις των εργασιών για το σπίτι, που υπάρχουν στο τέλος κάθε φύλλου εργασίας του τετραδίου εργασιών.

8.4 Σκοπός

Η δημιουργία του οπτικοακουστικού υλικού στοχεύει στην ενίσχυση του διδακτικού έργου του δασκάλου. Αποτελεί ένα εργαλείο στα χέρια του δασκάλου που μπορεί να διευκολύνει την εκπαιδευτική διαδικασία και να δώσει λύσεις σε προβλήματα που ενδεχομένως μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια ενός διδακτικού σχολικού έτους.

Ο οπτικός δίσκος έχει κυρίως συμβουλευτικό χαρακτήρα. Ο δάσκαλος έχει τη δυνατότητα πριν μπει στην τάξη να εκτελέσει ένα πείραμα, να δει τα απαιτούμενα υλικά εκτέλεσης, να δει τα βήματα εκτέλεσης καθώς και τα αποτελέσματα από την υλοποίηση του πειράματος. Έχοντας ως οδηγό τα συγκεκριμένα βιντεοσκοπημένα πειράματα μπορεί ο ίδιος να τα εκτελέσει εκτός σχολικής αίθουσας και να νιώσει τη σιγουριά της σωστής εκτέλεσης του πειράματος.

Στην πίεση που δημιουργείται στο σχολείο για την κάλυψη της ύλης, πολλές φορές ο δάσκαλος προτιμά να μην εκτελέσει ορισμένα πειράματα προκειμένου να καλύψει την ύλη του βιβλίου. Ο οπτικός δίσκος στο σημείο αυτό μπορεί να συνδράμει στη διδασκαλία. Ο δάσκαλος μπορεί να οργανώσει το χρόνο του και να παρουσιάσει από τον οπτικό δίσκο όσα πειράματα κρίνει ως χρονοβόρα να εκτελεστούν στην τάξη.

Συχνή αιτία μη πραγματοποίησης πειραμάτων στην τάξη είναι ο φόβος κάπου ατυχήματος κατά τη διάρκεια εκτέλεσής τους. Μολονότι τα περισσότερα από τα πειράματα φυσικής που παρουσιάζονται στο σχολικό βιβλίο της ΣΤ΄ τάξης είναι ακίνδυνα, με εξαίρεση τα πειράματα όπου χρησιμοποιείται το καμινέτο, εντούτοις αν ο δάσκαλος νιώθει ανασφάλεια μπορεί μέσω του οπτικού δίσκου να τα παρουσιάσει στους μαθητές μέσω του Η/Υ.

Μια ακόμη αιτία μη πραγματοποίησης πειραμάτων από τους εκπαιδευτικούς είναι η έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής στο χώρο του εργαστηρίου. Αν και τα πειράματα του σχολικού εγχειριδίου της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού πραγματοποιούνται με τη χρήση απλών υλικών, υπάρχει περίπτωση ένας δάσκαλος σε μια απομακρυσμένη περιοχή να μην έχει επαρκή υλικά για την πραγματοποίηση των πειραμάτων. Και σε αυτή την περίπτωση ο δάσκαλος μπορεί μέσω του οπτικού δίσκου να τα προβάλλει στους μαθητές μέσω του Η/Υ.

Συνεπώς, και για τους παραπάνω λόγους το φαίνεται πως το συγκεκριμένο οπτικοακουστικό υλικό μπορεί να αξιοποιηθεί με πολλαπλούς τρόπους από τους εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και να προσαρμοστεί στις ανάγκες του καθενός ανάλογα με τις τρέχουσες συνθήκες. Αποτελεί ένα εύχρηστο και χρήσιμο εργαλείο προσανατολισμένο στις σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες και αποτελεί πολύτιμο σύμμαχο στη επίτευξη των επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η επιστήμη της Φυσικής συνδέεται με πολλές εφαρμογές της εποχής μας και δεν είναι κάτι που συναντάμε μόνο στο εργαστήριο. Στο σπίτι μας, στο δρόμο, στην καθημερινότητά μας αντιμετωπίζουμε διάφορα φυσικά φαινόμενα. Η επαφή αυτή δεν είναι οργανωμένη και γίνεται τυχαία. Στο σχολείο ωστόσο, ο μαθητής αντιμετωπίζει τα φυσικά φαινόμενα οργανωμένα. Τα φυσικά φαινόμενα αντιμετωπίζονται μεθοδικά, μέσω κατάλληλων περιβαλλόντων μάθησης και διδακτικών προσεγγίσεων. Η επιτυχία ενός μαθήματος Φ.Ε. στηρίζεται στο δίπτυχο: διδακτική μεθοδολογία – πείραμα.

Οποιαδήποτε θεωρία μάθησης, όσο καλά και αν είναι διατυπωμένη, επισκιάζεται από τη χαρά ενός μαθητή κατά την εκτέλεση ενός πειράματος με τα ίδια του τα χέρια του. Σύμφωνα με τις θεωρίες για τη διδασκαλία και τη μάθηση, το φαινόμενο που παρουσιάζεται με το πείραμα βοηθάει τους μαθητές προκαλώντας τους το ενδιαφέρον, περνώντας από την απλή θέαση στη συστηματική παρατήρηση. Προκαλεί τον προβληματισμό και προάγει τη μάθηση. Χρησιμοποιείται για την ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών και μπορεί να προκαλέσει τη σύγκρουση των νέων ιδεών με τις πρώιμες και βαθιά ριζωμένες αντιλήψεις τους για τα διάφορα φυσικά φαινόμενα ενώ παράλληλα, τους δίνεται η δυνατότητα ελέγχου της ορθότητας των απόψεων που έχουν διατυπώσει.

Η μάθηση δεν πρέπει να είναι μια παθητική διαδικασία για το μαθητή, μια στείρα δηλαδή, διδασκαλία της Φυσικής χωρίς τη χρήση πειραμάτων. Η σημασία του πειράματος θεωρείται δεδομένη για τη διδακτική των Φ.Ε. Η σύνδεση φαινομένων της καθημερινότητας με το γνωστικό περιεχόμενο και την επιστημονική μεθοδολογία καθιστούν τη μάθηση μια αυτόνομη βιωματική εμπειρία. Το πείραμα βοηθά στην ανάπτυξη και αισθητοποίηση αφηρημένων εννοιών ξεκινώντας από συγκεκριμένες καταστάσεις. Μέσω του πειραματισμού, της διαπίστωσης λαθών, την εκ νέου εκτέλεση ενός πειράματος οικοδομούν τη γνώση, απορρίπτοντας ή ισχυροποιώντας τις αντιλήψεις τους. Οι μαθητές αποκτούν με τον τρόπο αυτό, την επιστημονική σκέψη, θεωρώντας πως τίποτα δεν είναι δεδομένο. Το πείραμα λόγω των σκοπών που υπηρετεί είναι απαραίτητο, γιατί πέρα από την

κατανόηση της θεωρίας, συμβάλλει στην ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες στο σύγχρονο άνθρωπο.

Η βιντεοσκόπηση πειραμάτων Φυσικής με απλά υλικά με βάση την ύλη του μαθήματος «Φυσικά» της ΣΤ΄ τάξης στόχευσε στην παρουσίαση με απλό και κατανοητό τρόπο των πειραμάτων που προτείνονται στο σχολικό εγχειρίδιο σε όλη την εκπαιδευτική και μαθητική κοινότητα της Π.Ε. και συνάμα, την ενίσχυση του εκπαιδευτικού έργου του δασκάλου. Τα όργανα και τα υλικά που απαιτήθηκαν για την εκτέλεση των πειραμάτων μπορούν εύκολα να συγκεντρωθούν. Τα περισσότερα από αυτά αποτέλεσαν υλικά και όργανα καθημερινής χρήσης. Τα βιντεοσκοπημένα πειράματα είχαν ως στόχο να παρουσιάσουν με απλό και κατανοητό τρόπο έναν οδηγό στην πραγματοποίησή τους από τους εκπαιδευτικούς αλλά και τους μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης παρέχοντας ταυτόχρονα, τη δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς ακόμη και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές να τα ενσωματώσουν στην εκπαιδευτική τους πρακτική παρέχοντάς τους ένα πολύτιμο εργαλείο διδασκαλίας.

Τα βιντεοσκοπημένα πειράματα βοηθούν στη σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινή ζωή. Ο πειραματισμός με οικεία όργανα και υλικά βοηθά στην ισχυροποίηση της αντίληψης ότι το μάθημα στο σχολείο δεν αποτελεί παρά μία νέα μεθοδολογικά προσέγγιση της μελέτης των φυσικών φαινομένων της καθημερινής ζωής. Εξοικειώνουν τον δάσκαλο με την πειραματική διαδικασία απαλλάσσοντάς τον από το άγχος που προκαλεί ένα «άγνωστο» πείραμα καθώς και ο ίδιος μπορεί να το μελετήσει και να το εκτελέσει σπίτι του προετοιμάζοντας το μάθημα της επόμενης ημέρας. Επιτρέπουν στον δάσκαλο την παρουσίαση ενός πειράματος με τη χρήση του Η/Υ σε περιπτώσεις όπου είτε δεν υπάρχει η υλικοτεχνική υποδομή στο σχολείο είτε υπάρχει «η πίεση της ύλης» και δεν δύναται να εκτελέσει ο ίδιος το πείραμα. Εξασφαλίζουν σε κάθε μαθητή τη δυνατότητα της αυτόνομης άσκησης στο σπίτι. Ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει την έκταση του χρόνου που θα αφιερώσει στον πειραματισμό.

Τα βιντεοσκοπημένα πειράματα που παρήχθησαν από την εν λόγω μεταπτυχιακή εργασία, παραμένουν «αναλλοίωτα» και μπορούν να (επανα)χρησιμοποιηθούν στα

πλαίσια της εκπαιδευτικής προσέγγισης που επιλέγει ο εκάστοτε δάσκαλος παρέχοντάς του ένα πολύτιμο εργαλείο αναλλοίωτο στο χρόνο, για την εκτίμηση του βαθμού κατανόησης από μέρους των μαθητών της διδαχθείσας ύλης.

Εν κατακλείδι, η παρούσα εργασία παρέχει το έναυσμα για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς όλων των τάξεων της Π.Ε. να πραγματοποιήσουν τα ίδια ή και άλλα εκτός σχολικού εγχειριδίου, πειράματα με απλά υλικά με κεντρικό στόχο να έρθουν οι μαθητές πιο κοντά στις Φ.Ε. και να κατανοήσουν έννοιες και φυσικά φαινόμενα που σχετίζονται με αυτές.

Βιβλιογραφία

Διεθνής

- Arons, A. (1991). *Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Τροχαλία.
- Bicknell-Holmes, T. & Hoffman, P.S. (2000). Elicit, Engage, Experience, and Explore: Discovery Learning in Library Instruction. *Reference Services Review*, 28(4), 313–322.
- Borthick, A. F. & Jones, D. R. (2000). The Motivation for Collaborative Discovery Learning Online and its Application in an Information Systems Assurance Course. *Issues in Accounting Education*, 15(2), 181–210.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. Αθήνα. Εκδόσεις Τυπωθήτω.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287–312.
- Duit, R., (1991). Student' conceptual frameworks: consequences for learning science, *In: Glynn, S.M., Yeany, R.H., and Britton, B.K., editors, The Psychology of Learning Science*, (pp. 65-85). Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Duit, R., & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671–688.
- Duffy, T. & Cunningham, D. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 170–198). New York: Macmillan.
- Ebrahim, A. (2012). The effect of cooperative learning strategies on elementary students' science achievement and social skills in Kuwait. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 293-314.

- Effandi, Z. & Zanaton, I. (2007). Promoting cooperative learning in science and mathematics education: A Malaysian perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 35–39.
- Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1001–1015.
- Farha, N. W. (2009). An Exploratory Study into the Efficacy of Learning Objects. *The Journal of Educators Online*, 6(2). Retrieved March 08, 2016, from <http://www.thejeo.com/Archives/Volume6 Number2/FarhaPaper.pdf>
- Garnett, P. J., Garnet P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69–95.
- Gordon, M. (2008). Between constructivism and connectedness. *Journal of Teacher Education*, 59, 322 – 331.
- Gürer, M. (2013). Utilization of learning objects in social studies lesson: achievement, attitude and engagement. PhD thesis. Middle East Technical University, Turkey.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.
- Hoban, G. F. (2003). Changing the balance of a science teacher's belief system. In J. Walance, & J. Loughran (Eds.), *Leadership and professional development in science education* (pp. 19–33). London, UK: RoutledgeFalmer.
- IEEE (2005). *IEEE 1484.12.102002 Draft Standard for Learning Object Metadata*. NJ: IEEE Standards Department.
- Kay, R. H., & Knaack, L. (2007). A systematic evaluation of learning objects for secondary school students. *Journal of Educational Technology Systems*, 35 (4), 411-448.

- Kidman, G. (2012). Australia at the crossroads: A review of school science practical work. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(1), 35-47.
- Koponen, I.T., & Mäntylä, T., (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. *Science & Education*, 15(1), 31-54, DOI: 10.1007/s11191-005-3199-6.
- Liang, L. L. & Gabel, D. L. (2005). Effectiveness of a constructivist approach to science instruction for prospective elementary teachers. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1143–1162.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A & Clough, M. P. (2007). Teaching and learning in the school science laboratory. An analysis of research, theory, and practice. *In Handbook of research on science education (ed. S K Abell and N G Lederman)*, pp. 393–431. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J. & Chrostowski, S. J. (2004). TIMSS 2003 international science report: Findings from IEA’s Trends in International Mathematics and Science Study at the fourth and eighth grades. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Millar, R., Lubben, F., Gott, R. & Duggan, S. (1994). Investigating the school science laboratory: conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. *Research Papers in Education*, 9(2), 207-248.
- Millar, R., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J.F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In Psillos, D. and Niedderer, H. (eds.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (pp. 9-20). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. Paper prepared for the meeting High school science laboratories: Role and vision. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Morgan, P. J. (2011). Learning Objects and Online Library Instruction. Retrieved March 08, 2016, from <http://www.bama.ua.edu/~pmorgan/eport/LOS.pdf>.

- Murphy, C., Ambusaidi, A., & Beggs, J. (2006). Middle East meets West: Comparing children's. *International Journal of Science Education*, 28(4), 405–422.
- Murphy, C., Neil, P., & Beggs, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: *Ten years on Educational Research*, 49, 415–430.
- Ng, W., & Nguyen, V.T. (2006). Investigating the integration of everyday phenomena and practical work in physics teaching in Vietnamese high schools. *International Education Journal*, 7(1), 36-50.
- Pfundt, H. & Duit, R. (2000). Bibliography: Student's alternative frameworks and science education. *5th edn Kiel*. Germany: University of Kiel.
- Porlán, R., & Martín del Pozo, R. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. *Journal of Science Teacher Education*, 15(1), 39–62.
- Roth, W. (1995). Affordances of computers in teacher-student interactions: The case of Interactive Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 329–347.
- Saab, N., van Joolingen, W., & van Hout-Wolters, B. (2005). Communication in Collaborative Discovery Learning. *British Journal of Educational Psychology*, 75, 603–621.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 377–398.
- Siorenta, A., & Jimoyiannis, A. (2008), Physics instruction in secondary schools: an investigation of teachers' beliefs towards physics laboratory and ICT. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 185-202.
- Southerland, S., Abrams, E., Cummins, C., & Anzelmo, J. (2001). Understanding students' explanations of biological phenomena: Conceptual frameworks or p-prims? *Science Education*, 85, 328–348.

Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction, 15*, 317–419.

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Widolo, A., Duit, R. & Muller, C. (2002). Constructivist views of teaching and learning in practice: teachers' views and classroom behavior. *Paper presented at the Annual meeting of the national Association for Research in Science Teaching*, New Orleans.

Zakaria, E., & Iksan, Z. (2007). Promoting Cooperative Learning in Science and Mathematics Education: A Malaysian Perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3*(1), 35-39.

Ελληνική

Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α., Καλκάνης Γ. (2006): *Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω*. Βιβλίο Μαθητή και Τετράδιο Εργασιών Ε' και Στ' Δημοτικού. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α. (2006). *Ερευνώ και Ανακαλύπτω*. Βιβλίο Δασκάλου Ε' και Στ' Δημοτικού. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

Βορβυλάς, Γ. (2012). *Σχεδιασμός και χρήση μαθησιακών αντικειμένων: μια σημειωτική προσέγγιση*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.

Εμβαλωτής, Α. & Τζιμογιάννης, Α. (1999). Στάσεις καθηγητών της περιοχής των Ιωαννίνων σχετικά με την Πληροφορική και τις Νέες Τεχνολογίες στο Ενιαίο Λύκειο. 1ο Συνέδριο ΕΤΠΕ. Ιωάννινα.

Ιμβριώτη, Δ. (2006). *Το Μοντέλο του μικρόκοσμου ως Ενοποιητικό και Ερμηνευτικό Στοιχείο των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση - Λογισμικό και*

Αξιολόγηση. Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.
Ε.Κ.Π.Α.

Καλκάνης Γ.Θ., (2007). "Ερευνώ και Ανακαλύπτω" τα "Φυσικά" στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση – Προτάσεις για τη βέλτιστη Εφαρμογή των νέων Βιβλίων, Συμπόσιο / Εργαστήριο "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις- Φυσικές Επιστήμες - Η Βέλτιστη Εφαρμογή των νέων Βιβλίων Φυσικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης". 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Καμαριανός, Χ. Ι. (2002) . Εξουσία, ΜΜΕ και Εκπαίδευση. Βιβλιοθήκη Κοινωνικής Επιστήμης και Κοινωνικής Πολιτικής. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.

Καριώτογλου Π. (2006). Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γράφημα.

Κόκκοτας. Π.Β. (1998). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κόκκοτας. Π.Β. (1998). Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών- Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κόκκοτας, Π., Βλάχος, Ι. (2000). Ο ρόλος του πειράματος στην επιστήμη, τη διδασκαλία και τη μάθηση. Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες. Αθήνα: Εκδόσεις Τυπωθήτω.

Κόκκοτας, Π. (2006). Η ανάλυση των κοινωνικοπολιτισμικών προσεγγίσεων, οι βασικές παραδοχές τους και η σημασία τους για την εκπαίδευση στις Φ.Ε. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Μέθοδοι και Τεχνολογίες Μάθησης, Βόλος.

Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

- Κουμαράς, Π. (2002). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.
- Κοσσυβάκη, Φ. (2003). *Εναλλακτική Διδακτική, Προτάσεις για μετάβαση από τη Διδακτική του Αντικειμένου στη Διδακτική του Ενεργού Υποκειμένου*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Αντικείμενο και αναγκαιότητα. Στο J. Bliss, G. Cooper, Δ. Κολλιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Κ. Ραβάνης, J. Solomon, Α. Τσατσαρώνη, Β. Χατζηνικήτα & Β. Χρηστίδου (Επιμ.) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμος Α΄*, Πάτρα: ΕΑΠ, 25-50.
- Κώτσης, Κ. (2005). *Διδασκαλία της Φυσικής και Πείραμα*. Ιωάννινα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- 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 Φ.Ε. και Ν.Τ. στην Εκπαίδευση*, Παιδαγωγική Σχολή Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας Φλώρινα.
- Μικρόπουλος Τ., & Λαδιάς Τ. (1997). *Η LOGO στην εκπαιδευτική διαδικασία*. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Μικρόπουλος, Τ. Α. (2000). Εκπαιδευτικό Λογισμικό. *Θέματα σχεδίασης και αξιολόγησης λογισμικού υπερμέσων*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Μικρόπουλος Τ. Α. (2015). *Περί μαθησιακών αντικειμένων*. Σημειώσεις μαθήματος. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Μπούρμπουλα Ε., Καλκάνης Γ. (2013). Η Ψηφιακή Θερμοκάμερα ως Εργαστηριακό / Πειραματικό Εργαλείο της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες-Έρευνα, Πειραματισμοί, Αξιολόγηση, Συμπεράσματα, Προτάσεις. *8^ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΝΕΦΕΤ Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 26-28 Απριλίου 2013.

- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2002). Διαθεματικό Ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011). Βασικό επιμορφωτικό υλικό. Τόμος Β: Ειδικό μέρος, ΠΕ70 Δάσκαλοι. *Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών. Α΄ Φάση.*
- Πατσαδάκης, Μ. (2014). Πειραματική διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνίας. *Εκπαιδευτική Επικαιρότητα, Α(6)*, 26–35.
- Σάββας, Σ., Παναγοπούλου, Ε., Αποστολάκης, Ε., και Σωτηρίου, Σ. (2002). "Ερευνώ και ανακαλύπτω" Ομαδοσυνεργατική μάθηση στο Δημοτικό σχολείο. Τα νέα βιβλία Φυσικών Επιστημών για την Πρωτοβάθμια εκπαίδευση. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και την Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Ρέθυμνο.
- Σπυρόπουλου-Κατσάνη, Δ. (2000). *Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Εκδόσεις Τυπωθήτω.
- Σπύρτου, Ά. (2002). *Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες*. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ.
- Στύλος, Γ. (2014). *Στάσεις και πρακτικές των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2004), Στάσεις και αντιλήψεις εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους, στο Μ. Γρηγοριάδου (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση*, Τόμος Α΄, 165-176, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κ. (1995). *Οι έλληνες εκπαιδευτικοί της Α΄/θμιας και της Β΄/θμιας εκπαίδευσης απέναντι στο μάθημα της φυσικής. Διερεύνηση των απόψεων και*

των στάσεων των Ελλήνων εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσική, μελέτη των συνεπειών τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και διατύπωση σχετικών προτάσεων. Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Χαλκιά, Κ. (1999), *Το πείραμα στην καθημερινή σχολική πρακτική: Διερεύνηση των αντιλήψεων των στάσεων και των απόψεων των ελλήνων εκπαιδευτικών για τη διδακτική αξιοποίηση των πειραμάτων στο μάθημα της φυσικής*. Σύγχρονη εκπαίδευση, τεύχος 107, σελίδες 81–90.

Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη

Ηλεκτρονικές Πηγές

SCORE - Science Community Representing Education (2008). Work in science: a report and proposal for a strategic framework. Supported by Department for Children, Schools and Families and the Gatsby Charitable Foundation. <http://www.score-education.org/media/3668/report.pdf>

SCORE (Science Community representing Education) (2009). Getting practical: A framework for practical science in schools <http://www.score-education.org/publications>

Πρόγραμμα PISA: <http://www.iep.edu.gr/pisa/index.php/2012-03-13-10-37-01/sciliteracy>

Δ.Ε.Π.Π.Σ: - Α.Π.Σ:

http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf