

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟ
Τυπική, Άτυπη και Από Απόσταση Εκπαίδευση



ΝΙΦΟΡΑ ΝΙΚΟΛΙΤΣΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΠΕ 70

Διπλωματική Εργασία

**Διερευνητικές μαθησιακές δραστηριότητες βασισμένες σε ΤΠΕ: Μια
διδασκτική παρέμβαση για έννοιες του ηλεκτρισμού στο δημοτικό Σχολείο**

Επιβλέπων Καθηγητής
ΤΖΙΜΟΓΙΑΝΝΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΚΟΡΙΝΘΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2015

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Αθανάσιος Τζιμογιάννης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πελοποννήσου
(Επιβλέπων Καθηγητής)

Μπαγάκης Γεώργιος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Ραβάνης Κωνσταντίνος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «**Διερευνητικές Μαθησιακές Δραστηριότητες βασισμένες σε ΤΠΕ: Μια διδακτική παρέμβαση για έννοιες του ηλεκτρισμού στο δημοτικό σχολείο**» εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Εκπαιδευτικά Προγράμματα και Υλικό: Τυπική, Άτυπη και Από Απόσταση Εκπαίδευση (Συμβατικές και e-Μορφές)» του Τμήματος Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αθανάσιο Τζιμογιάννη για την πραγματικά πολύτιμη βοήθειά του, τόσο στην επιλογή αυτού του θέματος και στην παροχή υποστήριξης καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, όσο και στον πολύτιμο χρόνο που διέθετε για την καθοδήγησή μου.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εκπαιδευτικό του 17^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αχαρνών και σύζυγό μου, Κάρολο Βερνάρδο, για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, βιντεοσκοπώντας και κρατώντας σημειώσεις από τα μαθήματα. Τον ευχαριστώ επίσης πολύ για τη στήριξη και την ενθάρρυνσή του όλο αυτό το διάστημα, αλλά και για την παροχή όλου του απαραίτητου τεχνικού εξοπλισμού που χρειάστηκε, καθώς και για τη σημαντική βοήθεια που μου προσέφερε σε τεχνικά θέματα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μαθητές των τμημάτων Ε1, Ε2 και Ε3 του 17^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αχαρνών που συμμετείχαν στην έρευνα κατά το σχολικό έτος 2013-2014.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διδασκαλία και η μάθηση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) είναι μια εξαιρετικά σύνθετη και περίπλοκη διαδικασία, η οποία επηρεάζεται από μία πληθώρα παραγόντων. Οι διδακτικές προσεγγίσεις εποικοδόμησης των εννοιών των ΦΕ παρουσιάζουν ερευνητικό ενδιαφέρον. Η ανάπτυξη των Νέων Τεχνολογιών τα τελευταία χρόνια τροφοδότησε τη διδασκαλία και την έρευνα, καθώς φαίνεται ότι οι ΤΠΕ μπορούν να αποτελέσουν ένα αποτελεσματικό μαθησιακό εργαλείο που βοηθά στην υποστήριξη της ενεργητικής μάθησης, της αναλυτικής και κριτικής ικανότητας, της διερεύνησης και της οικοδόμησης της γνώσης. Η χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ, ως γνωστικών εργαλείων, βρίσκεται πλέον στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος, με στόχο την αναμόρφωση του ευρύτερου παιδαγωγικού πλαισίου και την ουσιαστική ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας.

Στο πλαίσιο αυτό, η Διερευνητική Μάθηση σε συνδυασμό με τη χρήση ΤΠΕ θεωρείται μία αποτελεσματική διδακτική προσέγγιση που μπορεί να ενταχθεί στην εκπαιδευτική πρακτική. Η ένταξη της έρευνας τίθεται στόχος στα σύγχρονα προγράμματα σπουδών πολλών ευρωπαϊκών χωρών. Ειδικότερα, για τις Φυσικές Επιστήμες και τη Διδακτική τους, προτείνεται ο σχεδιασμός διερευνητικών μαθησιακών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από ΤΠΕ που βασίζονται στις εποικοδομιστικές προσεγγίσεις για τη μάθηση, με στόχο οι μαθητές να τροποποιήσουν τα νοητικά μοντέλα και να εξαλείψουν τις παρανοήσεις που έχουν για έννοιες, διαδικασίες και συστήματα του φυσικού κόσμου.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η μελέτη μιας ολοκληρωμένης διδακτικής ακολουθίας (10 διδακτικών ωρών) που βασίστηκε στις αρχές της διερευνητικής μάθησης. Υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών Ε' τάξης Δημοτικού Σχολείου, σε μια τάξη είκοσι (20) μαθητών, και αφορούσε στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού. Η μεθοδολογική προσέγγιση της έρευνας αφορούσε στο σχεδιασμό μιας διδακτικής παρέμβασης με την εφαρμογή δεκατεσσάρων (14) διερευνητικών δραστηριοτήτων, οι οποίες περιελάμβαναν τη χρήση της λογισμικής εφαρμογής BBC Pod's mission – circuits builder , εικονικά πειράματα σε προσομοιωτές με τη χρήση των λογισμικών εφαρμογών phet.colorado.edu, καθώς και πραγματικά πειράματα με απλά υλικά.

Οι στόχοι της έρευνας ήταν να μελετηθεί α) η συμβολή των διερευνητικών δραστηριοτήτων βασισμένες σε προσομοιώσεις (ΤΠΕ) στην οικοδόμηση εννοιών του ηλεκτρισμού και β) οι δυνατότητες ένταξης των εργαλείων αυτών στην εκπαιδευτική πρακτική του δημοτικού σχολείου.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων ήταν τα φύλλα εργασίας των μαθητών, το πρωτόκολλο παρατήρησης, τα φύλλα αξιολόγησης καθώς και τα τεστ συγκράτησης (retention test) τα οποία συμπληρώθηκαν, μετά το πέρας δύο μηνών από την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης. Η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων έγινε με τη χρήση ενός πρωτοκόλλου και την ταξινομία SOLO, η οποία χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάλυση όχι μόνο των φύλλων αξιολόγησης των μαθητών αλλά και του τεστ συγκράτησης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν ότι, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας οικοδόμησαν καλύτερα τη γνώση για τον ηλεκτρισμό και παρουσίασαν υψηλότερο γνωστικό αποτέλεσμα, συγκριτικά με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Τέλος, αποδείχθηκε ότι οι διερευνητικές μαθησιακές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ αποτελούν μια «φιλική» προς τους μαθητές μαθησιακή στρατηγική, η οποία ενισχύει το ενδιαφέρον τους για μάθηση, τους ωθεί να ερευνούν και να ανακαλύπτουν και τέλος κάνουν ενεργητική τη μάθηση.

Λέξεις κλειδιά: Διερευνητική Μάθηση, Διερευνητικές Μαθησιακές Δραστηριότητες, ΤΠΕ, Φυσικές Επιστήμες, Προσομοιώσεις, Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρικό Κύκλωμα.

ABSTRACT

The teaching and learning of Science is a complex and complicated process, which is influenced by a variety of factors. The teaching approaches edification concepts of Science exhibit research interest. The development of new technologies in recent years fueled the teaching and research as shown that ICT can be an effective learning tool that helps to support active learning, analytical and critical ability, investigating and building knowledge. The use of ICT in the teaching of Science as cognitive tools, is now in the spotlight, with the aim of reforming the broader pedagogical framework and significantly enhance the learning process.

In this context, Inquiry Learning in conjunction with the use of ICT is considered an effective teaching approach that can be integrated into educational practice. The integration of scientific reasoning set goal in modern curricula in many European countries. In particular, the Natural Sciences and their teaching, planning exploratory learning activities proposed supported by ICT-based constructivist approaches to learning in order for students to change mental models and eliminate the misconceptions that have to concepts, procedures and systems of the natural world.

Purpose of this thesis is the design and the research of an integrated teaching sequence (10 credit hours) which was based on the principles of inquiry learning. Implemented as part of the course of Physics E grade elementary school, in a class of twenty (20) students, and involved in the teaching of electricity. The methodological approach of the research involved the design of a teaching intervention with the implementation of fourteen (14) exploratory activities, which included the use of the software application BBC Pod's mission - circuits' builder, virtual experiments on simulators using software phet.colorado.edu and actual experiments with simple materials.

The objectives of this research was to study a) the contribution of exploratory activities based simulations (ICT) in building concepts of electricity and b) the potential integration of these tools in the educational practice of primary school.

The tools used for data collection were the students' worksheets, the observation protocol, evaluation sheets and the retention test (retention test) which were completed, after two months of completion of the didactic intervention. The analysis of the research data was performed using a protocol and taxonomy SOLO, which was used in the analysis not only of students' evaluation sheets and retaining test.

The survey results revealed that students in the experimental group built better knowledge about electricity and showed higher cognitive outcome, compared with students in the control group. Finally, it was shown that the exploratory learning activities with ICT use are a "friendly" learning strategy to the students which enhances their interest in learning, pushes them to explore and to discover and also make active learning.

Key words: Inquiry Learning, Inquiry Learning Activities, ICT, Physical Science, Simulations, Electricity, Electric Circuits.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 Κριτήρια επιλογής θέματος.....	12
1.2 Η σημασία της έρευνας	15
1.3 Συνοπτική παρουσίαση της έρευνας και των αποτελεσμάτων.....	16
1.4 Οργάνωση της διπλωματικής εργασίας	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	19
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	19
2.1 Σύγχρονες προσεγγίσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση	20
2.1.1 Επικοινωνισμός.....	21
2.1.2 Διερευνητική μάθηση.....	22
2.1.3 Συνεργατική μάθηση με υποστήριξη υπολογιστή.....	28
2.2 Η σημασία του πειράματος.....	29
2.3 Παρανοήσεις, Εναλλακτικές Αντιλήψεις και Γνωστικές Δυσκολίες σχετικά με έννοιες του Ηλεκτρισμού.....	32
2.3.1 Συνήθεις εναλλακτικές αντιλήψεις – Συνήθεις γνωστικές δυσκολίες στους μαθητές δημοτικού	34
2.4 Η διδασκαλία του ηλεκτρισμού στην Ε΄ δημοτικού.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	41
Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΠΕ.....	41

3.1 Διερευνητική μάθηση υποστηριζόμενη από υπολογιστές	42
3.2 Επισκόπηση της βιβλιογραφίας.....	45
3.3 Στόχοι της έρευνας.....	49
3.4 Ερευνητικά ερωτήματα	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	51
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	51
4.1 Το πλαίσιο της έρευνας	52
4.2 Δείγμα.....	52
4.2.1 Σχέση μαθητών με ΤΠΕ.....	53
4.2.2 Σχέση μαθητών με Φυσικές Επιστήμες	54
4.3 Υλοποίηση έρευνας	54
4.3.1 Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης.....	54
4.4 Τα ερευνητικά εργαλεία.....	62
4.5.1 Φύλλα εργασίας ομάδων	62
4.5.2 Πρωτόκολλο παρατήρησης.....	64
4.5.3 Φύλλα αξιολόγησης.....	64
4.6 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	71
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	71
5.1 Παρατήρηση ανά ομάδα και ανά μαθητή.....	72
5.1.1 Ανάλυση ομαδικών φύλλων εργασίας.....	72
5.2 Γνωστικά αποτελέσματα (SOLO).....	102
5.2.1 Ανάλυση ατομικών φύλλων αξιολόγησης και τεστ συγκράτησης.....	102
5.3 Κατάταξη των απαντήσεων των μαθητών με βάση την ταξινόμια SOLO και σύγκριση ..	121
5.4 Συγκριτική κατάταξη μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου	128
5.5 Ποσοτικά δεδομένα του τεστ συγκράτησης από τις ερωτήσεις κλειστού τύπου και πολλαπλής επιλογής και σύγκριση μεταξύ ΠΟ και ΟΕ	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	136
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	136
6.1 Συζήτηση.....	137
6.2 Περιορισμοί της έρευνας.....	141
6.3 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη	142
6.4 Προτάσεις για την ένταξη διερευνητικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική του δημοτικού σχολείου	142
6.5 Επίλογος	144
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	145
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	152

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας εκθέτονται τα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία έγινε η επιλογή του θέματος καθώς και η σημασία της ερευνητικής μελέτης, ενώ παρουσιάζονται συνοπτικά η έρευνα και τα αποτελέσματά της. Στην τελευταία ενότητα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση της οργάνωσης και διάρθρωσής της.

1.1 Κριτήρια επιλογής θέματος

Οι ραγδαίες αλλαγές που συμβαίνουν τα τελευταία χρόνια συμπορεύονται με κοινωνικές και τεχνολογικές εξελίξεις, δημιουργώντας νέες ανάγκες και περισσότερες απαιτήσεις στο χώρο της εκπαίδευσης. Η μάθηση και η προσωπική ανάπτυξη του ατόμου γίνεται το επίκεντρο στην κοινωνία της Γνώσης που ζούμε κι έτσι όλο και περισσότεροι τρόποι και μέθοδοι απαιτούνται για να κάνουμε τη μάθηση πιο αποτελεσματική, πιο ενδιαφέρουσα, πιο γρήγορη και σαφώς πιο ελκυστική. Ο ρόλος της εκπαίδευσης αλλάζει και δημιουργείται επιτακτική ανάγκη να προσδιοριστούν εκ νέου οι στόχοι της και ως εκ τούτου να αλλάξει ριζικά το εκπαιδευτικό σύστημα.

Οι νέες προσεγγίσεις της διδακτικής διαδικασίας, οι προσπάθειες προσαρμογής των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών στα νέα πορίσματα της Διδακτικής, η αλλαγή των σχολικών εγχειριδίων, οι επιμορφώσεις των εκπαιδευτικών και η ανάγκη μετάβασης από δασκαλοκεντρικά σε μαθητοκεντρικά μαθησιακά περιβάλλοντα, δημιουργούν σιγά σιγά το εύφορο έδαφος που χρειάζεται για να ανθίσουν νέες διδακτικές πρακτικές στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Στην κοινωνία του 21ου αιώνα, η αληθινή μάθηση απαιτεί να είναι σε θέση να χρησιμοποιεί τις νέες τεχνολογίες, όχι μόνο για να ενισχύσει την ικανότητα του να απομνημονεύει κανείς και να επαναλαμβάνει τα γεγονότα, αλλά να συγκεντρώνει, να οργανώνει και να αξιολογεί τις πληροφορίες για να λύσει προβλήματα και να εφαρμόζει καινοτόμες πρακτικές ιδέες σε πραγματικές συνθήκες. «Η χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) ως εργαλείο μάθησης έχουν μεγάλο νόημα για τη μάθηση κι έχουν αναγνωριστεί και υπογραμμιστεί ως σημαντική προτεραιότητα για όλες τις χώρες της ΕΕ» (Τζιμογιάννης, 2010).

Η κατανόηση των Φυσικών Επιστημών από τα ευρύτερα κοινωνικά στρώματα είναι σημαντική για την οικονομική ανάπτυξη αλλά και τη ζωή, την ανεξαρτησία και την αυτονομία του κάθε ατόμου. Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες είναι μεγάλης σπουδαιότητας για τη δημοκρατική συμμετοχή των πολιτών σε έναν κόσμο, που κυριαρχείται από ζητήματα και προκλήσεις, που αφορούν στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία.

Ωστόσο και παρά τις παραπάνω διαπιστώσεις, σε πολλές χώρες, ιδιαίτερα στις πιο αναπτυγμένες, παρατηρείται μειωμένο το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, καθώς και για επαγγελματικές σταδιοδρομίες στους τομείς αυτούς. Σύμφωνα με διάφορες έρευνες, πολλοί λόγοι συνδράμουν σε αυτό, μεταξύ των οποίων και με κεντρική σημασία ο ρόλος του προγράμματος σπουδών. Τα νέα Προγράμματα Σπουδών ενισχύουν τη συνάφεια των Φυσικών Επιστημών με τα ενδιαφέροντα των μαθητών έχοντας λάβει υπόψη τους διεθνείς έρευνες, όπως το πρόγραμμα ROSE (Relevance of Science Education).

Το πρόγραμμα ROSE (με τη συμμετοχή 20 χωρών από όλες τις ηπείρους και σημαντικών διεθνών οργανισμών) διερεύνησε με ακρίβεια το βαθμό ενδιαφέροντος, τον οποίο οι έλληνες μαθητές εκδηλώνουν σε θέματα Φυσικών Επιστημών, οι οποίες εμπεριέχονται στο παλαιό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (Kock et al, 2011).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης, που αφορούν στην Ελλάδα, έδειξαν μια σημαντική έλλειψη συνάφειας του παλαιού αναλυτικού προγράμματος των Φυσικών Επιστημών στην υποχρεωτική εκπαίδευση με τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Αντίθετα, ορισμένα θέματα, που ενδιαφέρουν ελάχιστα τους μαθητές, καταλάμβαναν σημαντική έκταση στο πλαίσιο του παλαιού αναλυτικού προγράμματος. (Τζιμογιάννης, 2010).

Μία έρευνα του Κέντρου Εκπαιδευτικής Έρευνας είχε ως στόχο να διερευνήσει τα «λάθη», που κάνουν οι μαθητές της Β΄ Γυμνασίου στις Φυσικές Επιστήμες σε θέματα σχετικά με τα Φυσικά Μεγέθη, τη Θερμότητα, την Οπτική και τον Ηλεκτρομαγνητισμό, θέματα δηλαδή που είχαν ήδη διδαχθεί, όπως προκύπτει από τα γραπτά τους, στις τελικές ανακεφαλαιωτικές εξετάσεις του Ιουνίου. Το αντιπροσωπευτικό δείγμα της έρευνας εισήχθη σε μία βάση δεδομένων, η οποία σχεδιάστηκε, λαμβάνοντας υπόψη το αναλυτικό πρόγραμμα, το σχολικό εγχειρίδιο, τα

αποτελέσματα των ερευνών στον τομέα της διδακτικής αλλά και της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών και τέλος τα εξεταζόμενα θέματα στην τελική γραπτή εξέταση.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι σημαντικό ποσοστό μαθητών αδυνατεί να κατανοήσει βασικές έννοιες των Φυσικών Επιστημών ακόμα και μετά τη διδασκαλία. Ιδιαίτερα δύσκολα ερωτήματα για τους μαθητές αποδεικνύονται θέματα σχετικά με τα διαγράμματα αλλαγής φάσης (76%), την υδροστατική πίεση (71%), την ανάλυση του φωτός (74%), την ηλεκτρική δύναμη (74%), την επαγωγή (73%) και τη διάθλαση (70%).

Το πρόγραμμα PISA (Programme for International Student Assessment) είναι ένα διεθνές πρόγραμμα αξιολόγησης μαθητών. Αποτελεί την κύρια εκπαιδευτική έρευνα, που μετρά τις γνώσεις και τις δεξιότητες δεκαπεντάχρονων μαθητών, αυτών δηλαδή που στις περισσότερες χώρες ολοκλήρωσαν ή ολοκληρώνουν την υποχρεωτική τους εκπαίδευση. Στο πρόγραμμα (PISA) συμμετέχουν περίπου 60 χώρες από όλο τον κόσμο και πραγματοποιείται κάθε τρία χρόνια (PISA, 2014).

Το πρόγραμμα (PISA) δεν εξετάζει την επάρκεια συγκεκριμένων σχολικών αναλυτικών προγραμμάτων, αλλά διερευνά την ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν γνώσεις και δεξιότητες σε βασικά γνωστικά πεδία, όπως στην κατανόηση κειμένου, στα μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες. Επιπλέον διερευνά την ικανότητά τους να αναλύουν, να επιχειρηματολογούν αλλά και να εκφράζονται αποτελεσματικά, όταν μελετούν, ερμηνεύουν και επιλύουν προβλήματα της καθημερινής ζωής. Επειδή στο σχολείο οι μαθητές δεν μπορούν να μάθουν όλα, όσα χρειάζονται για να είναι περισσότερο αποτελεσματικοί, στο πλαίσιο της δια βίου μάθησης, χρειάζεται να διαθέτουν πέραν των γνώσεων και δεξιοτήτων και επίγνωση του «γιατί» και «πώς» μαθαίνουν. Για το λόγο αυτό ακριβώς το πρόγραμμα PISA διερευνά επιπλέον τα κίνητρα των μαθητών, την πεποίθηση που έχουν για τον εαυτό τους καθώς και τις στρατηγικές μάθησης, που υιοθετούν.

Τα αποτελέσματα της Ελλάδας στο διαγωνισμό δεν ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά τόσο το 2000, 2003, 2006 όσο και το 2009. Συγκεκριμένα, η Ελλάδα το 2006, μεταξύ 57 χωρών, στις Φυσικές Επιστήμες κατέλαβε την 38η θέση και το 2009, μεταξύ 65 χωρών, την 30η θέση.

Τα αποτελέσματα των προγραμμάτων (ROSE, «ΛΑΘΗ» και PISA) δείχνουν ότι το παλιό αναλυτικό πρόγραμμα, που ίσχυε στη χώρα μας για τις Φυσικές Επιστήμες, «δεν έχει –σε μεγάλο βαθμό– συνάφεια με τα ενδιαφέροντα των ελλήνων μαθητών και γι' αυτό ενδεχομένως μειώνεται το ενδιαφέρον τους γι' αυτές.» (Νέο Σχολείο, 2013)

Αναλογιζόμενοι τα παραπάνω, κατανοούμε πόσο επιτακτική είναι η ανάγκη νέων διδακτικών προσεγγίσεων στην ελληνική εκπαίδευση. Μια νέα διδακτική πρακτική, πραγματεύεται η παρούσα εργασία. Πρόκειται για τα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης βασισμένα σε προσομοιωτή.

Η μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας είναι ακατόρθωτο να εφαρμοστεί αυτούσια στην εκπαίδευση, καθώς είναι πολύ δύσκολη για τους μαθητές και δεν οδηγεί πάντα στη μάθηση (De Jong et al, 2013) αφού σύμφωνα με πολλές έρευνες όπως των De Jong et al. έχουν αποδείξει τη τεράστια σημασία της υποστήριξης, της καθοδήγησης και της «σκαλωσιάς» κατά τη διάρκεια της διερεύνησης των μαθητών, καθώς και τα χαμηλότερα γνωστικά αποτελέσματα όταν οι παραπάνω απουσιάζουν. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να δημιουργήσουμε για τους μαθητές τέτοια περιβάλλοντα μάθησης που βασίζονται στην έρευνα και στην ενεργητική και ανακαλυπτική μάθηση, αλλά που μπορούν επίσης να προσφέρουν ταυτόχρονα καθοδήγηση, υποστήριξη και «σκαλωσιά» στους μαθητές που διερευνούν.

Τέτοιες πρακτικές θα μπορούσαν να ενσωματώσουν τα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης τα οποία παρέχουν διάφορες μορφές καθοδήγησης και «σκαλωσιές» ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές στις διαδικασίες της διερευνητικής μάθησης. Τα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης βασισμένα σε προσομοιωτή, που περιλαμβάνουν καθοδήγηση, οδηγούν σε επιτυχή μάθηση. Επιπλέον εκτός από τις «σκαλωσιές» που παρέχουν στο μαθητή, τα περιβάλλοντα αυτά ευνοούν και ίσως απαιτούν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, η οποία προσφέρει την αλληλεπίδραση μεταξύ τους και οδηγεί σε βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση (Gijlers & De Jong, 2013).

Ειδικότερα, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, επιλέξαμε τα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα καθοδηγούμενης διερευνητικής μάθησης βασισμένα σε προσομοιωτή, πάνω στα οποία βασιστήκαμε για να σχεδιάσουμε μια διδακτική παρέμβαση με δεκατέσσερις (14) διερευνητικές δραστηριότητες για είκοσι (20) μαθητές Ε' δημοτικού στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα στην ενότητα του Ηλεκτρισμού.

Προσπαθώντας να περιγράψουμε τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στην πρωτοβάθμια και στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα, θα λέγαμε ότι προτρέπεται και ευνοείται σε μεγάλο βαθμό η στείρα αναπαραγωγή και η απομνημόνευση. Παρόλο που τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια σημαντική προσπάθεια από το Υπουργείο Παιδείας αλλαγής των ΑΠΣ και των σχολικών εγχειριδίων, η διδακτική πρακτική δυστυχώς δεν απέχει από εκείνη που οι ίδιοι εκπαιδευτικοί είχαν λάβει όταν ήσαν μαθητές. Ειδικότερα, στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, το σχολικό εγχειρίδιο, το οποίο αποτελείται από το βιβλίο μαθητή και το τετράδιο εργασιών, ευνοεί μέσα από φύλλα εργασίας την εκτέλεση πειραμάτων με απλά υλικά, τη συνεργατική μάθηση και τη διερεύνηση και ταυτόχρονα παρέχει υποστηρικτικό υλικό με χρήσιμες πληροφορίες σχετικές με την ενότητα που πραγματεύεται. Παρόλο που το εγχειρίδιο ευνοεί τη διερευνητική μάθηση πολλοί είναι οι εκπαιδευτικοί που επιμένουν να διδάσκουν τις Φυσικές Επιστήμες με τις ίδιες πεπαλαιωμένες μεθόδους που οι ίδιοι διδάσκονταν όταν ήσαν μαθητές. Αυτό επιβεβαιώνεται από αρκετές μελέτες και σε αυτό αποδίδεται η αρνητική στάση πολλών μαθητών απέναντι στις ΦΕ όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Taconis (Kock, 2011). Επιπλέον, «ακόμα κι αν οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν τη σημασία της εισαγωγής των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, τείνουν να είναι λιγότερο θετικοί απέναντι στην εκτεταμένη χρήση τους και πολύ λιγότερο πεπεισμένοι για τη δυναμική τους στη βελτίωση της διδασκαλίας» (Jimojiannis & Komis, 2006).

Η εκπαιδευτικές πρακτικές όμως θα πρέπει συνεχώς να βελτιώνονται, να εκσυγχρονίζονται και να ακολουθούν τις κοινωνικές εξελίξεις. Σε αυτό το σημείο έρχονται να συμβάλουν τα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης, βασισμένα στη χρήση ΤΠΕ, τα οποία αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο και εύκολο εργαλείο για το εκπαιδευτικό, καθώς με πολύ απλό τρόπο μπορεί να εντάξει όλους τους μαθητές στη μαθησιακή διαδικασία, να τους κάνει περισσότερο ενεργούς και να τους βοηθήσει να επιτύχουν βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση. Επιπλέον τους ωθεί να συνεργαστούν και να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους. Τα παραπάνω περιβάλλοντα τα οποία παρέχουν υποστήριξη στους μαθητές συχνά οδηγούν σε επιτυχή μάθηση, όπως έχουν καταστήσει σαφές διάφορες πρόσφατες μετά-αναλύσεις (Gijlers & De Jong, 2013), δίνοντας έμφαση στην προσφορά τους ειδικά στη διδακτική των ΦΕ.

Όπως συμπεραίνουμε, λοιπόν, από τα προλεγόμενα, το θέμα της διερευνητικής μάθησης μέσω της χρήσης ΤΠΕ σε ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μάθησης στο δημοτικό σχολείο, επιλέχθηκε με βάση την προβληματική που παρουσιάστηκε, η οποία αφορά τόσο στην εκπαιδευτική διαδικασία όσο και στη μάθηση, με ιδιαίτερη έμφαση στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα στην ενότητα «Ηλεκτρισμός».

1.2 Η σημασία της έρευνας

Η παρούσα διπλωματική εργασία εντάσσεται στο γενικό πλαίσιο υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας μέσα από την αξιοποίηση εναλλακτικών μεθόδων μάθησης. Στο πλαίσιο αυτό προτείνονται δυνατοί τρόποι ένταξης και αξιοποίησης διερευνητικών μαθησιακών δραστηριοτήτων με τη χρήση ΤΠΕ στο γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο «Ηλεκτρισμός» της Ε' δημοτικού.

Σύμφωνα με το άρθρο των Kock et al, από τα σχολικά μαθήματα η Φυσική ειδικότερα αντιμετωπίζεται ως «δύσκολη» και «μη ελκυστική» από τους μαθητές. (Taconis & Kessels, 2009). Διεθνείς συγκριτικές μελέτες, όπως οι ROSE και PISA, δείχνουν πως οι περισσότεροι μαθητές σε σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν θετική στάση απέναντι στην επιστήμη και την τεχνολογία αλλά ταυτόχρονα πολύ λιγότερη θετική στάση απέναντι στις επιστήμες ως σχολικό μάθημα. Σύμφωνα με στοιχεία του ΟΟΣΑ (2006) ο αριθμός σπουδαστών που επιλέγουν θετικές επιστήμες έχει δείξει σημαντική μείωση.

Το παραπάνω προκαλεί ανησυχίες, καθώς μια βασική προϋπόθεση στην Κοινωνία της Γνώσης, για να παραμείνουν οι χώρες καινοτόμες και ανταγωνιστικές σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι να προσπαθούν για ολοένα επιστημονικά και τεχνολογικά εκπαιδευμένο εργατικό δυναμικό. Ο επιστημονικός γραμματισμός δεν θεωρείται μόνο οικονομική αξία αλλά έχει και πολιτιστική σημασία για τα άτομα σε ένα επιστημονικά και τεχνολογικά προσανατολισμένο κόσμο (Laughsch, 2000).

Σε αντίθεση με την ανάγκη για επιστημονικό γραμματισμό, στο σχολείο οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με την «έτοιμη επιστήμη» (ready-made science) (Latour, 1987) αφού εκεί τους δίνεται έτοιμη, δεδομένη η επιστημονική γνώση μη προκαλώντας τους το ενδιαφέρον να την ανακαλύψουν ή να την διερευνήσουν οι ίδιοι. Ωστόσο η εξοικείωση με την καλλιέργεια της επιστήμης απαιτεί από τους μαθητές να βιώσουν τις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας. Να βιώσουν δηλαδή το «science in the making» σύμφωνα με τον Latour (1987). Αυτό, φυσικά, δε σημαίνει πραγματοποίηση αυθεντικής επιστημονικής ερευνητικής εργασίας αλλά μάλλον μια ουσιαστική εξομοίωση των επιστημονικών πρακτικών και κατά κύριο λόγο ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε αυθεντικές δραστηριότητες (Hung & Chen, 2007).

Στην παρούσα εργασία προβληματιστήκαμε σχετικά με τις λανθασμένες αντιλήψεις και τα εννοιολογικά προβλήματα που δημιουργούνται στους μαθητές σε πολλές θεματικές ενότητες των φυσικών επιστημών που διδάσκονται στο ελληνικό δημοτικό σχολείο. Αναρωτηθήκαμε πώς αυτές δημιουργούνται και πώς θα μπορούσαν να διορθωθούν μέσα από τις κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις. Μας απασχόλησε ιδιαίτερα το αν και το πώς θα μπορούσαν να βοηθήσουν οι ΤΠΕ δημιουργώντας ένα περιβάλλον που θα καλλιεργεί την ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε διερευνητικές δραστηριότητες και στον πειραματισμό. Εστιάσαμε στην ενότητα του ηλεκτρισμού καθώς αφενός είναι μία θεματική ενότητα των φυσικών επιστημών που διδάσκεται στους μαθητές Ε' και ΣΤ' δημοτικού, τάξεις στις οποίες εισάγονται οι φυσικές επιστήμες ως ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο για πρώτη φορά στο δημοτικό σχολείο και σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα ξεκινά η διαδικασία της διερεύνησης και του πειραματισμού. Αφετέρου οι μαθητές λόγω του ότι έχουν σχετικές καθημερινές εμπειρίες με τον ηλεκτρισμό έχουν καταλήξει σε λανθασμένα εννοιολογικά συμπεράσματα τα οποία πολλές φορές είναι δύσκολο να κατατριφθούν από τον εκπαιδευτικό.

Σύμφωνα με τους Kock et al (2011), έχουν τεκμηριωθεί ευρέως εννοιολογικά προβλήματα όσον αφορά στην ηλεκτρική ενέργεια. Στην πολύ γνωστή STCSE βιβλιογραφία του Duit (1996) σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών και την εννοιολογική αλλαγή, απαριθμούνται αρκετές εκατοντάδες δημοσιεύσεις για την εκμάθηση της ηλεκτρικής ενέργειας, αρχής γενομένης από τη δεκαετία του '80, όπως του Shipstone (1984). Με τα χρόνια, διάφορα διορθωτικά μέτρα έχουν προταθεί για την αντιμετώπιση των εννοιολογικών προβλημάτων των μαθητών πάνω στην

ηλεκτρική ενέργεια, αλλά μόνο με περιορισμένη επιτυχία (Mulhall et al. 2001) . Έτσι το θέμα εξακολουθεί να λαμβάνει την προσοχή των ερευνητών όπως των Engelhardt & Beichner 2004, Hart 2008, Taber et al., 2006, Duit & Schecker, 2007.

Ερχόμενοι στο να καταπιαστούμε με τις επιστημονικές έννοιες στο πεδίο της ηλεκτρικής ενέργειας απαιτείται η κατανόηση της φυσικής που εμπλέκεται, η οποία έρχεται τουλάχιστον εν μέρει, σε αντίθεση με τις καθημερινές εμπειρίες και τους τρόπους που μιλάμε για την ηλεκτρική ενέργεια (Duit & Schecker 2007).

1.3 Συνοπτική παρουσίαση της έρευνας και των αποτελεσμάτων

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη σε μαθητές Ε' δημοτικού στο 17^ο δημοτικό σχολείο στην περιοχή των Αχαρνών. Αρχικά, συμβουλευτήκαμε τα σχολικά εγχειρίδια της Ε' δημοτικού για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών, βιβλίο μαθητή, τετράδιο εργασιών και βιβλίο εκπαιδευτικού, «Ερευνώ και ανακαλύπτω». Συμβουλευτήκαμε επίσης το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, δίνοντας έμφαση στους στόχους της συγκεκριμένης ενότητας, δηλαδή του ηλεκτρισμού. Μελετώντας παράλληλα τις αρχές της διερευνητικής μάθησης με τη χρήση ΤΠΕ και έχοντας εντυπώσει στα ηλεκτρονικά περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης βασισμένα σε προσομοιωτή, σχεδιάσαμε μια διδακτική παρέμβαση με διερευνητικές μαθησιακές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ, για την πραγματοποίηση της οποίας κατασκευάσαμε εκ νέου πέντε ομαδικά φύλλα εργασίας, τρία ατομικά φύλλα αξιολόγησης και ένα ατομικό τεστ συγκράτησης. Οι μαθητές κατά τη διδακτική παρέμβαση εργάστηκαν ομαδικά χωρισμένοι σε πέντε ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Λίγες μέρες μετά το κάθε δίωρο οι μαθητές συμπλήρωναν ατομικά φύλλα εργασίας και 5 εβδομάδες μετά τη λήξη της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές συμπλήρωσαν ατομικά το τεστ συγκράτησης.

Η ερευνήτρια πραγματοποίησε τη διδακτική παρέμβαση και δύο εκπαιδευτικοί του σχολείου βιντεοσκόπησαν τα πέντε δίωρα καθώς επίσης κρατούσαν σημειώσεις. Έτσι τα δεδομένα που συλλέξαμε προέρχονταν από τις βιντεοσκοπήσεις, τα φύλλα εργασίας και τα φύλλα αξιολόγησης. Επεξεργαστήκαμε τον προφορικό και γραπτό λόγο των μαθητών με την ποιοτική ανάλυση περιεχομένου. Αφού οργανώσαμε τα δεδομένα, κατασκευάσαμε κάποιους δείκτες με τους οποίους αξιολογούσαμε τη συχνότητα εμφάνισης συγκεκριμένων χαρακτηριστικών διερευνητικής μάθησης στον τρόπο εργασίας των μαθητών και το γνωστικό αποτέλεσμα. Για να καταστεί εφικτό το παραπάνω, βασιζόμενοι σε άλλες παρόμοιες έρευνες, κατασκευάσαμε μια πεντάβαθμη κλίμακα η οποία αναλύεται εκτενώς στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση, αποδείχθηκε πως οι μαθητές κατόρθωσαν να οικοδομήσουν νέα γνώση και επετεύχθη η εννοιολογική αλλαγή των εναλλακτικών αντιλήψεων που είχαν διαμορφώσει. Επίσης αποδείχθηκε το γεγονός ότι οι μαθητές όσο περισσότερο χρονικό διάστημα περνούσε δουλεύοντας με τις αρχές της διερευνητικής μάθησης με ΤΠΕ, εμφάνιζαν περισσότερα χαρακτηριστικά της στο τρόπο δουλειά τους. Τέλος φάνηκε πως είναι απόλυτα εφικτό να στηριχθεί η διδασκαλία μίας ολόκληρης ενότητας (πέντε δίωρων) στις αρχές της διερευνητικής μάθησης με τη χρήση ΤΠΕ, με τις ΤΠΕ ως αναπόσπαστο και ουσιώδες κομμάτι της διδακτικής πρακτικής και όχι ως ένα περιστασιακό εμβόλιμο μέσο. Γενικότερα, αποδείχθηκε πως η διερευνητική μάθηση βασισμένη σε προσομοιωτή, ως γνωστικό εργαλείο, συνεισφέρει σημαντικά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

1.4 Οργάνωση της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε έξι κεφάλαια, τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

Κεφάλαιο 1

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το ερευνητικό πρόβλημα και η μεθοδολογική ερευνητική προσέγγιση που ακολουθείται στη συγκεκριμένη εργασία.

Κεφάλαιο 2

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη θεμελίωση του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας. Περιλαμβάνει μια εκτενή επισκόπηση της σχετικής με το θέμα βιβλιογραφίας. Οριοθετείται το πρόβλημα και δίνεται έμφαση στα σχετικά ευρήματα, σε μεθοδολογικά θέματα και στα πιο σημαντικά συμπεράσματα των μελετών της βιβλιογραφίας. Η ανάλυση και συγκριτική παρουσίαση ξεκινά από τις παλαιότερες και προς τις νεότερες χρονικά έρευνες. Παρουσιάζεται η διδακτική των ΦΕ και ειδικότερα για το κεφάλαιο του ηλεκτρισμού, καθώς επίσης αναλύονται και οι γνωστικές δυσκολίες και παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με τις έννοιες του ηλεκτρισμού.

Κεφάλαιο 3

Το τρίτο κεφάλαιο και αυτό στα πλαίσια του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας, αναφέρεται αποκλειστικά στη διερευνητική μάθηση βασισμένη σε ΤΠΕ. Στόχος είναι να δοθούν εκείνες οι πληροφορίες που στόχο έχουν να κάνουν το θέμα κατανοητό στο ευρύ κοινό. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην παρουσίαση άλλων ερευνών σχετικές με το παρόν θέμα.

Κεφάλαιο 4

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση της ερευνητικής διαδικασίας. Περιγράφεται η μεθοδολογία συμπεριλαμβανομένου των ερευνητικών ερωτημάτων, του δείγματος, των ερευνητικών εργαλείων, της μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων και γίνεται λεπτομερής περιγραφή της ερευνητικής διαδικασίας που ακολουθήθηκε.

Κεφάλαιο 5

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται εκτενής ανάλυση των δεδομένων που συλλέξαμε κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας.

Κεφάλαιο 6

Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται περαιτέρω ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, σύγκριση με άλλες συναφείς μελέτες από την βιβλιογραφία και διατυπώνονται τα συμπεράσματα της έρευνας. Τέλος, παρουσιάζονται οι περιορισμοί και οι προοπτικές για επιπλέον μελέτη και προτάσεις σχετικά με την ένταξη της διερευνητικής μάθησης βασισμένης σε ΤΠΕ και των σχετικών λογισμικών στην εκπαιδευτική πρακτική.

Η εργασία συμπληρώνεται από τα Παραρτήματα, όπου περιλαμβάνονται σημαντικά στοιχεία της έρευνας (φύλλα εργασίας, κλπ.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Παρουσιάζεται το παιδαγωγικό πλαίσιο μέσα από τις σύγχρονες προσεγγίσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Δίνεται έμφαση στην έννοια του πειράματος και τη σημασία του στη διδασκαλία των Φ.Ε. καθώς και στη συνεργατική μάθηση. Επίσης, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπως και στις αναπαραστάσεις και εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών στο πεδίο αυτό. Τέλος, γίνεται διαπραγμάτευση του ρόλου που έχουν οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη διαμόρφωση διερευνητικών περιβαλλόντων μάθησης και επισημαίνονται τα ζητήματα ένταξής τους στην εκπαιδευτική πρακτική γενικότερα και ειδικότερα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

2.1 Σύγχρονες προσεγγίσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση

Βασική αποστολή κάθε σχολικής δραστηριότητας είναι η πνευματική και κοινωνική ανέλιξη του μαθητή. Κάτω από το πρίσμα αυτό, οι γνώσεις που προσφέρονται πρέπει να αποσκοπούν στην παροχή εφοδίων, όχι μόνο επιστημονικά αλλά και κοινωνικά χρήσιμων, εφοδίων πολύτιμων για την καθημερινή ζωή. Ο πατέρας της επαγωγικής μεθόδου Francis Bacon (1561-1626) χαρακτηρίζει τη γνώση ως εξουσία: «Η γνώση από μόνη της είναι εξουσία...» (Mackay, 1991), εξουσία που σύμφωνα την Οικουμενική Διακήρυξη των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου και το Σύνταγμα της χώρας μας δικαιούται ισότιμα κάθε μαθητής. Με την προϋπόθεση ότι η μάθηση οδηγεί στη γνώση, με όποιον τρόπο και αν αυτή προσεγγίζεται, θα έχει οπωσδήποτε τις επιδράσεις της στην επιλογή από το μαθητή της στάσης του απέναντι στο κοινωνικό σύνολο και θα επηρεάσει τις επιλογές της ζωής του.

Οι μέθοδοι διδασκαλίας και μάθησης βρίσκονται σε μία διαδικασία επανεξέτασης (Navarro et al., 2012), αναθεώρησης και ανανέωσης, καθώς οι στόχοι και τα προφίλ των μαθητών αλλάζουν συνεχώς. Η Κοινωνία της Γνώσης, σύμφωνα με τις τελευταίες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Πολιτικής, απαιτεί από τους μαθητές συγκεκριμένες ικανότητες και δεξιότητες, ως εκ τούτου οι μέθοδοι διδασκαλίας και μάθησης δεν μπορούν να παραμένουν ίδιες. Οι σύγχρονες προσεγγίσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση θέλουν το μαθητή να διαδραματίζει ενεργό ρόλο, στον οποίο πρέπει να προκαλείται το ενδιαφέρον και η απορία, έτσι ώστε να προβληματίζεται, να αναρωτιέται, να ψάχνει, να συνεργάζεται, να ερευνά και να ανακαλύπτει τη γνώση. Σκοπός της εκπαίδευσης τίθεται η σε βάθος οικοδόμηση της γνώσης, η οποία φυσικά για να επιτευχθεί πρέπει να παρέχονται στους μαθητές οι απαραίτητες σκαλωσιές (scaffolding), έτσι ώστε να μπορέσουν να δομήσουν τη νεοαποκτηθείσα γνώση.

Τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης όπως η χρήση προσομοιωτών και άλλων λογισμικών, η παρακολούθηση βίντεο και η ιστοεξερεύνηση παρέχουν στους μαθητές την ευκαιρία να οργανώνουν και να δομούν τις νεοαποκτηθείσες γνώσεις, μπορούν να τους παρέχουν ή να λειτουργήσουν ως σκαλωσιές κατά τη μαθησιακή διαδικασία και τους βοηθούν να ενσωματώνουν τις νέες γνώσεις σε νέες καταστάσεις. Στηρίζονται στη θεωρία του εποικοδομισμού πάνω στον οποίο θεμελιώνεται η διερευνητική ή ανακαλυπτική μάθηση (inquiry learning). Συχνά τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης χρησιμοποιούνται ως διερευνητικές δραστηριότητες ενσωματωμένες στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Έτσι ελαχιστοποιείται το γνωστικό φορτίο και μεγιστοποιείται το γνωστικό αποτέλεσμα.

Η θεωρία του γνωστικού φορτίου του Sweller (1994) προτείνει ότι το εκπαιδευτικό υλικό και οι δραστηριότητες που δίνονται στους μαθητές κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα πρέπει να διαμορφώνεται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται οποιοδήποτε περιττό φορτίο γνωστικών πόρων των μαθητών και να μεγιστοποιείται, βεβαίως, η ανάπτυξη της δόμησης της γνώσης. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, ο σχεδιασμός της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα πρέπει να εξετάζει το γνωστικό φορτίο που παράγεται από την πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ των απαιτήσεων του μαθησιακού υλικού, τη διαδικασία μάθησης, και τον τρόπο παρουσίασης (Cuevas & Fiore, 2014). Οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ, έχουν τη δυνατότητα να ελαχιστοποιούν το γνωστικό φορτίο και να προσφέρουν καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα στους μαθητές, τα οποία, βέβαια, αποτελέσματα δεν περιλαμβάνουν μόνο τη δεξιοτεχνία αυτών που μαθαίνουν μέσα από βασική τεκμηριωμένη πληροφόρηση, αλλά και την οργάνωση, την ενσωμάτωση και την εφαρμογή των σχετικών γνώσεων σε νέες καταστάσεις (Chipman et al. 2013, στο Cuevas & Fiore, 2014). Έτσι, η εκπαίδευση θα πρέπει, επίσης, να στοχεύει στη διευκόλυνση της ικανότητας των μαθητών να ενσωματώνουν αποτελεσματικά διαφορετικές συνιστώσες της γνώσης και να εφαρμόζουν τις νέο-αποκτηθείσες γνώσεις σε μια πληθώρα από σενάρια, σχετικά με ένα πεδίο. Τέτοια μαθησιακά αποτελέσματα, τα οποία προκύπτουν μετά από την εκπαίδευση των

μαθητευόμενων, αποδεικνύουν αν οι μαθητές έχουν αποκτήσει ένα υψηλότερο και πιο ευέλικτο επίπεδο κατανόησης του υλικού (Cuevas & Fiore, 2014).

Στις αρχές του εποικοδομισμού, πάνω στον οποίο θεμελιώνεται η διερευνητική μάθηση, στην οποία βασίζεται η διδακτική παρέμβαση που σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε, συναντάμε την ενσωμάτωση των νέων γνώσεων σε νέες καταστάσεις. Αυτό αποτελεί και μία απόδειξη υψηλού γνωστικού αποτελέσματος. Φυσικά, οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ εκτός από το να προτρέπουν τους μαθητές να ανακαλύπτουν οι ίδιοι τη γνώση μέσα από μία συγκεκριμένη διαδικασία που θα αναλυθεί παρακάτω, τους ωθούν να ενσωματώσουν τις νέες γνώσεις σε νέες και διαφορετικές καταστάσεις έτσι ώστε να επιτευχθεί βαθύτερη και ουσιαστικότερη δόμησή τους.

2.1.1 Εποικοδομισμός

Ο εποικοδομισμός (constructivism) «εστιάζει στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στη νέα πληροφορία και στα ήδη υπάρχοντα νοητικά σχήματα, που έχει οικοδομήσει το άτομο σε προηγούμενες ερμηνευτικές του εμπλοκές με την εξωτερική πραγματικότητα. Πρώτος εκφραστής της θεωρίας του εποικοδομισμού είναι ο Piaget, ο οποίος χαρακτηριστικά αναφέρει ότι «τα παιδιά κατανοούν ό,τι ταιριάζει στη γνωστική τους δομή και αγνοούν κατά έναν υπέροχο τρόπο ό,τι την ξεπερνά» (Piaget, 1985). Θα πρέπει να τονιστεί πως η θεωρία του εποικοδομισμού ή κονστρουκτιβισμού αφορά σε έναν συγκεκριμένο τρόπο θεώρησης της γνώσης και της απόκτησής της, δηλαδή της μάθησης (Duit, 1996). Υπάρχουν πολλές παραλλαγές της θεωρίας αυτής. Οι κυριότεροι θεωρητικοί του εποικοδομισμού είναι οι Wertheimer, Piaget, Vygotsky, Bruner, Bandura, Glaserfeld, Rogers και Dewey. Κοινός πυρήνας όλων είναι ότι «η ανθρώπινη γνώση είναι μία διαδικασία προσωπικής γνωστικής κατασκευής ή εφεύρεσης, που αναλαμβάνει το ίδιο το άτομο που προσπαθεί, με οποιοδήποτε σκοπό, να δώσει νόημα στο κοινωνικό ή φυσικό του περιβάλλον» (Taylor, 1993). Οι υποστηρικτές του εποικοδομισμού αντιμετωπίζουν τη μάθηση ως μία ενεργή διαδικασία στην οποία οι μαθητές κατασκευάζουν ενεργά τη γνώση προσπαθώντας να κατανοήσουν τον κόσμο που τους περιβάλλει. Με άλλα λόγια, θα λέγαμε, πως σύμφωνα με τους υποστηρικτές του εποικοδομισμού, η γνώση δεν θεωρείται ακριβές αντίγραφο ή αναπαραγωγή του έξω κόσμου αλλά η κατασκευή του ατόμου. Επομένως η μάθηση είναι μια προσωπική κατασκευή του ίδιου του ατόμου (Duit, 1996).

Η κατανόηση επιτυγχάνεται μέσω της κατασκευής και σύνθεσης νοητικών προτύπων από το άτομο, τα οποία κατασκευάζονται με βάση την προγενέστερη γνώση, τις νοητικές δομές και τις υπάρχουσες πεποιθήσεις του. Ουσιαστικά η μάθηση είναι η εσωτερική ρύθμιση των νοητικών αυτών προτύπων, έτσι ώστε να ενσωματώσουν τις νέες εμπειρίες στις ήδη προϋπάρχουσες. Ο μαθητής σε όλη αυτή τη διαδικασία δεν θεωρείται, φυσικά, παθητικός δέκτης αλλά διαδραματίζει ενεργό ρόλο καθώς αποτελεί τον «ενεργό κατασκευαστή της γνώσης» (Duit, 1996). Πρόκειται για μια «συνεχή διαδικασία αλληλεπιδράσεων, κατά τις οποίες αυτό που μαθαίνει το υποκείμενο τώρα επηρεάζεται από εκείνο που έχει μάθει νωρίτερα και αυτό με τη σειρά του θα επηρεάσει κάποιο που θα μάθει αύριο» (Μπάκουλη, 2013).

Μία από τις βασικότερες αρχές του εποικοδομισμού είναι η ύπαρξη αυθεντικών μαθησιακών δραστηριοτήτων στη διδακτική πράξη που να απαιτούν διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, έτσι ώστε να γεφυρώνεται το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στο σχολείο και στις δραστηριότητες έξω από αυτό. Επιπλέον, να ενθαρρύνεται η έκφραση και η προσωπική εμπλοκή του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία. Σύμφωνα με τον εποικοδομισμό το περιεχόμενο της μάθησης δεν ορίζεται εκ των προτέρων, αφού θα πρέπει να κατασκευαστεί με τη γνώση των μαθητών. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει το ρόλο του βοηθού, του υποστηρικτή κατά τη διαδικασία της μάθησης. Υποστηρίζει και οργανώνει τον μαθητή για να κατασκευάσει τα εννοιολογικά και λειτουργικά νοητικά σχήματα σχετικά με τα αντικείμενα της μάθησης.

Η θεωρία του εποικοδομισμού, αν και επιδέχεται, σύμφωνα με τον Duit (1996), περαιτέρω βελτιώσεις και προεκτάσεις, έχει αποδειχθεί πολύτιμος οδηγός για μια μαθητοκεντρική παιδαγωγική, ιδιαίτερα όσον αφορά στη διδασκαλία των ΦΕ, με την οποία καταπιανόμαστε σε αυτή της εργασίας. Μεγάλη σημασία δίνεται στις προγενέστερες γνώσεις των μαθητών, καθώς είναι αυτές που θα αποτελέσουν τις βάσεις και τα θεμέλια πάνω στα οποία θα δομηθούν τα νέα νοητικά πρότυπα, οι νέες γνώσεις. Για τον παραπάνω λόγο υπάρχει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον στον εντοπισμό των εναλλακτικών γνωστικών αντιλήψεων ή παρανοήσεων που έχουν σχηματίσει οι μαθητές για τα προς μελέτη θέματα στις ΦΕ. Οι αρχές της θεωρίας του εποικοδομισμού στις ΦΕ υλοποιούνται στην μαθησιακή διαδικασία μέσα από πρακτικές όπως η επίλυση προβλήματος (problem solving), η διερεύνηση (inquiry) και το πείραμα (experiment), πάνω στις οποίες βασιστήκαμε για να σχεδιάσουμε τη διδακτική παρέμβαση. Οι παραπάνω πρακτικές εμπεριέχονται σε ένα είδος μάθησης που βασίζεται πάνω στις αρχές του εποικοδομισμού, στη διερευνητική μάθηση (inquiry learning) που αναλύεται παρακάτω και σχετίζεται με τα στάδια που ακολουθεί η επιστημονική έρευνα για να φτάσει στη γνώση.

Αποδεικτικά στοιχεία που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία, όπως των Jamaludin et al. (2009) και Dickey (2003) αποδεικνύουν ότι τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες (ΤΠΕ) εμφανίζονται καταλληλότερα για τη μάθηση με τις αρχές του εποικοδομισμού. Καθώς ο εποικοδομισμός απαιτεί τη δόμηση και αναδόμηση των αντικειμένων (Papert, 1980), εμφανίζεται να είναι η προφανής παιδαγωγική θεώρηση για τη χρήση των εικονικών περιβαλλόντων μάθησης, τα οποία έχουν εργαλεία που παρουσιάζουν τη δυνατότητα να δομούν θέματα σε ένα ευέλικτο, ευπροσάρμοστο και διαρκές περιβάλλον (Girvan & Savage, 2010). Τέτοια περιβάλλοντα μάθησης εμπεριέχονται στις διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν στη διδακτική παρέμβαση που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

2.1.2 Διερευνητική μάθηση

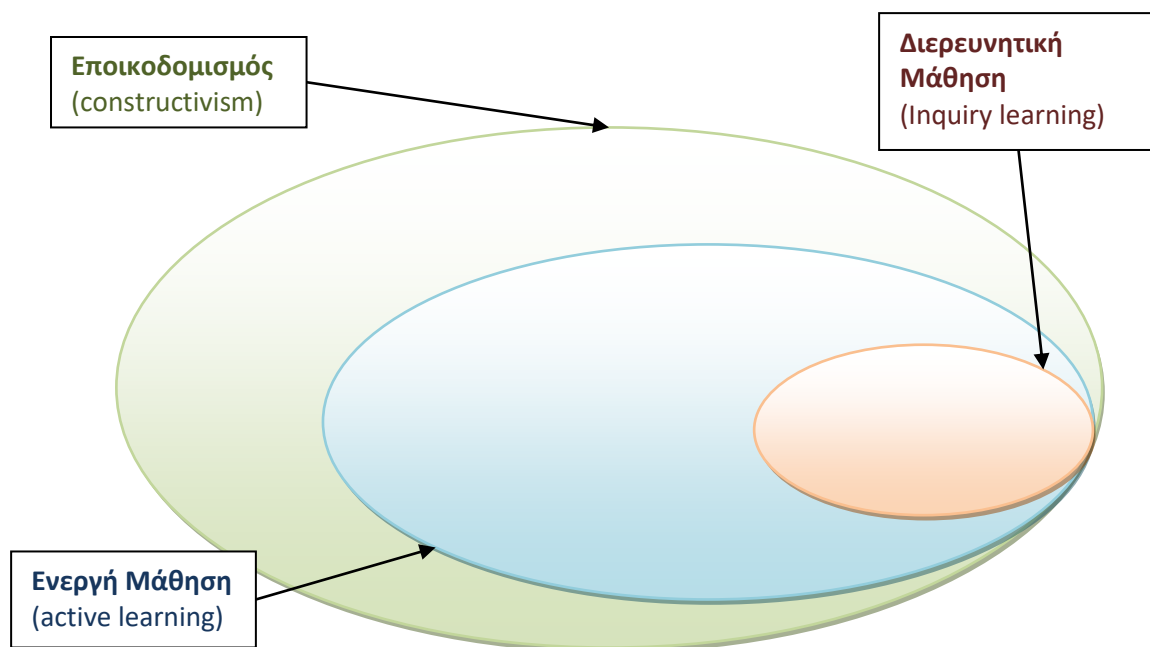
Η οικοδόμηση της γνώσης βασίζεται στη χρήση πραγματικών προβλημάτων, στην αυτό-οργάνωση, στην παρακολούθηση και διόρθωση, στην ομαδική συλλογική εργασία, στο διάλογο και στη διερεύνηση (Girvan & Savage, 2010). Η δύναμη της διερεύνησης, ως ένας τρόπος μάθησης, έχει τραβήξει το ενδιαφέρον πολλών χωρών όπως των Ηνωμένων Πολιτειών, του Καναδά, της Αυστραλίας, του Ηνωμένου Βασιλείου και της Νέας Ζηλανδίας (Lee, 2012). Χώρες που έχουν εντάξει τη διερεύνηση στα αναλυτικά τους προγράμματα και σύμφωνα με το διαγωνισμό PISA, κατατάσσονται ως προς τα εκπαιδευτικά τους συστήματα σε υψηλές θέσεις.

Η διερεύνηση ως τρόπος μάθησης εντάσσεται στη θεωρία της διερευνητικής ανακαλυπτικής μάθησης (inquiry learning) στο πλαίσιο του εποικοδομισμού που παρουσιάστηκε προηγουμένως. Σύμφωνα με τον Dewey, τον Αμερικανό φιλόσοφο και προοδευτικό εκπαιδευτή, η διερεύνηση προέρχεται από μία κατάσταση αμφιβολίας ή ανισορροπίας που δημιουργούνται από τη δυσκολία και την ανάγκη να επιλύσει κανείς την αμφιβολία και να επιφέρει την ισορροπία (Dewey, 1910). Η διερευνητική μάθηση είναι «η απόκτηση νέων γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων μέσα από τη διερεύνηση ερωτήσεων, προβλημάτων και θεμάτων για τα οποία δεν υπάρχει μόνο μία απάντηση» (Lee, 2004). Πρόκειται για ένα υποσύνολο της επονομαζόμενης ενεργητικής μάθησης, η οποία αποτελεί βασική αρχή της θεωρίας του εποικοδομισμού, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.1.. Ουσιαστικά, η διερευνητική μάθηση μεταφέρει σαν εκπαιδευτική πρακτική τον τρόπο και τα στάδια εργασίας που χρησιμοποιεί η επιστημονική έρευνα για να ανακαλύψει τη νέα γνώση.

Τα National Science Education Standards (NSES) ορίζουν την επιστημονική έρευνα ως «τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους οι επιστήμονες μελετούν τον φυσικό κόσμο και προτείνουν

εξηγήσεις με βάση τα στοιχεία που προκύπτουν από την εργασία τους» (NSTA Board of Directors, 2004). Η διερευνητική μάθηση αναφέρεται στις δραστηριότητες μέσω των οποίων οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τις γνώσεις και την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών, καθώς και την κατανόηση του πώς οι επιστήμονες μελετούν το φυσικό κόσμο.

Η διαδικασία, ο τρόπος εργασίας και τα στάδια που ακολουθεί η επιστημονική έρευνα έτσι ώστε να φτάσει στην ανακάλυψη της νέας γνώσης εμφανίζεται ως στόχος και στα σύγχρονα προγράμματα σπουδών που αφορούν στις ΦΕ πολλών ευρωπαϊκών χωρών (Khalick et al., 2004). Αυτή περιλαμβάνει ουσιαστικά τις δεξιότητες που εμπλέκονται στη δημιουργία υποθέσεων, στον πειραματισμό, στην παρατήρηση και στην αξιολόγηση των αποδεικτικών στοιχείων (Zimmerman, 2007). Η απόκτηση επάρκειας κατά την εκτέλεση αυτών των δεξιοτήτων, αποτελεί έναν από τους κεντρικούς στόχους της διερευνητικής μάθησης, μια παιδαγωγική στην οποία οι μαθητές αντλούν τη γνώση ενός πεδίου με τη διατύπωση υποθέσεων, τον σχεδιασμό και την εκτέλεση πειραμάτων για την επικύρωση αυτών των υποθέσεων. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διερευνητική μάθηση είναι αυτός του βοηθού, καθοδηγεί αρχικά σε υψηλότερο βαθμό αλλά βαθμιαία αμβλύνει το βαθμό καθοδήγησης και το έλεγχο. Παρέχει καθοδήγηση μόνο όταν είναι αναγκαία για τους μαθητές (Qing et al., 2010).



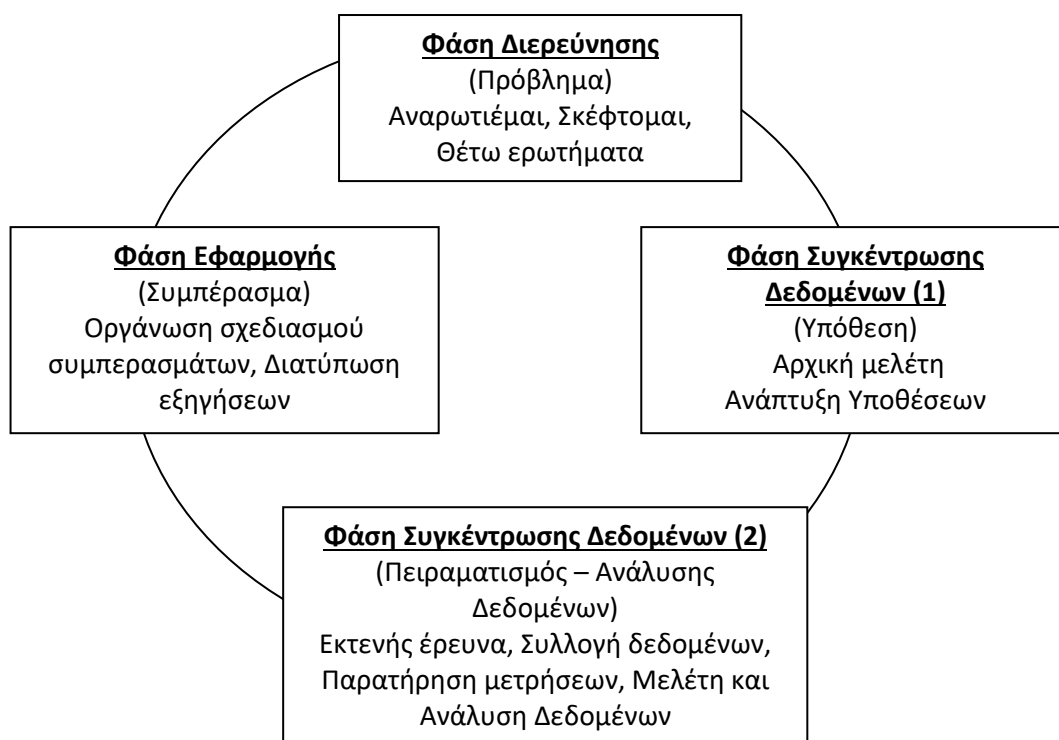
Σχήμα 2.1. Η διερευνητική μάθηση ως υποσύνολο της ενεργής μάθησης και του εποικοδομισμού.

Η εφαρμογή αυτού του τρόπου μάθησης στην εκπαίδευση παρουσιάζεται ολοένα και συχνότερα με τη συμμετοχή των μαθητών σε επιστημονικές διερευνητικές δραστηριότητες που αφορούν τη χρήση προσομοιώσεων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, διάφορων λογισμικών και ιστοεξερευνήσεων. Μέσω της αλληλεπίδρασης με τα προγράμματα αυτά, οι μαθητές εφαρμόζουν πρακτικές στο πλαίσιο της επιστημονικής επιχειρηματολογίας, εκτελούν τις δικές τους έρευνες, ενώ την ίδια στιγμή αναπτύσσουν τη γνώση του περιεχομένου που είναι μοντελοποιημένο στην προσομοίωση (Lazonder et al., 2009).

Το παραπάνω προϋποθέτει ότι οι μαθητές μαθαίνουν μέσω διερευνητικών διαδικασιών έχοντας τουλάχιστον κατανοήσει κάποια στοιχειώδη όσον αφορά στην εργασία που θα υλοποιήσουν ή στον τομέα τον οποίο θα ερευνήσουν (De Jong, 2006). Ο λόγος για τον οποίο υπογραμμίζεται η παραπάνω θέση είναι ότι η ανακριβής ή ελλιπής γνώση του πεδίου που διερευνάται από τους μαθητές μπορεί να εμποδίσει τη μαθησιακή διαδικασία (Schauble et al., 1991).

Σε πολλές μελέτες, οι μαθητές με υψηλά επίπεδα γνώσης πάνω στον τομέα που διερευνούν εμφανίζουν εξελιγμένο επιστημονικό σκεπτικό για το έργο της έρευνας. Οι συμμαθητές τους με λιγότερες γνώσεις πάνω στον τομέα που ερευνούσαν ενήργησαν λιγότερο επαρκώς, και προφανώς δεν μπόρεσαν να αδράξουν την ευκαιρία να φέρουν την επιστημονική επιχειρηματολογία τους σε ένα υψηλότερο επίπεδο. Η μέτρια επιστημονική επιχειρηματολογία τους προκάλεσε στους μαθητές με χαμηλή προϋπάρχουσα γνώση να τεκμηριώσουν ή να συμπεράνουν λιγότερη γνώση πάνω στον τομέα από τις έρευνές τους σε σύγκριση με τους μαθητές με υψηλή προϋπάρχουσα γνώση (De Jong et al., 2009).

Προγράμματα που βασίζονται στη διερεύνηση ενισχύουν την επίδοση των μαθητών καθώς αναπτύσσουν εργαστηριακές δεξιότητες, ικανότητες γραφικών παραστάσεων και ερμηνείας δεδομένων. Μέσω της διερεύνησης προωθείται η επιστημονική παιδεία, η κατανόηση επιστημονικών διεργασιών, η γνώση λεξιλογίου, η εννοιολογική κατανόηση, η κριτική σκέψη, καλλιεργείται η θετική στάση απέναντι στις φυσικές επιστήμες και τελικά οι επιδόσεις των μαθητών αυξάνονται. Οι μαθητές μέσα από τις διερευνητικές δραστηριότητες καλούνται να διεξάγουν διατυπώνουν ερωτήματα, να αναπτύσσουν υποθέσεις, να σχεδιάζουν και να πραγματοποιούν πειράματα, να καταγράφουν δεδομένα, να τα αναλύουν και να εξάγουν συμπεράσματα. Παρακάτω στο σχήμα 2.2., φαίνονται οι φάσεις της διερεύνησης (Knowledge Network, 2013).



Σχήμα 2.2. Φάσεις Διερεύνησης.

Υπάρχουν τρεις τύποι διερεύνησης, η δομημένη (structured), η καθοδηγούμενη (guided) και η ανοιχτή (open). Οι εκπαιδευτικοί και οι τάξεις που δεν έχουν εισαχθεί στην έρευνα συχνά αρχίζουν με δομημένες δραστηριότητες έρευνας, μεταβαίνοντας σταδιακά σε δραστηριότητες πιο ανοικτής έρευνας. Στον παρακάτω πίνακα 2.1. παρουσιάζονται πιο αναλυτικά οι τρεις τύποι της διερεύνησης.

Πίνακας 2.1. Τύποι Διερεύνησης
(Προσαρμογή από Beacon Learning Center & Froschauer, 2013)

τύπος διερεύνησης	ρόλος εκπαιδευτικού	ρόλος μαθητή	πλεονεκτήματα
Δομημένη Διερεύνηση (structured inquiry)	- καθορίζει τις παραμέτρους και τις διαδικασίες για την έρευνα - παρέχει τις	- ερευνούν ένα πρακτικό πρόβλημα καθώς και τις διαδικασίες και τα υλικά που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί η έρευνα.	- επιτρέπει στον εκπαιδευτή να διδάξει στους μαθητές τις βασικές αρχές της διερεύνησης, καθώς και τεχνικές έτσι

	απαραίτητες «σκαλωσιές» που υποβοηθούν τους μαθητές	- ανακαλύπτουν τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών ή γενικεύουν από τα δεδομένα που συλλέγονται, τα οποία στην ουσία οδηγούν στην ανακάλυψη των αναμενόμενων αποτελεσμάτων.	ώστε να χρησιμοποιούν διάφορα είδη εξοπλισμού και διαδικασιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε μεταγενέστερες πιο περίπλοκες έρευνες - εξοπλίζουν τους φοιτητές με κοινές εμπειρίες μάθησης που μπορεί να χρησιμοποιηθούν αργότερα σε καθοδηγούμενες ή ανοιχτές διερευνήσεις
Καθοδηγούμενη Διερεύνηση <i>(guided inquiry)</i>	- παρέχει το πρόβλημα για την έρευνα, καθώς και τα απαραίτητα υλικά - ρωτά συγκεκριμένες ερωτήσεις που οδηγούν τους μαθητές	- αναμένεται να επινοήσουν τις δικές τους διαδικασίες για την επίλυση του προβλήματος - μπορεί να τους ζητηθεί να μοντελοποιήσουν	- δίνεται περισσότερη ελευθερία και πρωτοβουλία στους μαθητές να ερευνήσουν
Ανοιχτή Διερεύνηση <i>(open inquiry)</i>	- ελέγχει εάν οι ερωτήσεις των μαθητών μπορούν να διερευνηθούν - τονώνει την περιέργεια των μαθητών	- διατυπώνουν το δικό τους πρόβλημα προς διερεύνηση καθώς και τις δικές τους τεχνικές και διαδικασίες επίλυσής του - διερευνούν τις δικές τους ερωτήσεις -μοντελοποίηση	- παρομοιάζεται με το να κάνει κανείς στην πράξη επιστήμη (doing science) - η αλληλεπίδραση με διάφορα υλικά προκαλεί την περιέργεια των μαθητών
Κύκλος Μάθησης <i>(learning cycle)</i>	- ενημερώνει τους μαθητές του για την επίσημη ονομασία της έννοιας	- συμμετέχουν σε μια δραστηριότητα που εισάγει μια νέα έννοια - μεταφέρουν τις γνώσεις της έννοιας μέσω μιας εφαρμογής σε ένα διαφορετικό πλαίσιο	- είναι εστιασμένη σε μία δραστηριότητα μικρής διάρκειας και δεν απαιτείται εκτεταμένη έρευνα

Στην έρευνα των Kock et al (2011), που αφορούσε στις φυσικές επιστήμες και συγκεκριμένα στον ηλεκτρισμό σε μαθητές Γυμνασίου, στην οποία έγινε προσπάθεια να αυξήσουν την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, μέσω δημιουργίας μίας κουλτούρας στην τάξη στην οποία οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά μέσω διερευνητικών δραστηριοτήτων και μοιράζονταν τις διαπιστώσεις τους, αποδείχθηκε ότι τόσο η αλλαγή της κουλτούρας της τάξης όσο και η αύξηση της εννοιολογικής κατανόησης μπόρεσε εν μέρει να υλοποιηθεί. Αυτό το αποδίδουν σε τρεις παράγοντες, πρώτον στο γεγονός ότι οι ανοιχτές έρευνες μαθητών (open student investigations) πρέπει να είναι πολύ καλά δομημένες, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορέσουν να βρουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων, πάνω στα οποία μπορούν να βασιστούν. Δεύτερον, στο ότι πρέπει να προσφέρεται στους μαθητές μια πρώτη θεωρητική αφετηρία για να μπορέσουν να κατασκευάσουν σωστές θεωρίες από εμπειρικά δεδομένα. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να προσφέρουν στους μαθητές σημαντική στήριξη έτσι ώστε να τους βοηθήσουν να προσανατολίσουν τα κίνητρά τους από το σχολείο στην επιστήμη.

Στην παρούσα έρευνα η διδακτική παρέμβαση και οι διερευνητικές δραστηριότητες, τις οποίες περιείχε, σχεδιάστηκαν έχοντας λάβει υπόψη μας τους τρεις παραπάνω παράγοντες. Επιλέξαμε όλες οι δραστηριότητες να ανήκουν στον τύπο της καθοδηγούμενης διερεύνησης. Παρείχαμε μία

θεωρητική αφετηρία στους μαθητές καθώς και υποστήριξη (scaffolding) όταν το χρειάζονταν καθ' όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

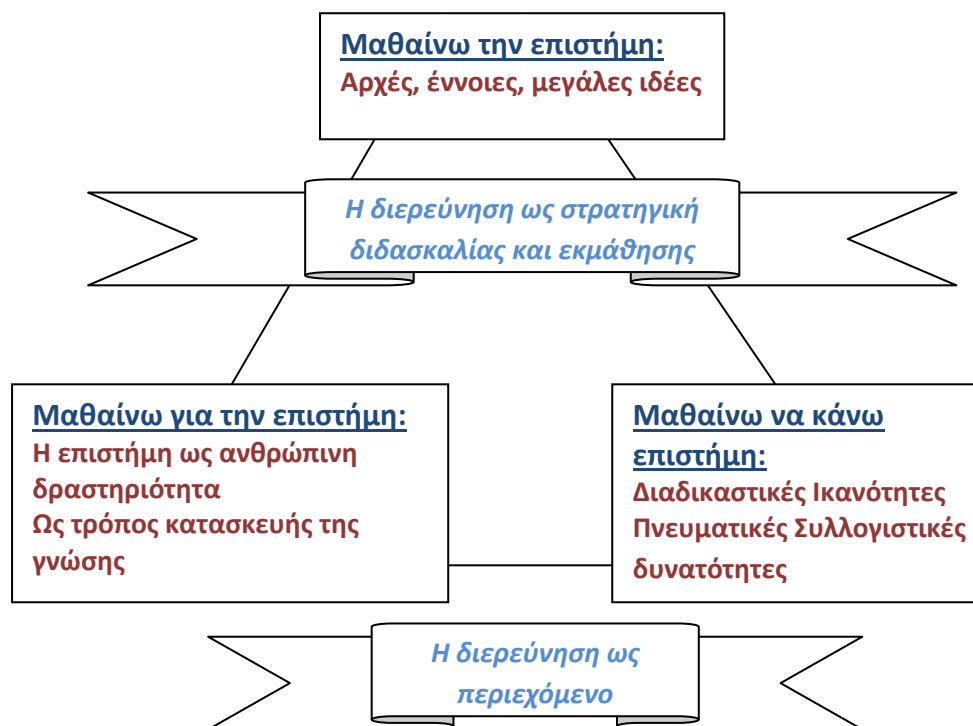
Η κατανόηση του περιεχομένου της επιστήμης ενισχύεται σημαντικά όταν οι ιδέες είναι συνδεδεμένες με την εμπειρική έρευνα. Οι μαθητές πρέπει να μαθαίνουν να κάνουν ερωτήσεις και να χρησιμοποιούν αποδεικτικά στοιχεία για να απαντήσουν. Επιπλέον πρέπει να μαθαίνουν να ερευνούν και να συλλέγουν από διάφορες πηγές στοιχεία, να αναπτύσσουν εξηγήσεις από τα δεδομένα που έχουν, να επικοινωνούν και να υπερασπίζονται τα συμπεράσματά τους.

Τα NSES αναγνωρίζουν τρεις βασικούς στόχους για τη διδασκαλία της επιστήμης σε όλους τους μαθητές. Επιγραμματικά θα μπορούσαμε να τους αναφέρουμε ως εξής: «learn science», «learn to do science», «learn about science». Κάθε μαθητής, δηλαδή, θα πρέπει να μαθαίνει πρώτον βασικές αρχές και έννοιες της επιστήμης, ύστερα να αναπτύσσει εκείνες τις διαδικαστικές ικανότητες και την κριτική σκέψη που είναι αναγκαία ώστε να είναι σε θέση να φέρει εις πέρας μια ερευνητική διαδικασία. Τέλος, να κατανοήσει τη φύση της επιστήμης σαν ανθρώπινη δραστηριότητα και σαν τρόπος κατασκευής της γνώσης.

Οι στόχοι αυτοί υπογραμμίζουν την επιστημονική διαδικασία για τη δημιουργία νέας γνώσης - τη διεξαγωγή ερωτήσεων, τη διεξαγωγή της έρευνας, την κριτική και την κοινοποίηση των αποτελεσμάτων της - όσο και τα υπάρχοντα στοιχεία και τις έννοιες της επιστημονικής γνώσης. Ο όρος «έρευνα» ή «διερεύνηση» (inquiry) αναφέρεται σε αυτή την επιστημονική διαδικασία, ιδίως όπως εφαρμόζεται στην εκπαίδευση, όπου η έρευνα είναι και μια στρατηγική για την «εκμάθηση της επιστήμης» αλλά και αντικείμενο της ίδιας μελέτης, στο «μαθαίνουμε να κάνουμε» και «μαθαίνουμε για την επιστήμη».

Η διερεύνηση, η οποία σχετίζεται άμεσα με την ενεργή συμμετοχή στη διαδικασία της επιστήμης διαδραματίζει ένα κεντρικό ρόλο στα NSES, τόσο στα επιστημονικά πρότυπα περιεχομένου όσο και στα επιστημονικά πρότυπα της διδασκαλίας. Στα πρότυπα του περιεχομένου της επιστήμης, οι «ικανότητες» της έρευνας είναι δεξιότητες και διαδικαστική γνώση, τις οποίες όλοι οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν στο «κάνω επιστήμη» - στο σχεδιασμό και στη διεξαγωγή της έρευνας.

Στο παρακάτω σχήμα 2.3. από τη Laursen (2014) συνοψίζει τη σχέση μεταξύ των διαφορετικών χρήσεων του όρου «διερεύνηση» στα NSES, όπως προαναφέρθηκαν.



Σχήμα 2.3. Η διερεύνηση ως περιεχόμενο

Σύμφωνα με τους Gijlers και De Jong (2013) σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης βασισμένα σε προσομοιώσεις οι μαθητές αναμένεται να κατασκευάσουν τη γνώση μέσω ενός κύκλου έρευνας που αποτελείται από διαδικασίες, όπως ο προσανατολισμός, η ανάκριση, η δημιουργία υποθέσεων, ο πειραματισμός, η ερμηνεία των δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων (βλ., π.χ., Kuhn, Black, Keselman, & Kaplan, 2000; Njoo & de Jong, 1993). Η αυθεντική έρευνα είναι δύσκολη για τους μαθητές καθώς δεν οδηγεί πάντα στη μάθηση (Mayer, 2004). Ως εκ τούτου, τα περισσότερα περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης ενσωματώνουν διάφορες μορφές καθοδήγησης ή «σκαλωσιές» για να βοηθήσουν τις διαδικασίες έρευνας - μάθησης των μαθητών (βλ., π.χ., Hmelo, Duncan, και Chinn, 2007).

2.1.3 Συνεργατική μάθηση με υποστήριξη υπολογιστή

Υπάρχει μια αυξανόμενη τάση στη συνειδητοποίηση ότι οι διαδικασίες κατασκευής της γνώσης επηρεάζονται, σύμφωνα με τους Gijlers & De Jong (2009), από το κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο λαμβάνουν χώρα. Η συνεργασία χρησιμοποιείται ευρέως και αναγνωρίζεται ως ένας τρόπος για την ενίσχυση της μάθησης των μαθητών (Lou et al., 2004). Τα θετικά αποτελέσματα της συνεργασίας μπορούν να εξηγηθούν από το γεγονός ότι η εμπλοκή σε ένα συνεργατικό μαθησιακό καθήκον παρέχει στους μαθητές την ευκαιρία να μιλήσουν για τις δικές τους αντιλήψεις και ιδέες κι έτσι να αλληλεπιδράσουν. Οι διερευνητικές δραστηριότητες επιτρέπουν στους μαθητές να εκφράσουν και να εξερευνήσουν τις δικές τους στρατηγικές και αντιλήψεις. Κατά τη διάρκεια της διερευνητικής μάθησης, οι μαθητές πρέπει να πάρουν πολλές αποφάσεις (π.χ., ποιες προτάσεις θα δοκιμάσουν ή ποιες μεταβλητές θα αλλάξουν) και σε ένα συνεργατικό περιβάλλον διερευνητικής μάθησης οι μαθητές καλούνται να μοιραστούν αυτά τα σχέδια και τις ιδέες με τον ή τους συμμαθητές – συνεργάτες τους. Αυτό σημαίνει ότι όταν οι μαθητές δουλεύουν συλλογικά, που σημαίνει ότι χρειάζονται να εξωτερικεύσουν τις ιδέες τους, θα πρέπει να παρέχουν επιχειρήματα και εξηγήσεις έτσι ώστε ο συνεργάτης τους να είναι σε θέση να κατανοήσει και να αξιολογήσει τις ιδέες και τα σχέδιά τους (Teasley, 1995).

Η εξωτερίκευση των σκέψεων και των ιδεών πιστεύεται ότι αυξάνει την ευαισθητοποίηση των μαθητών σχετικά με ατέλειες ή αντιφάσεις στη συλλογιστική τους και επίσης τους κινητοποιεί να επανεξετάσουν την αρχική τους ιδέα. Σε μια μελέτη του Okada και του Simon (1997) συγκρίθηκε η συμπεριφορά, σε περιβάλλον διερευνητικής μάθησης, των μεμονωμένων μαθητών και των μαθητών σε δυάδες, διερευνώντας θέματα σχετικά με μοριακή βιολογία. Βρήκαν ότι οι δυάδες σκέφτηκαν περισσότερες εναλλακτικές υποθέσεις και πραγματοποίησαν πιο χρήσιμα πειράματα από τους μαθητές που εργάστηκαν σε μονάδες.

Η παραγωγή μιας εναλλακτικής υπόθεσης συχνά ενεργοποιείται από μια ερώτηση ή μια παρατήρηση από το μαθητή-συνεργάτη. Για να επωφεληθούν από τους μαθητές - συνεργάτες πρέπει να αναγνωρίζουν αντικρουόμενες πληροφορίες και πρέπει να έχουν πρόσβαση στη γνώση και τις δεξιότητες που απαιτείται για την επίλυση της σύγκρουσης (Gijlers & De Jong, 2009).

Σύμφωνα με έρευνες του Crook (1994), η χρήση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία σε μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες δεν τους απομονώνει, αλλά αντίθετα μπορεί να διευκολύνει την κοινωνική τους αλληλεπίδραση και την επικοινωνία μεταξύ του εκπαιδευτικού και των εκπαιδευομένων καθώς και των μαθητών μεταξύ τους. Οι μαθητές ωθούνται με αυτόν τον τρόπο να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, με αποτέλεσμα να καλλιεργείται η κριτική τους σκέψη, οι λογικές δεξιότητες και η ικανότητα διαχείρισης, αξιολόγησης και εφαρμογής της πληροφορίας (Crook, 1994).

Οι δύο βασικές λειτουργίες των Τ.Π.Ε. σε συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον, σύμφωνα με τον Crook (1994) είναι πρώτον η συνεργασία γύρω από τον Η/Υ μεταξύ συμμαθητών, οι οποίοι εργάζονται συλλογικά για τη διερεύνηση ενός θέματος ή την επίλυση ενός προβλήματος και δεύτερον η συνεργασία μέσω του υπολογιστή, σε τοπικά δίκτυα και η συνεργασία με άλλες τάξεις μέσω διαδικτύου.

Οι Νέες Τεχνολογίες, όπως υποστηρίζει ο Crook (1994) μπορούν να παρέχουν ένα αλληλεπιδραστικό και δυναμικό περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες επικοινωνούν, διαχειρίζονται πληροφορίες, συνθέτουν εργασίες μέσω διαλόγου, κριτικής σκέψης, αμφισβήτησης, υποσχέσεων και διατύπωσης συμπερασμάτων.

2.2 Η σημασία του πειράματος

Σύμφωνα με τον Piaget (1973) «αν υπάρχει ένα πεδίο στο οποίο η ενεργή συμμετοχή είναι αναγκαία, με όλη την έννοια της λέξης, αυτό είναι το πεδίο στο οποίο διδάσκεται η πειραματική

διαδικασία. Ένα πείραμα το οποίο δεν εκτελείται με όλη την ελευθερία της πρωτοβουλίας δεν είναι εξ ορισμού πείραμα, είναι απλό παίδεμα χωρίς εκπαιδευτική αξία».

Ο πραγματικός πειραματισμός (real experimentation) έχει διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επιστημονική εκπαίδευση (Zacharia 2006). Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση του πραγματικού πειράματος είναι πλούσια, κυρίως, το δυναμικό της σημείο είναι ότι αποτελεί ένα σημαντικό μέσο για την εισαγωγή των μαθητών στην κεντρική εννοιολογική και διαδικαστική γνώση καθώς και στις επιστημονικές δεξιότητες (Zacharia 2006), ειδικά όταν βασίζεται στις αρχές της διερεύνησης (De Jong, 2006). Σε αυτό το πλαίσιο, οι μαθητές χρησιμοποιούν μεθόδους και διαδικασίες της επιστήμης για να ερευνήσουν φαινόμενα, να λύσουν προβλήματα και να αποκτήσουν ενδιαφέροντα με σκοπό πρώτον να αναπτύξουν το βαθμό κατανόησης των επιστημονικών εννοιών, μοντέλων και θεωριών και δεύτερον να κατανοήσουν τη φύση και τις μεθόδους της επιστημονικής διερεύνησης, συμπεριλαμβανομένης της ευαισθητοποίησης για τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας, κοινωνίας και περιβάλλοντος (Zacharia, 2006).

Την τελευταία δεκαετία υπήρξαν πολλές αισιόδοξες απόψεις σχετικά με τις δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας να ενισχύσει τη διδασκαλία και τη μάθηση στα επιστημονικά εργαστήρια (Zacharia, 2006). Έχουν αναπτυχθεί εικονικά πειράματα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην έρευνα καθώς και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Τα εικονικά πειράματα παρέχονται μέσα από προσομοιώσεις στον Η/Υ. Στην πραγματικότητα, έχει αποδειχθεί ότι τα εικονικά πειράματα έχουν θετικό αντίκτυπο στην εξέλιξη των δεξιοτήτων, στη διαμόρφωση θετικής στάσης των μαθητών και στην εννοιολογική κατανόηση (De Jong, 2006). Σύμφωνα με τους Triona and Klahr (2003), υπάρχουν πολλά προφανή πλεονεκτήματα στη χρήση τους στην εργαστηριακή διδασκαλία, όπως η ασφάλεια, η οικονομική αποδοτικότητα, η ελαχιστοποίηση τους σφάλματος, η ενίσχυση ή μείωση των χρονικών και χωρικών διαστάσεων καθώς και η ευέλικτη, γρήγορη και δυναμική παρουσίαση των δεδομένων (Zacharia, 2006).

Συγκρίνοντας τα πραγματικά με τα εικονικά πειράματα, καταλήγουμε στο ότι δεν μπορούμε να επιλέξουμε το ένα ή το άλλο καθώς και τα δύο, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία παρουσιάζουν πολλά διαφορετικά θετικά χαρακτηριστικά. Η πιο αποτελεσματική προσέγγιση θα ήταν μία πρακτική που να συνδυάζει ενδεχομένως και τους δύο τύπους πειραμάτων, καθώς το κάθε είδος έχει να προσφέρει διαφορετικά πλεονεκτήματα, ως εκ τούτου το ένα είδος συμπληρώνει, θα λέγαμε, το άλλο. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και ο Zacharia (2006), ο οποίος αναφέρει χαρακτηριστικά πως και τα δύο έχουν κερδίσει την εμπιστοσύνη των ερευνητών για τη συμβολή τους στη μάθηση και τη διδασκαλία. Ωστόσο, δεν υπάρχει σαφής απόδειξη της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας τόσο των εικονικών πειραμάτων όσο και των πραγματικών. Σε αυτό που πρέπει να στοχεύουμε είναι να επωφεληθούμε από τις δυνατότητες και των δύο μεθόδων πειραματισμού, τόσο δηλαδή των εικονικών πειραμάτων όσο και των πραγματικών, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα του εργαστηριακού πειραματισμού.

Για τους παραπάνω λόγους στη διδακτική παρέμβαση που σχεδιάσαμε χρησιμοποιήσαμε και τους δύο τύπους πειράματος. Οι μαθητές εκτέλεσαν κατά τις διερευνητικές δραστηριότητες και πραγματικά πειράματα με απλά υλικά αλλά και εικονικά πειράματα σε εικονικά περιβάλλοντα μάθησης.

Ένα παράδειγμα εικονικού πειράματος είναι το μοντέλο SDDS που κατασκεύασαν οι Klahr και Dunbar (1988), το οποίο είναι ένας περιγραφικός σκελετός των συλλογιστικών δεξιοτήτων που εμπλέκονται σε μια επιστημονική έρευνα. Το μοντέλο χαρακτηρίζει τις διερευνητικές δραστηριότητες ενός μαθητή ως μια αναζήτηση σε δύο συναφείς χώρους προβληματισμού: της υπόθεσης και του πειράματος. Ο χώρος της υπόθεσης περιέχει τις γνώσεις και τις αντιλήψεις του μαθητή για τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών στον τομέα που ερευνά και ο χώρος του πειράματος περιέχει όλους τους πιθανούς πειραματισμούς που μπορούν να διεξαχθούν με τον εξοπλισμό που του δίνεται. Η επιστημονική διερεύνηση στη συνέχεια προχωρά σε επαναλαμβανόμενους κύκλους από την αναζήτηση στο χώρο της υπόθεσης για μια ελέγξιμη υπόθεση, στην αναζήτηση στο χώρο του πειράματος για πειράματα με σκοπό τον έλεγχο της

υπόθεσης, και τελικά στην αξιολόγηση των αποδεικτικών στοιχείων για την επαλήθευση ή τη βελτίωση ή ακόμη και την διάγνωση της υπόθεσης.

Το πείραμα είναι πολύ σημαντικό εργαλείο για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο, βοηθά το μαθητή να ανακαλύψει και να βιώσει ο ίδιος τη γνώση. Στις ΦΕ το πείραμα διαδραματίζει ένα ρόλο κλειδί, καθώς ο τρόπος που βιώνει ο κάθε μαθητής ένα γεγονός επηρεάζει το τι παρατηρεί. (Duit, 1996). Όταν ο μαθητής βιώνει το πείραμα, πραγματοποιώντας ο ίδιος είναι σε θέση να καταλήξει σε πιο ορθές παρατηρήσεις σε σχέση με το να αποτελεί έναν απλό παρατηρητή.

Ο πειραματισμός του μαθητή μπορεί να πραγματοποιηθεί με πραγματικά υλικά στο χώρο ενός εργαστηρίου, όπως προτείνει άλλωστε και το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, αλλά μπορεί επίσης να διεξαχθεί σε εικονικό ηλεκτρονικό περιβάλλον στον υπολογιστή. Αυτό μπορεί να δώσει μια νέα διάσταση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ο μαθητής μπορεί μέσω του πραγματικού πειράματος να βιώσει και να ανακαλύψει τη γνώση και να τη συνδέσει με την καθημερινότητά του, όμως μέσα από τον πειραματισμό σε ένα προσομοιωτή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή δίνεται η δυνατότητα στο μαθητή να μπει στο μικρόκοσμο και να αναπαραστήσει καλύτερα και αποτελεσματικότερα δύσκολες έννοιες όπως ο ηλεκτρισμός, τα φορτία, η μπαταρία και άλλα.

Συνοψίζοντας, ο συνδυασμός του πραγματικού πειράματος με το εικονικό πείραμα σε ηλεκτρονικό εργαστήριο προσφέρει στο μαθητή ολόπλευρη και βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου που πραγματεύεται η ενότητα.

2.3 Παρανοήσεις, Εναλλακτικές Αντιλήψεις και Γνωστικές Δυσκολίες σχετικά με έννοιες του Ηλεκτρισμού

Για περίπου 20 χρόνια, ο ρόλος των παρανοήσεων σχετικά με τη μάθηση της επιστήμης έχει διερευνηθεί εκτενώς. Πολυάριθμες συνεντεύξεις με μαθητές σε διάφορα επίπεδα έχουν διεξαχθεί και διαπιστώθηκε ότι οι παρανοήσεις ήταν συχνές. Οι ρίζες των παρανοήσεων, πώς επηρεάζουν τη μάθηση της εξειδικευμένης γνώσης και πώς μπορούν να διορθωθούν, έχουν ερευνηθεί από πολλούς ερευνητές (Sencar, Yilmaz & Eryilmaz, 2011).

Σε σχέση με την αποτελεσματικότητα του μαθήματος στην εδραίωση των «νέων» γνωστικών στοιχείων, κυρίαρχο πεδίο έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες έχει αποτελέσει η μελέτη της διαδικασίας αφομοίωσης των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές. Όροι όπως «alternative conception», «alternative framework», «mental representations», «children's science», «commonsense knowledge», «schemes of thought», «misconceptions», «private science» έχουν τιτλοφορήσει κατά καιρούς την ίδια ιδέα, ότι δηλαδή οι μαθητές δε έρχονται στο μάθημα των φυσικών επιστημών χωρίς άποψη για τα φαινόμενα που θα μελετηθούν. Ο όρος «παρανόηση» αναφέρεται στις ιδέες που έχουν οι μαθητές για τυχόν φαινόμενα που δεν συνάδουν με τις επιστημονικές αντιλήψεις. Ο στόχος της αποτελεσματικής διδασκαλίας είναι να ενθαρρύνει το μαθητή να κατασκευάσει μια κατανόηση που είναι γενικά συνεπής με την αποδεκτή επιστημονική θεωρία. Είναι γνωστό ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν προϋπάρχουσες αντιλήψεις κατασκευασμένες από προηγούμενες εμπειρίες για να εξηγήσουν διάφορες έννοιες της επιστήμης. (Sencar, Yilmaz & Eryilmaz, 2011).

Έρευνες όπως των Kahle and Meece (1994) έχουν δείξει πως οι παρανοήσεις αυτές είναι εντονότερες στα κορίτσια και λιγότερες στα αγόρια. Η άποψη αυτή επικρατεί και στην ευρύτερη βιβλιογραφία που κατατάσσει τους αρσενικούς μαθητές σε πιο υψηλές επιδόσεις στο μάθημα της φυσικής από τους θηλυκούς, αποδίδοντας την αιτία στο γεγονός ότι τα κορίτσια δημιουργούν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από τα αγόρια λανθασμένες αντιλήψεις σε έννοιες και φαινόμενα των φυσικών επιστημών (Sencar, Yilmaz & Eryilmaz, 2011).

Ένας από τους στόχους της παρούσας εργασίας είναι εκτός των άλλων να βοηθήσει τους μαθητές του δημοτικού, στο μάθημα της φυσικής, να κατασκευάσουν ένα ακριβές νοητικό μοντέλο του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτός ο στόχος συχνά εμποδίζεται από την παρουσία παρανοήσεων των μαθητών. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτές οι παρανοήσεις είναι εσφαλμένες ιδέες και είναι σε απόλυτη αντίθεση με το μοντέλο του ηλεκτρικού ρεύματος. Όπως όλες οι παρανοήσεις στη φυσική, έτσι θα πρέπει κι αυτές να αντιμετωπιστούν άμεσα για να οικοδομήσουμε με επιτυχία ένα ακριβές νοητικό μοντέλο του ηλεκτρισμού. Συνήθως δημιουργούνται στους μαθητές, πριν ακόμα διδαχθούν τις σχετικές έννοιες στο σχολείο, στην ηλικία περίπου των οχτώ έως δώδεκα χρόνων και ακολουθούν τους μαθητές για πολλά χρόνια ακόμα (Osborne, 1982). Οι μαθητές έρχονται στις τελευταίες τάξεις του δημοτικού (Ε' και ΣΤ'), στις οποίες οι ΦΕ αποτελούν ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο, έχοντας διαμορφώσει, μέσω της προσωπικής τους επαφής με διάφορες ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι τους όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και τα διάφορα ηλεκτρικά παιχνίδια, πολλές ιδέες και αντιλήψεις σχετικά με έννοιες του ηλεκτρισμού. Οι ιδέες αυτές είναι διαισθητικές και αποτελούν εσωτερικές απεικονίσεις (mental models) (Vosniadou & Brewer, 1992). Συνήθως δεν βασίζονται σε κάποια θεωρία, ούτε μπορούν να τεκμηριωθούν επιστημονικά.

Οι μαθητές, συχνά, θεωρούν το ηλεκτρικό ρεύμα ανάλογο το νερού (Gentner, 1983) ή ανάλογο με άλλες έννοιες που είναι όμως άσχετες με τον ηλεκτρισμό. Οι αναλογίες αυτές, στις οποίες συχνά βασίζονται οι μαθητές, προκαλούν σε αυτούς παρανοήσεις αφού έχουν κάποια όρια στη χρήση τους και δεν μπορούν να εφαρμοστούν γενικά.

Μία από τις πιο συχνές παρανοήσεις είναι η λειτουργία και η φόρτιση της μπαταρίας. Επειδή μιλάμε στους μαθητές για «φόρτιση» της μπαταρίας συχνά παρερμηνεύουν ότι οι μπαταρίες αποθηκεύουν ηλεκτρικό φορτίο ή ηλεκτρόνια (McDermott & Shaffer, 1992). Αυτό, βεβαίως,

συνδέεται με μια άλλη λανθασμένη ιδέα ότι ένα ηλεκτρικό ρεύμα είναι η ροή των ηλεκτρονίων μέσα από καλώδια αρχικά άδεια. Όμως για κάθε ηλεκτρόνιο που αφήνει μια μπαταρία σε ένα τερματικό ένα άλλο εισέρχεται στο άλλο, έτσι ώστε οι μπαταρία να είναι φορτισμένη. Αυτό από το οποίο ξεμένουν οι μπαταρίες είναι η ικανότητα να κάνουν τα φορτία να κινούνται παντού στο κύκλωμα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι οι χημικές ουσίες που κάνουν το έργο της μπαταρίας έχουν όλες αντιδράσει. Είναι χρήσιμο να σκεφτούμε ότι αυτό που συμβαίνει τελικά είναι ότι οι μπαταρίες ξεμένουν από ενέργεια. (Physics Classroom, 2013). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην εργασία των McDermott & Shaffer (1992) ακόμα και οι μαθητές με καλή επίδοση που διδάχθηκαν με την παραδοσιακή διδασκαλία δεν μπόρεσαν να συνδέσουν την ενδεχόμενη καταστροφή συσκευής στο κύκλωμα με την αλλαγή στην τιμή του ρεύματος. Η αντίληψη ότι η μπαταρία παρέχει στο κύκλωμα σταθερό ρεύμα και όχι σταθερή τάση (Cohen et al., 1983) ήταν επίμονα ριζωμένη.

Αρκετοί μαθητές, επίσης, έχουν την παρανόηση ότι το ρεύμα διαλέγει την ευκολότερη διαδρομή. Αυτό το επιχειρήμα χρησιμοποιείται συχνά για να εξηγήσει βραχυκυκλώματα και παράλληλα κυκλώματα, όπου οι αντιστάσεις είναι διαφορετικές. Είναι μια παραλλαγή της παρανόησης του σταθερού ρεύματος. Η βασική ιδέα είναι ότι δεν υπάρχει «ρεύμα» το οποίο να επιλέγει μια διαδρομή. Εάν αλλάξουμε ένα κύκλωμα, τότε το ρεύμα αλλάζει. Δεν πρόκειται για το ίδιο ρεύμα που απλά «διαιρείται» με διαφορετικό τρόπο.

Άλλοι πάλι θεωρούν ότι τα φορτία επιβραδύνουν καθώς περνούν μέσα από ένα λεπτό κομμάτι σύρμα. Είναι μια κοινή παρανόηση ότι τα φορτία επιβραδύνουν καθώς περνούν διαμέσου του νήματος του λαμπτήρα, επειδή το νήμα είναι λεπτότερο από τα καλώδια στο υπόλοιπο του κυκλώματος. Όταν υπάρχει κίνηση στην κυκλοφορία εξαιτίας ενός εμποδίου τότε επιβραδύνεται η κυκλοφορία. Αλλά με τα φορτία συμβαίνει το αντίθετο. Αυτό συμβαίνει επειδή το ρεύμα πρέπει να μείνει σταθερό. Με άλλα λόγια, ο αριθμός των φορτίων που περνούν σε ένα σημείο κάθε δευτερόλεπτο πρέπει να παραμείνει σταθερός. Αν λιγότερα φορτία μπορούν να περάσουν, τότε θα πρέπει να πάνε πιο γρήγορα.

Μια άλλη παρανόηση είναι ότι τα χοντρά καλώδια έχουν χαμηλότερη αντίσταση επειδή τα φορτία έχουν περισσότερο χώρο. Αυτό φυσικά δε συμβαίνει καθώς το καλώδιο είναι ήδη γεμάτο από φορτία και δεν έχει σημασία πόσο παχύ είναι. Το πλέγμα των θετικών ιόντων γεμίζει πλήρως το καλώδιο, γιατί έτσι είναι κατασκευασμένο. Έχοντας ένα παχύτερο καλώδιο δεν δημιουργούμε περισσότερα κενά (Furry Elephant, 2013). Επίσης οι μαθητές συγχέουν συχνά τις έννοιες «ρεύμα» και «τάση». Θεωρούν πως το ρεύμα και η τάση ρέουν μέσα στο κύκλωμα και μάλιστα πιστεύουν ότι η τάση είναι το αποτέλεσμα του ρεύματος και όχι η αιτία (Shipstone, 1984).

Μπορεί επιπλέον να πιστεύουν ότι σε ένα κύκλωμα παρέχεται ρεύμα από την μπαταρία και μεταφέρεται στο λαμπτήρα, όπου ορισμένο από αυτό έχει εξαντληθεί. Οι μαθητές λένε συχνά ότι ορισμένο από το ρεύμα επιστρέφεται στην μπαταρία για να επαναλάβει τον κύκλο, γεγονός που αποδεικνύεται από το γεγονός ότι χρειάζεστε ένα καλώδιο επιστροφής. Στη σκέψη ειδικότερα για τα μέτρα του ρεύματος, ένας μαθητής θα μπορούσε να πει ότι υπάρχει περισσότερο ρεύμα πριν από τη λάμπα και λιγότερο ρεύμα μετά, διότι ορισμένα από το ρεύμα έχει εξαντληθεί. Αντιθέτως, το ρεύμα σε ένα κύκλωμα είναι το ίδιο παντού, δεν είναι διαφορετικό.

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι οι παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με τον ηλεκτρισμό μπορούν σύντομα να αποτυπωθούν ως εξής: πρώτον οι έννοιες ρεύμα, ενέργεια και διαφορά δυναμικού δεν θεωρούνται από τους μαθητές ότι είναι διαφορετικές και συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά η μία με την άλλη. Δεύτερον το ρεύμα καταναλώνεται από τα συστατικά του κυκλώματος, τρίτον ότι το ρεύμα εξέρχεται από το θετικό (+) πόλο της μπαταρίας και εισέρχεται στο λαμπτήρα, όπου και καταναλώνεται για να ανάψει η λάμπα, επομένως το δεύτερο καλώδιο που συνδέεται μεταξύ του αρνητικού (-) πόλου και του λαμπτήρα δεν εξυπηρετεί κανένα σκοπό. Τέταρτον το ρεύμα βγαίνει και από τους δύο πόλους της μπαταρίας και συγκρούεται στο λαμπτήρα για να παραχθεί το φως. Πέμπτον, το ρεύμα διαιρείται εξίσου σε κάθε παρακλάδι του παράλληλου κυκλώματος. Έκτον, μια αλλαγή πριν από το λαμπτήρα επηρεάζει τη φωτεινότητα του λαμπτήρα σε κύκλωμα συνδεδεμένο σε σειρά, αλλά η ίδια λάμπα δεν επηρεάζεται από την αλλαγή

οπουδήποτε μέρος του κυκλώματος μετά την λάμπα και τέλος οι μπαταρίες είναι σταθερές πηγές ρεύματος (Suchai & Thasaneeya, 2012).

2.3.1 Συνήθειες εναλλακτικές αντιλήψεις – Συνήθειες γνωστικές δυσκολίες στους μαθητές δημοτικού

Κάθε παιδί, αλληλεπιδρώντας με τα φαινόμενα γύρω του, προσπαθεί να τα ερμηνεύσει, να ικανοποιήσει αυτόνομα τις απορίες που αυτά του προκαλούν. Όταν, για παράδειγμα, εντυπωσιάζεται από το μαγνήτη που έλκει το σίδηρο αλλά όχι το ξύλο, είναι λογικό να δημιουργεί απλοϊκές εξηγήσεις και να μην περιμένει μέχρι εμείς να αποφασίσουμε ότι ήρθε η ώρα να λάβει μια τεκμηριωμένη απάντηση στο πλαίσιο κάποιου σχολικού μαθήματος. Πολύ περισσότερο η απορία κάθε παιδιού δε συμπίπτει χρονικά με αυτές των υπολοίπων.

Ο ατομικός – προσωπικός χαρακτήρας των πρώιμων αντιλήψεων συνεπάγεται ότι ο δάσκαλος στην τάξη μπορεί να έχει να αντιμετωπίσει πολλές διαφορετικές αντιλήψεις για την ερμηνεία του ίδιου φαινομένου. Για το μαθητή έχουν έντονα συναισθηματική διάσταση, είναι ισχυρά εδραιωμένες και συνδεδεμένες με το συγκεκριμένο φαινόμενο.

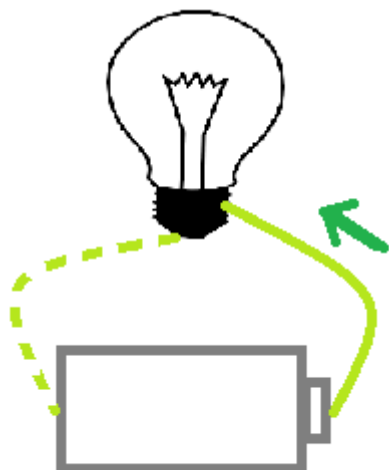
Όσον αφορά στον ηλεκτρισμό, για να μελετήσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά φαινόμενα, πρέπει να κάνουν συλλογισμούς με αφηρημένες έννοιες, όπως «ρεύμα», «ενέργεια», «φορτίο» κ.α. Πολλοί μαθητές συναντούν δυσκολίες στη διάκριση εννοιών, όπως ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρική ενέργεια, φορτίο. Πολλοί μαθητές χρησιμοποιούν συχνά το γενικό όρο «ηλεκτρισμός» αντί για αυτόν κάθε φορά ορθό ειδικότερο.

Δυσκολίες αντιμετωπίζουν πολλοί μαθητές και στην κατανόηση της διατήρησης του φορτίου. Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι το φορτίο χάνεται στη διαδρομή μέσα από τα καλώδια και συνεπώς το ηλεκτρικό ρεύμα εξασθενεί.

Πολλοί μαθητές συναντούν γενικότερα δυσκολίες σχετικά με την κατανόηση της μεταφοράς ενέργειας από το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα. Για να εξηγήσουν πως φτάνει το ρεύμα από την πηγή στον «καταναλωτή», τα παιδιά στρέφονται σε εναλλακτικά μοντέλα (Driver, 1993). Τα πιο συνηθισμένα μοντέλα, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω, είναι:

- Το μονοπολικό μοντέλο
- Το μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων
- Το μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος (καταναλωτικό μοντέλο α)
- Το μεριστικό μοντέλο (καταναλωτικό μοντέλο β)
-

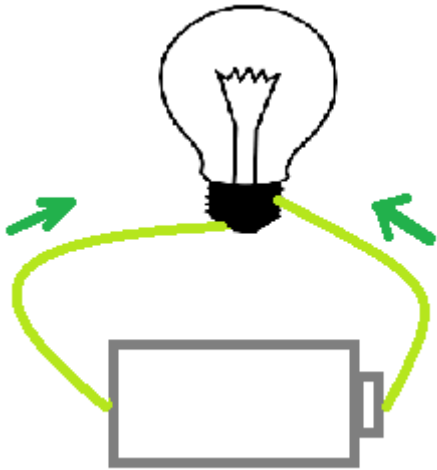
Μονοπολικό Μοντέλο



Στο μονοπολικό μοντέλο οι μαθητές αναγνωρίζουν στην πηγή μόνο ένα πόλο. Θεωρούν ότι για να συνδέουμε την πηγή με το λαμπτήρα χρειαζόμαστε μόνο ένα καλώδιο, καθώς δεν απαιτείται κλειστό κύκλωμα. Αυτή η παρανόηση κάνει φανερή την αντίληψη των μαθητών ότι

η πηγή (μπαταρία) δίνει το ρεύμα και ότι ο λαμπτήρας το καταναλώνει (Von Rhoneck, 1981).

Μοντέλο Συγκρουόμενων Ρευμάτων

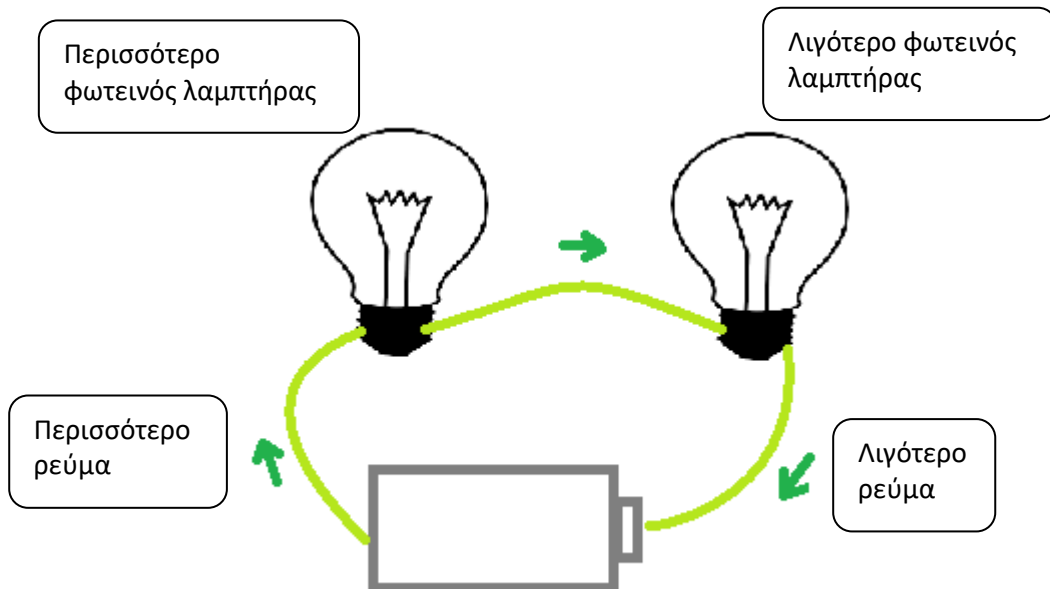


Στο μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων οι μαθητές θεωρούν ότι από της δύο πόλους της μπαταρίας ρέουν προς το λαμπτήρα (πηγή) δύο ποιότητες ρεύματος. Προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν το κλειστό κύκλωμα και την αναγκαιότητά του, έχουν την αντίληψη πως τα δύο άκρα της μπαταρίας πρέπει να συνδεθούν με τα δύο άκρα του λαμπτήρα. Τότε το θετικό ρεύμα ρέει από τον θετικό πόλο της μπαταρίας προς στον θετικό πόλο του λαμπτήρα, ενώ το αρνητικό ρεύμα ρέει από τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας προς στον αρνητικό πόλο του λαμπτήρα. Όταν τα δύο αυτά ρεύματα συναντηθούν συγκρούονται και παράγουν «ηλεκτρισμό» που ανάβει τη λάμπα (Osborne, 1983).

Σχήμα 2.5. Μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων.

Μοντέλο Εξασθένησης του Ρεύματος (Καταναλωτικό Μοντέλο Α)

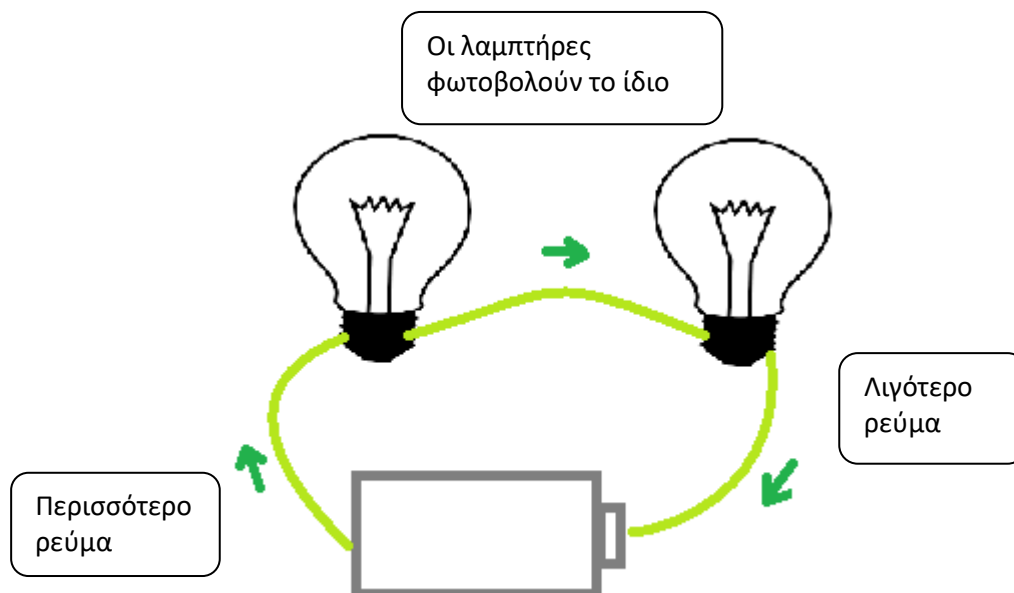
Στο μοντέλο εξασθένησης του ρεύματος το ρεύμα ρέει προς μία κατεύθυνση, καταναλώνεται από τον λαμπτήρα κι έτσι επιστρέφει λιγότερο ρεύμα στην πηγή. Όταν συνδέουμε σε ένα κλειστό κύκλωμα δύο λαμπτήρες σε σειρά, οι μαθητές θεωρούν ότι ο δεύτερος λαμπτήρας θα φωτοβολεί λιγότερο από τον προηγούμενό του (Osborne, 1983).



Σχήμα 2.6. Μοντέλο εξασθένησης του ρεύματος

Μεριστικό Μοντέλο (Καταναλωτικό Μοντέλο Β)

Στο μεριστικό μοντέλο οι μαθητές πάλι έχουν την παρανόηση ότι από το καλώδιο που ενώνει την μπαταρία με τους λαμπτήρες ρέει περισσότερο ρεύμα, ενώ από το καλώδιο που συνδέει τους λαμπτήρες με τη μπαταρία ρέει λιγότερο. Η διαφορά με το προηγούμενο μοντέλο είναι ότι θεωρούν πως το ρεύμα μοιράζεται εξίσου ανάμεσα στους λαμπτήρες, με αποτέλεσμα να φωτοβολούν το ίδιο (Driver et al, 1998).



Σχήμα 2.7. Μεριστικό Μοντέλο.

2.4 Η διδασκαλία του ηλεκτρισμού στην Ε΄ δημοτικού

Ο μαθητής έξω από το σχολείο εισέρχεται σε επαφή με τα φυσικά φαινόμενα σε διάφορες καταστάσεις όπως στο σπίτι, στο δρόμο, κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και της άθλησης, παρατηρώντας τα ακούσια. Η επαφή του όμως αυτή με τα φαινόμενα δεν είναι συστηματική, αφού η αλληλουχία τους είναι τυχαία και δεν αποτελεί πρωταρχική επιδίωξη του παιδιού η κριτική τους ανάλυση με στόχο την κατανόηση. Ο τρόπος αντιμετώπισης δεν είναι σχεδιασμένος με αιτιότητα ούτε με οριοθετημένες γνωστικές επιδιώξεις. Στη σχολική ζωή αντίθετα, η ύλη που παρουσιάζεται στο μαθητή είναι σχεδιασμένη και οργανωμένη με βάση την επιθυμία του δασκάλου να προσφέρει υλικό για μάθηση. Τα ερεθίσματα που δέχεται ο μαθητής από το φυσικό του περιβάλλον και τον κοινωνικό του περίγυρο κατά μη συστηματικό τρόπο συμπληρώνονται από οργανωμένες διαδικασίες διδασκαλίας - μάθησης.

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, οι διδακτικές ώρες που αντιστοιχούν στο μάθημα των φυσικών επιστημών στο ελληνικό σχολικό πρόγραμμα παρουσιάζουν τις τελευταίες δεκαετίες σταθερή αύξηση, γεγονός που αντανάκλα την ολοένα και ευρύτερη αποδοχή της αναγκαιότητας του μαθήματος. Η προετοιμασία των μαθητών που θα επιδιώξουν την εισαγωγή τους στα τριτοβάθμια εκπαιδευτικά ιδρύματα θετικής κατεύθυνσης είναι δεδομένη ανάγκη. Η τεχνολογική ανάπτυξη της χώρας, η στελέχωση της βιομηχανίας και της έρευνας και κατά συνέπεια η οικονομική πρόοδος εξαρτώνται από την επάρκεια εξειδικευμένων επιστημόνων. Το ποσοστό όμως των μαθητών που ακολουθούν αυτό το δρόμο είναι πολύ μικρό, για να δικαιολογήσει τη στροφή του μαθήματος των φυσικών επιστημών αποκλειστικά σε αυτή την κατεύθυνση. Το μάθημα συνεπώς δεν πρέπει να περιορίζεται στους μαθητές αυτούς, απομακρυσμένο από τον τουλάχιστον εξίσου σημαντικό παράγοντα της παροχής γενικής μόρφωσης στο σύνολο των μαθητών.

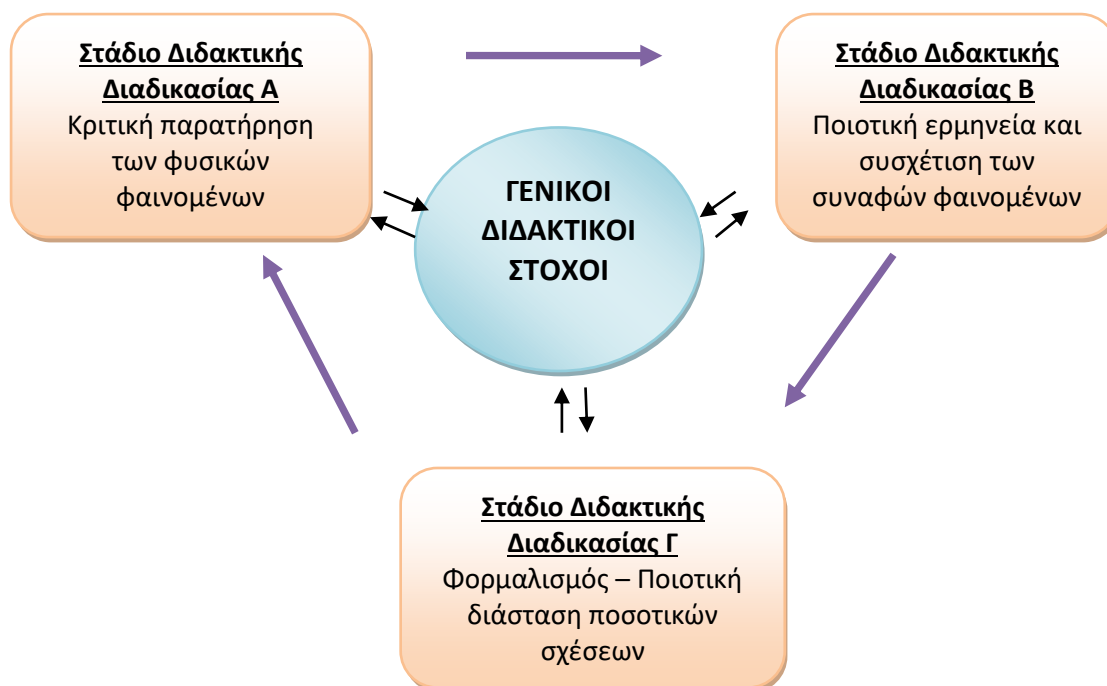
Ενδιαφέροντα στοιχεία για την επιθυμητή προσφορά των φυσικών επιστημών στο γενικό μορφωτικό πλαίσιο του σχολείου παρουσιάζει η έρευνα (Delphi Studie) του Ινστιτούτου για την παιδαγωγική των φυσικών επιστημών IPN. Σύμφωνα με την παραπάνω μελέτη η διδασκαλία των φυσικών επιστημών προσφέρει μεταξύ άλλων (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2006):

- Πρακτική βοήθεια στον οικιακό χώρο
- Στοιχεία για τη διαμόρφωση αντίληψης για τον εργασιακό χώρο
- Γνώσεις χρήσιμες για την αποφυγή ατυχημάτων στην καθημερινή ζωή
- Κατανόηση των εξελίξεων στο χώρο των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας
- Διαπίστωση των κινδύνων που οι εξελίξεις αυτές συνεπάγονται
- Διαμόρφωση άποψης για κοινωνικά ζητήματα σχετικά με τις φυσικές επιστήμες

Οι φυσικές επιστήμες και οι εφαρμογές τους έχουν έκταση που δεν είναι δυνατό να καλυφθεί στο πλαίσιο του σχολικού μαθήματος. Η διαμόρφωση του αναλυτικού προγράμματος, ο καθορισμός των σκοπών και στόχων προϋποθέτουν την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων, την κριτική θεώρηση του περιεχομένου του μαθήματος από διαφορετικές οπτικές γωνίες και την επιλογή των στοιχείων που απαραίτητα πρέπει να συμπεριληφθούν και άλλων, λιγότερο σημαντικών, που μπορεί να παραλειφθούν.

Η διδακτική πορεία περιγράφεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα 2.8. (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2006). Στο κέντρο τοποθετούνται οι διδακτικοί στόχοι, οι οποίοι επιδρούν σε κάθε στάδιο της διδακτικής διαδικασίας, και περιμετρικά η εξέλιξη της εμβάθυνσης σε κάθε διδακτικό στάδιο. Η κυκλική μορφή στην εξέλιξη της διδακτικής πορείας τονίζει εμφατικά το γεγονός ότι, ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας των φορμαλιστικών αλληλοσυσχετίσεων, πρέπει

να είναι αυτονόητη η αναφορά της κατακτηθείσας γνώσης στην ολοκληρωμένη πιο αντιμετώπιση της ερμηνείας των καθημερινών φαινομένων και των προεκτάσεών τους.



Σχήμα 2.8. Διδακτική πορεία (Προσαρμογή από Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2006)

Στην πρώτη εκπαιδευτική βαθμίδα σημειώνεται η πρώτη επαφή του μαθητή με το «οργανωμένο» μάθημα των φυσικών επιστημών. Αυτό δε σημαίνει ότι ο μαθητής αντιμετωπίζει για πρώτη φορά τα φυσικά φαινόμενα. Ορθό είναι να ισχυριστεί κανείς ότι για πρώτη φορά οι πρώιμες αντιλήψεις τους μαθητή δοκιμάζονται σε αντιδιαστολή με τις «φυσικές αλήθειες» του δασκάλου και του διδακτικού βιβλίου, καθώς και με τις πρώιμες αντιλήψεις των συμμαθητών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το γνωστικό δυναμικό των μαθητών που βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων λογικών πράξεων καθορίζει τη βαρύτητα της διδασκαλίας στο παρατηρησιακό επίπεδο. Ο μαθητής δεν αντιμετωπίζει πια τα καθημερινά φυσικά φαινόμενα τυχαία, αλλά καλείται με μεθοδικό τρόπο να παρατηρήσει και να καταγράψει την εξέλιξή τους. Μαθαίνει να οργανώνει τις παρατηρήσεις του και να εκτελεί απλά πειράματα, που πολλές φορές δε διαφέρουν από τις καθημερινές δραστηριότητες ως προς το περιεχόμενο αλλά κυρίως ως προς τη μεθοδολογία. Όταν

καλείται να πειραματιστεί βράζοντας για παράδειγμα νερό, δεν κάνει τίποτα διαφορετικό από το να βράζει νερό για την εξυπηρέτηση των δικών του αναγκών. Αυτό που διαφέρει είναι ο στόχος της πράξης. Βράζει νερό παρατηρώντας κριτικά, για να μετρήσει τη θερμοκρασία βρασμού, να παρατηρήσει τις φυσαλίδες που δημιουργούνται και λοιπά.

Η έννοια του πειράματος δεν περιορίζεται στο σχολικό εργαστήριο. Πείραμα είναι η κριτική παρατήρηση των καθημερινών φαινομένων, όταν η αντιμετώπισή τους διέπεται από τη μεθοδολογική συνέπεια των φυσικών επιστημών. Όταν, για παράδειγμα, ο μαθητής παρατηρεί την τραμπάλα στην παιδική χαρά, δοκιμάζοντας με φίλους του, διαφορετικής μάζας, να διαπιστώσει τη συνθήκη ισορροπίας, εκτελεί πείραμα. Με την εισαγωγή της επιστημονικής μεθοδολογίας μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά μεγάλο πλήθος καθημερινών παρατηρήσεων.

Η επιλογή του «παρατηρησιακού επιπέδου διδασκαλίας» για την α' βαθμίδα εντοπίζει τη βαρύτητα της διδασκαλίας στην καλλιέργεια της μεθοδικότητας και στη συστηματική παρατήρηση των φαινομένων.

Η έμφαση στην παρατήρηση δεν πρέπει να αποκλείει μια πρώτη ερμηνευτική προσέγγιση, σε αναφορά πάντα με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών. Η ερμηνεία επιδιώκεται σ' αυτό το στάδιο, αν όμως η ενασχόληση του μαθητή με το φαινόμενο προκαλέσει την απορία του, ο δάσκαλος πρέπει να είναι έτοιμος να ικανοποιήσει τη γνωστική ανησυχία. Με την κάλυψη των θεματικών πεδίων της φυσικής (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2006) στην α' βαθμίδα σε παρατηρησιακό επίπεδο ο μαθητής πρέπει:

- Να έχει συνειδητοποιήσει την εργασία σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα των φυσικών επιστημών, να κάνει παρατηρήσεις, να διατυπώνει υποθέσεις, να τις ελέγχει με απλά πειράματα, να καταγράφει τις παρατηρήσεις του και να εξάγει ποιοτικά συμπεράσματα.
- Να έχει παρατηρήσει συστηματικά τα φυσικά φαινόμενα, ώστε να μπορεί να τα ανακαλέσει αργότερα
- Να έχει συνδέσει τα αντίστοιχα καθημερινά φαινόμενα με τις παρατηρήσεις του σχολικού εργαστηρίου, ώστε να ανακαλέσει το γνωστικό υλικό σε τυχαίες επαναλήψεις.

Να σημειωθεί πως παρόλο που ένας από τους κύριους σκοπούς της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στο ελληνικό σχολείο, όπως αναφέρεται και στο βιβλίο δασκάλου, είναι η τεχνολογική ανάπτυξη της χώρας, η στελέχωση της βιομηχανίας και της έρευνας πουθενά στις επιδιώξεις και στους διδακτικούς στόχους δεν αναφέρεται η χρήση νέων τεχνολογιών ως χρήσιμο και απαραίτητο εργαλείο για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών τον 21^ο αιώνα. Αυτό είναι μια σημαντική έλλειψη που ουσιαστικά δημιουργεί μια μεγάλη αντίφαση σε σχέση με τον παραπάνω σκοπό.

Οι ιδέες των μαθητών για τον κόσμο γύρω του διαμορφώνονται πολλές φορές στα χρόνια της φοίτησής τους στο δημοτικό σχολείο, άσχετα από το αν διδάσκονται ή όχι φυσικές επιστήμες. Χωρίς την υποβοήθηση της διαδικασίας αυτής από οργανωμένο μάθημα, που θα παράσχει το μεθοδολογικό εργαλείο της επιστημονικής προσέγγισης, είναι πολύ πιθανό η διαμόρφωση αυτή να είναι μη επιστημονική, με αποτέλεσμα την εδραίωση δομών που είναι αμφίβολο αν θα μπορούν αργότερα να αρθούν.

Οι φυσικές επιστήμες στην Ε' δημοτικού (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2006) προβλέπεται να διδάσκονται σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα τρεις ώρες την εβδομάδα. Για το κεφάλαιο του ηλεκτρισμού προβλέπονται 11 διδακτικές ώρες. Το σχολικό εγχειρίδιο παρέχει 9 φύλλα εργασίας χωρισμένα στις παρακάτω ενότητες:

1. Στατικός ηλεκτρισμός (2 δ. ω.)
2. Το ηλεκτροσκόπιο (1 δ. ω.)
3. Πότε ανάβει το λαμπάκι; (1 δ. ω.)

4. Ένα απλό κύκλωμα (1 δ. ω.)
5. Το ηλεκτρικό ρεύμα (1 δ. ω.)
6. Αγωγοί και μονωτές (1 δ. ω.)
7. Ο διακόπτης (1 δ. ω.)
8. Σύνδεση σε σειρά και παράλληλη σύνδεση (1 δ. ω.)
9. Ηλεκτρικό ρεύμα (1 δ. ω.)

Η δομή του κεφαλαίου και η σειρά διατηρήθηκε και στη διδακτική παρέμβαση, απλά συμπύχθηκαν κάποιες ενότητες, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά και στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας. Επιπλέον επιλέξαμε να κάνουμε συνεχόμενα δίωρα και τα πέντε μαθήματα της διδακτικής παρέμβασης, διότι χρησιμοποιούσαμε το εργαστήριο πληροφορικής και ένα μεγάλο μέρος του χρόνου ξοδευόταν στο να πάρουν οι μαθητές τα απαραίτητα πράγματα από την τάξη τους και να πάνε στο εργαστήριο καθώς επίσης και να τακτοποιηθούν οι ομάδες στους υπολογιστές και να ανοίξουν τα απαραίτητα αρχεία. Το εργαστήριο πληροφορικής είχε μόλις έξι (6) διαθέσιμους υπολογιστές, οπότε αναγκαστικά οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες, καθώς δεν υπήρχε άλλη δυνατότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΠΕ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται πώς η διερευνητική μάθηση μπορεί να βασιστεί στις νέες τεχνολογίες και πως μπορούν να σχεδιαστούν διερευνητικές δραστηριότητες βασισμένες σε ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μάθησης. Παρουσιάζεται επίσης το πώς οι διερευνητικές δραστηριότητες βασισμένες στις νέες τεχνολογίες μπορούν να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Επιπλέον σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τα εργαλεία βάσει των οποίων σχεδιάστηκαν οι διερευνητικές δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης στην παρούσα έρευνα.

3.1 Διερευνητική μάθηση υποστηριζόμενη από υπολογιστές

Ένας προφανής τρόπος για να φέρει κανείς τους μαθητές σε επαφή με τον τρόπο που εργάζονται οι επιστήμονες είναι να εμπλακούν οι ίδιοι στις διαδικασίες της επιστημονικής διερεύνησης, προσφέροντάς τους περιβάλλοντα και δραστηριότητες που τους επιτρέπουν να πραγματοποιήσουν τις διαδικασίες της επιστήμης. Τέτοιες διαδικασίες είναι για παράδειγμα ο προσανατολισμός, η διατύπωση υποθέσεων, ο πειραματισμός, η δημιουργία μοντέλων και θεωριών και η αποτίμηση (De Jong, 2006). Η εμπλοκή των μαθητών στις διαδικασίες της επιστήμης τους φέρνει όσο το δυνατόν πιο κοντά στη φύση της επιστημονικής κατανόησης, συμπεριλαμβάνοντας τα δυνατά σημεία, τους προβληματισμούς και τους περιορισμούς (Dunbar, 1999). Η βασική απαίτηση της διερευνητικής μάθησης είναι η εμπλοκή των μαθητευόμενων στις επιστημονικές διαδικασίες. Αυτή τους βοηθά να χτίσουν μία προσωπική γνωστική βάση η οποία είναι επιστημονική, με την έννοια ότι θα μπορούν να χρησιμοποιούν αυτή τη γνώση για να προβλέπουν και να εξηγούν ό,τι παρατηρούν στο φυσικό κόσμο.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια περίπου, οι υπολογιστές έχουν χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσουν περιβάλλοντα τα οποία εμπλέκουν τους μαθητευόμενους ενεργά σε επιστημονικές δραστηριότητες διερεύνησης. Η αξία του υπολογιστή είναι ότι επιτρέπει την ποικιλία διερευνητικών δραστηριοτήτων σε βολικές διαχειρίσιμες διαστάσεις για μαθητές (Joolinger et al, 2006) οι οποίοι είναι άπειροι σε διαδικασίες διερεύνησης.

Σε ότι αφορά στον ηλεκτρισμό, οι μαθητές σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης, έχουν τη δυνατότητα να εξερευνήσουν το κύκλωμα και τα επιμέρους στοιχεία του. Να δημιουργήσουν επίσης νέα κυκλώματα, να αντικαταστήσουν τις μπαταρίες και τους λαμπτήρες, να εισάγουν εργαλεία όπως οι πυκνωτές, οι αντιστάτες, οι διακόπτες και να παρατηρήσουν τη λειτουργία τους. Παράλληλα είναι σε θέση να παρατηρήσουν και να καταγράψουν άμεσα τις αλλαγές που προκύπτουν, όπως για παράδειγμα στη φωτεινότητα των λαμπτήρων. Επιπλέον είναι απαλλαγμένοι από προβλήματα όπου θα μπορούσαν να τους παραπλανήσουν και να σταθούν εμπόδιο, όπως σπασμένα καλώδια, καμένες λάμπες, ελαττωματικές επαφές, χρώματα καλωδίων, εξαντλημένες μπαταρίες (Κορίκη, 2014).

Η προσομοίωση κάνει τη συνδεσμολογία πιο φανερή οπτικοποιώντας τη διαδικασία δημιουργίας σχηματικών διατάξεων (Finkelstein et al., 2005). Μία έρευνα σχετική που πραγματοποιήθηκε σε φοιτητές, απέδειξε ότι οι φοιτητές που χρησιμοποίησαν την προσομοίωση υπερερούσαν έναντι αυτών που χρησιμοποίησαν πραγματικά κυκλώματα, τόσο ως προς την εννοιολογική κατανόηση, όσο και ως προς την κατασκευή και την λειτουργία κυκλωμάτων (Finkelstein et al., 2005). Στα ίδια συμπεράσματα καταλήγει και η έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές Γυμνασίου στο πεδίο της μηχανικής (Klahr et al., 2007), στην οποία φάνηκε πως οι μαθητές που έκαναν χρήση κατάλληλου λογισμικού κατασκεύασαν μικρά αυτοκίνητα με μεγαλύτερη επιτυχία και σε πολύ λιγότερο χρόνο από τους μαθητές που έκαναν τις κατασκευές με φυσικά υλικά. Αξίζει να αναφέρουμε πως οι πραγματικές κατασκευές διήρκησαν 20 λεπτά περίπου, ενώ οι εικονικές μόλις 5 λεπτά.

Βέβαια, υπάρχουν και αρκετοί ερευνητές που υποστηρίζουν πως η χρήση προσομοιώσεων στερεί από τους μαθητές τη δυνατότητα επεξεργασίας πραγματικών υλικών και ως εκ τούτου οδηγεί στη διαστρέβλωση της πραγματικότητας (Cross, 2004). Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, ο συνδυασμός των πραγματικών και των εικονικών πειραμάτων είναι η καλύτερη προσέγγιση καθώς το ένα είδος συμπληρώνει το άλλο. Επομένως, τόσο η χρήση προσομοιώσεων και άλλων εργαλείων που μας προσφέρουν οι ΤΠΕ, κατάλληλα βεβαίως ενταγμένων σε ένα επικοινωνιακό πλαίσιο, έτσι ώστε να διεγείρεται στους μαθητές προβληματισμός και να επέρχεται η αναγκαιότητα χρησιμοποίησής τους, όσο και τα απλά πειράματα με πραγματικά υλικά θα πρέπει να εντάσσονται και να συνδυάζονται κατά τη διδακτική πράξη με στόχο πάντοτε τη βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση των μαθητών. Λαμβάνοντας υπόψη

τα παραπάνω σχεδιάσαμε τις δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης, οι οποίες αποτυπώνονται στα φύλλα εργασίας που βρίσκονται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας, συνδυάζοντας τόσο τη χρήση υπολογιστή όσο και πραγματικά πειράματα με απλά υλικά.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι με τους οποίους οι υπολογιστές μπορούν πραγματικά να βοηθήσουν να δημιουργήσουμε απαιτητικά και εύχρηστα περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τρόποι με τους οποίους οι υπολογιστές μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τη διερευνητική μάθηση (Joolinger et al, 2006), τα θετικά αποτελέσματά τους για τους μαθητές καθώς και μερικά παραδείγματα πρακτικών εφαρμογών σε έννοιες ηλεκτρισμού.

Πίνακας 3.1. Τρόποι υποστήριξης της διερευνητικής μάθησης με υπολογιστή και παραδείγματα πρακτικών εφαρμογών σε έννοιες του ηλεκτρισμού

Τρόποι υποστήριξης της διερευνητικής μάθησης με τη χρήση ΤΠΕ	Παραδείγματα πρακτικών εφαρμογών σε έννοιες του ηλεκτρισμού	Θετικά αποτελέσματα για τους μαθητές
Αντικατάσταση του πραγματικού κόσμου με έναν προσομοιωτή.	Αντικατάσταση ενός πραγματικού ηλεκτρικού κυκλώματος με προσομοιωτή Αντικατάσταση ενός ανθρώπου που τρίβει κάποιο σημείο του σώματός του με ένα άλλο σώμα π.χ. χαλί με αποτέλεσμα έτσι ώστε να παραχθεί στατικός ηλεκτρισμός με προσομοιωτή.	<i>Βοηθά στο να κάνει διαθέσιμα σε μια ευρεία κλίμακα τα φαινόμενα που πρέπει να ερευνηθούν.</i>
		<i>Μπορεί να απλοποιήσει και/ ή να δώσει έμφαση σε σημαντικές πλευρές του τομέα που μελετάται.</i>
		<i>Βοηθά τους μαθητές να παρατηρήσουν χαρακτηριστικά αποφασιστικής σημασίας σχετικά με τον τομέα που ερευνούν.</i>
		<i>Βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν το μικρόκοσμο.</i>
Ο υπολογιστής μπορεί να προσφέρει εργαλεία για την υποστήριξη των διαδικασιών της διερεύνησης.	Ιστοεξερεύνηση από τους μαθητές για τα μέρη και τη λειτουργία ενός λαμπτήρα. Παρακολούθηση βίντεο.	<i>Βοηθούν τους μαθητές να αναλύσουν και να οπτικοποιήσουν τα δεδομένα.</i>
		<i>Βοηθούν τους μαθητές να διατυπώσουν υποθέσεις.</i>
		<i>Βοηθούν τους μαθητές να διαχειριστούν τη διαδικασία μάθησης.</i>
Ο υπολογιστής μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών.	Συνεργασία μεταξύ μαθητών με στόχο να διερευνήσουν δοκιμάζοντας στον προσομοιωτή ποια υλικά είναι αγωγοί και ποια μονωτές και να τα καταγράψουν σε ένα διαμοιραζόμενο έγγραφο,	<i>Τους επιτρέπει να επικοινωνούν, να μοιράζονται δεδομένα, αποτελέσματα και ιδέες.</i>
		<i>Τους επιτρέπει να συζητούν τις συνέπειες για τη γνώση η οποία είναι υπό δόμηση.</i>

	ελέγχοντας τις υποθέσεις που είχαν ομαδικά διατυπώσει.	
Ο υπολογιστής μπορεί να παρέχει εργαλεία μοντελοποίησης.	Οι μαθητές καλούνται να μοντελοποιήσουν τα δύο είδη σύνδεσης, την παράλληλη και τη σειρά.	<p><i>Επιτρέπουν στους μαθητές να εκφράσουν τις θεωρίες τους σε μοντέλα τα οποία μπορούν να προσομοιωθούν.</i></p> <p><i>Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις θεωρίες τους με λειτουργικότητα, αντιμετωπίζοντας τις συνέπειες από τις δικές τους ιδέες.</i></p>

Όπως συμπεραίνουμε από τα παραπάνω, συνεπώς, οι υπολογιστές επιτρέπουν τη δημιουργία περιβαλλόντων διερεύνησης στα οποία οι μαθητές μπορούν να εμπλακούν σε αυθεντικές δραστηριότητες διερεύνησης και με αυτόν τον τρόπο να μάθουν για τον τομέα τον οποίο μελετούν μαζί με επιστημονικές μαθησιακές δραστηριότητες διερεύνησης, σε ένα περιβάλλον που τους στήνει σκαλωσιές με σκοπό να τους υποστηρίξει. Η ανάγκη γι' αυτήν την υποστήριξη (scaffolding) έχει ευρέως αναγνωριστεί. Καθώς το να παρέχει κανείς σπουδές με ελεύθερη έρευνα, χωρίς καμία υποστήριξη, έχει αποδειχθεί ότι δεν αποφέρει οφέλη στους μαθητές (Klahr & Nigam, 2004). Αντιθέτως, η υποστηριζόμενη ανακαλυπτική μάθηση με προσομοιωτές έχει αποδειχθεί ότι είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μάθησης (White & Frederiksen, 1998).

Τα περιβάλλοντα μάθησης, βασισμένα σε προσομοιωτές, που περιλαμβάνουν υποστήριξη οδηγούν συχνά σε επιτυχή μάθηση (Eysink et al., 2009) όπως κατέστησε σαφές μια πρόσφατη μετα-ανάλυση (Alfieri et al., 2011). Πέρα από τις σκαλωσιές που παρέχονται σε μεμονωμένους εκπαιδευόμενους, η αλληλεπίδραση μεταξύ συμμαθητών θα μπορούσε επίσης να προστεθεί σαν υποστήριξη κατά τη μάθηση. Όσον αφορά στη συνεργατική μάθηση, τα σχέδια των μαθητών, οι ιδέες τους και η αιτιολογία θα πρέπει να γίνονται σαφή και κατανοητά από τους συμμαθητές - συνεργάτες τους (Kyza, 2009). Η διαδικασία του να προσπαθούν οι μαθητές να δώσουν εξηγήσεις στους μαθητές – συνεργάτες τους πιστεύεται ότι βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν οι ίδιοι μεγαλύτερη εννοιολογική κατανόηση (Teasley, 1995). Ωστόσο, όπως και η διερευνητική μάθηση, η συνεργασία συχνά δεν λειτουργεί ομαλά από μόνη της και ως εκ τούτου απαιτείται, επίσης, υποστήριξη.

Μέσα σε ένα περιβάλλον διερευνητικής μάθησης, βασισμένο σε προσομοίωση, κύριο καθήκον των μαθητών είναι να βρουν τις ιδιότητες του αντικειμένου που διερευνούν, εμπλεκόμενοι οι ίδιοι με τις διαδικασίες εξαγωγής γνωστικών συμπερασμάτων. Οι διαδικασίες στις οποίες οι μαθητές συμμετέχουν μπορεί να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες (Njoo & De Jong, 1993) οι μετασχηματιστικές και οι ρυθμιστικές διαδικασίες. Οι μετασχηματιστικές διαδικασίες είναι εκείνες στις οποίες οι εκπαιδευόμενοι δημιουργούν άμεσα ή παράγουν γνώση, όπως ο προσανατολισμός, η δημιουργία υποθέσεων, ο πειραματισμός, η ερμηνεία και η διεξαγωγή συμπερασμάτων.

Κατά τη διάρκεια του προσανατολισμού οι μαθητές κατασκευάζουν μια ιδέα της δομής του προσομοιωμένου πεδίου, εντοπίζοντας σημαντικές μεταβλητές και σχέσεις, ενεργοποιούν τις προηγούμενες γνώσεις και τις συνδέουν με τις μεταβλητές, τους όρους και τα φαινόμενα που παρουσιάζονται στο μαθησιακό περιβάλλον. Η διατύπωση υποθέσεων αναφέρεται στην έκφραση μιας ή ενός συνόλου κρίσεων, σκέψεων των οποίων διαμορφώνουμε για την πιθανότητα ενός πράγματος στηριζόμενοι σε ελλιπή στοιχεία, που αφορούν στις μεταβλητές και στις σχέσεις μέσα στο πεδίο που μελετάμε. Ο πειραματισμός περιλαμβάνει το σχεδιασμό πειραμάτων, προβλέψεις σχετικά με τα πειραματικά αποτελέσματα και βεβαίως τη λειτουργία των πειραμάτων. Κατά τη διάρκεια της ερμηνείας και του σχεδιασμού των συμπερασμάτων, οι μαθητές ερμηνεύουν τα

πειραματικά αποτελέσματα και επανεξετάζουν τις υποθέσεις τους υπό το πρίσμα των πειραματικών δεδομένων που συλλέγονται κατά τη φάση του πειραματισμού.

Οι ρυθμιστικές διαδικασίες αναφέρονται στο σχεδιασμό και την παρακολούθηση της μαθησιακής διαδικασίας. Κάθε μία από αυτές τις διαδικασίες είναι γνωστό ότι θέτει ειδικά προβλήματα για τους μαθητές (De Jong, 2006), προβλήματα για τα οποία μια ολόκληρη σειρά μέτρων στήριξης των μαθητών έχει σχεδιαστεί. Αυτό έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας ποικιλίας διερευνητικών περιβαλλόντων μάθησης, βασισμένων σε υπολογιστή που παρέχουν στους μαθητές διερευνητική διευκόλυνση και ολοκληρωμένες υποστηρικτικές σκαλωσιές. Παραδείγματα τέτοιων περιβαλλόντων μάθησης, όπως αναφέρει ο De Jong (2006) είναι τα Belvedere (Suthers et al., 1995), BGuILE (Reiser et al., 2001), Inquiry Island (White et al., 2002), Gen Scope (Hickey & Zuiker, 2003), Sim Quest-based environments (De Jong et al., 1998), Co-Lab (Van Joolingen et al., 2005), WISE (Linn et al., 2004), STOCHASMOS (Kyza et al., 2011) και το SCY (De Jong et al., 2012).

Η διδασκαλία για την εννοιολογική κατανόηση θα πρέπει αφενός να περιλαμβάνει «κοινωνικές διεργασίες οικοδόμηση της γνώσης και αφετέρου να εισάγει το θέμα του προγράμματος σπουδών, σχεδιασμένο με κατεύθυνση την αντιμετώπιση των γνωστικών ζητημάτων που σχετίζονται με την εννοιολογική ανάπτυξη των μαθητών» (Βοσνιάδου 2007). Η πρόκληση γίνεται τότε η δημιουργία διδασκαλίας στην οποία ο πολιτισμός της τάξης ενισχύεται σε τέτοιο βαθμό που επιτρέπει στους μαθητές να βιώσουν την «επιστήμη στην πράξη», σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα σπουδών που βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν την εννοιολογική κατανόηση (Kock et al., 2011).

3.2 Επισκόπηση της βιβλιογραφίας

Πολλές έρευνες υπογραμμίζουν τη μεγάλη σημασία που πρέπει να δίνεται στις πληροφορίες τις οποίες δίνονται στους μαθητές πριν και κατά τη διάρκεια των διερευνητικών δραστηριοτήτων. Ο Shute (1993) διαπίστωσε πως η προσφορά ορισμών και επεξηγήσεων βασικών εννοιών προωθούν την απόκτηση και τη μεταφορά γνώσης πάνω σε ένα τομέα που διερευνάται. Συγκεκριμένα αναφέρει πως «δώστε στους μαθητές τόσες πληροφορίες όσες ακριβώς χρειάζονται για να ξεπεράσουν τα μαθησιακά εμπόδια» ούτε λιγότερες αλλά ούτε και περισσότερες. Φυσικά αυτό δεν είναι καθόλου εύκολο, καθώς ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει τι ακριβώς γνωρίζουν οι μαθητές του πάνω στον τομέα που καλούνται να διερευνήσουν και σε ποιο επίπεδο, έτσι ώστε να μπορέσει να τους δώσει μόνο τις πληροφορίες εκείνες που είναι απαραίτητες.

Οι μαθητές που δεν έχουν επαρκείς γνώσεις πάνω στον τομέα που διερευνούν θα πρέπει να υποστηρίζονται από τον εκπαιδευτικό μέσω της μεθοδολογία που ακολουθεί η επιστημονική σκέψη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, σύμφωνα με τους Lazonder, Hagemans & De Jong (2009), με την υποστήριξη της διαδικασίας, με υποδείξεις κατά τις βασικές λειτουργίες της επιστημονικής έρευνας, με προσανατολισμό του σχεδιασμό κατά τις διερευνητικές διαδικασίες και τέλος με τον αναστοχασμό. Η παροχή επιπρόσθετου βοηθητικού υλικού, επίσης, είναι ένας τρόπος υποστήριξης των μαθητών με χαμηλό επίπεδο γνώσεων στον τομέα που καλούνται να διερευνήσουν. Η πρόσβαση, για παράδειγμα, στους εννοιολογικούς διοργανωτές, η καθοδήγηση εμπειρογνομόνων, τα σχολιασμένα παραδείγματα και η απευθείας προσφορά πληροφοριών σχετικών με τον τομέα που διερευνούν.

Οι Hulshof και De Jong (2006) συνδύασαν πληροφορίες σχετικές με τις βασικές έννοιες της προσομοίωσης με χρήση πειραματισμών. Οι μαθητές οι οποίοι είχαν πρόσβαση σε κάποιου είδους υποστήριξη πέτυχαν υψηλότερα μαθησιακά αποτελέσματα από τους μαθητές που δεν έλαβαν περαιτέρω πληροφορίες. Παρόμοια οφέλη αναφέρθηκαν από τον Reid και τους συναδέλφους του

που προσέφεραν πληροφορίες πάνω στον τομέα που ερευνούσαν σε συνδυασμό με το πείραμα και τον αναστοχασμό (Reid, 2004).

Η προαναφερθείσα έρευνα, αφήνει ωστόσο κάπως ασαφές το αν η παρουσία των πληροφοριών πάνω στον τομέα που ερευνούσαν οι μαθητές προώθησε τελικά τόσο την απόκτηση γνώσεων όσο και την επιστημονική λογική. Αρκετές μελέτες δεν αξιολογούν ξεχωριστά την επίδραση των πληροφοριών που προσφέρονται. Κάποιες έχουν αποδείξει ότι οι πληροφορίες αυτές έχουν μικρή προστιθέμενη αξία, όταν προσφέρονται σε συνδυασμό με άλλους τύπους στήριξης, όπως συμβουλές πειραματισμού, αναθέσεις και προτροπές προβληματισμού (Fund ,2007), ή σχεδόν αγνοούνται από τους μαθητές οι οποίοι αρέσκονται στην πιο προσανατολισμένη καθοδήγηση (Manlove, Lazonder, & De Jong, 2007). Οι αναφερθείσες μελέτες προσφέρουν λίγη διαορατικότητα όσων αφορά στην επιστημονική επιχειρηματολογία των μαθητών. Κατόπιν απουσίας στοιχείων δεν είναι σαφές ούτε τι ισχύει για τα παρατηρούμενα γνωστικά αποτελέσματα, ούτε αν η παρουσία και η χρήση των πληροφοριών σχετικών με τον τομέα που μελετάται προωθεί τελικά την επιστημονική συλλογιστική.

Στην έρευνά τους ο Ton de Jong (2009) και οι συνεργάτες του έδειξαν πως οι μαθητές που είχαν χαμηλό επίπεδο γνώσεων πάνω στον τομέα που ερευνούσαν θα πρέπει να λαμβάνουν σχετικές πληροφορίες πριν αρχίσουν τη διερεύνησή τους. Επίσης οι πληροφορίες έδειξαν ότι είναι πολύ σημαντικό να είναι διαθέσιμες καθ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.

Οι πρόσφατες μετααναλύσεις έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η διερευνητική μάθηση μπορεί να ωφελήσει τους μαθητές και μπορεί να οδηγήσει σε ανώτερες επιδόσεις των μαθητών σε σύγκριση με πιο άμεσες μορφές διδασκαλίας. (Alfieri, 2010). Ωστόσο όπως δείχνουν κάποιες έρευνες αυτά τα οφέλη υπάρχουν μόνο όταν οι μαθητές υποστηρίζονται κατά τη διάρκεια των διερευνητικών δραστηριοτήτων.

Από την έρευνα των De Jong & Van Joolingen (1998) προέκυψε ένα ευρύ φάσμα δεξιοτήτων σε έλλειψη όσων αφορά στη διερευνητική μάθηση, η οποία βασίζεται σε προσομοιωτές. Όταν οι μαθητές μαθαίνουν διάφορα φαινόμενα μέσω του συστηματικού πειραματισμού σε έναν προσομοιωτή, είναι γενικά ανίκανοι να εξάγουν υποθέσεις από τα δεδομένα, να σχεδιάσουν πειστικά πειράματα, να εμπλακούν σε μια αποτελεσματική πειραματική συμπεριφορά και να παρακολουθήσουν τα μη συγκρίσιμα στοιχεία.

Οι Mulder, Lazonder & De Jong (2010) εξέτασαν το κατά πόσο αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να γενικευτούν σ' ένα έργο μάθησης όπου η διερεύνηση βασισμένη σε προσομοιωτή και η μοντελοποίηση συνδυάζονται. Αυτή η συνδυασμένη προσέγγιση επέτρεψε στους μαθητές να μάθουν για ένα επιστημονικό φαινόμενο μέσω πειραματισμού σε έναν προσομοιωτή. Ο Mulder βρήκε πως οι αρχάριοι μαθητές, όσων αφορά στις γνώσεις τους σχετικά με τον τομέα που ερευνάται, ήταν αρκετά ικανοί στον εντοπισμό των μεταβλητών που περιλαμβάνονταν στα μοντέλα τους. Αντίθετα, δυσκολεύτηκαν αρκετά στο να συμπεράνουν πώς αυτές οι μεταβλητές σχετίζονταν μεταξύ τους. Τα ευρήματα της έρευνας δείχνουν ότι οι μαθητές θα μπορούσαν να επωφεληθούν από την υποστήριξη η οποία συντονίζει την έρευνα και την μοντελοποίηση των δραστηριοτήτων στο επίπεδο της γνώσης του τομέα.

Οι White & Frederiksen (1990) εισήγαγαν τη στήριξη με μη παρεμβατικό τρόπο, σε αυξανόμενο ρυθμό στο επίπεδο στήριξης (simple – to- complex). Αυτό οδηγεί σε υψηλότερη απόδοση και επιτυχία. Δύο τύπους του παραπάνω μοντέλου εφήρμοσε ο Mulder (2011) και οι συνεργάτες του σε μια διερευνητική δραστηριότητα βασισμένη σε προσομοιωτή και σε μια δραστηριότητα μοντελοποίησης για τη φόρτιση ενός πυκνωτή σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Στην πρώτη φάση θα έπρεπε οι μαθητές να αναγνωρίσουν όλες τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Στη δεύτερη φάση θα έπρεπε να δείξουν μια γενική κατεύθυνση από την επίδραση των σχέσεων αυτών και στην τρίτη φάση να καθορίσουν ποσοτικά τις σχέσεις αυτές με τη μορφή μιας εξίσωσης. Οι μαθητές καλούνταν να ερευνήσουν και να μοντελοποιήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με μια πηγή τάσης και ένα λαμπτήρα. Ύστερα να εισάγουν έναν πρόσθετο λαμπτήρα και τρίτον να προσθέσουν έναν πυκνωτή.

Όσοι μαθητές υποστηρίχτηκαν με τη μέθοδο της σκαλωσιάς σε κάθε φάση εξέλιξης του μοντέλου ξεπέρασαν αυτούς που δεν έλαβαν καμία υποστήριξη. Ο Van Lehn (2013) υποστηρίζει

πως με τη μέθοδο της σκαλωσιάς (scaffolding) θα πρέπει να καθοδηγούμε τους μαθητές αντί να παρέχουμε μόνο περιεχόμενο ανατροφοδότησης. Ως εκ τούτου οι μαθητές μπορούν να επωφεληθούν από μια πιο σαφή αναφορά σε αυτά που οι δραστηριότητες απαιτούν σε κάθε μοντέλο προοδευτικής υποστήριξης καθώς επίσης και πώς αυτές εκτελούνται.

Η προαναφερθείσα υποστήριξη μπορεί, σύμφωνα με τους Mulder et al. (2013) να είναι κάποια παραδείγματα που λειτούργησαν αποτελεσματικά (heuristic worked examples) και τα οποία έχουν αποδειχθεί ότι είναι γόνιμο μέσο για την ενίσχυση της απόδοσης στην επίλυση προβλημάτων. Μελέτες έχουν δείξει πως μελετώντας μια σειρά από παραδείγματα που έχουν λειτούργησει είτε με σκοπό την προετοιμασία, είτε με σκοπό την πρακτική επίλυση τους είναι πιο αποτελεσματικό από την παραδοσιακή μη υποστηριζόμενη επίλυση προβλημάτων.

Άλλες μελέτες έχουν προσπαθήσει να βελτιστοποιήσουν την παρουσίαση και τη χρήση παραδειγμάτων που λειτούργησαν. Για να ελαχιστοποιήσουν τις αδυναμίες όπως η παπαγαλία ανάκληση των πληροφοριών και όχι η κατανόηση, τα παραδείγματα που δούλεψαν μπορούν να ενισχυθούν με την εκμαίευση αυτό-εξηγήσεων, παρουσιάζοντας το σκεπτικό πίσω από τη λύση που παρουσιάζεται ή αυτό που προσφέρει ανατροφοδότηση σε μετά – επίπεδο. Οι Mulder et al. (2013) συνεχίζουν λέγοντας πως δεν μπορούμε να γενικεύσουμε ότι όλες οι διερευνητικές δραστηριότητες είναι αποτελεσματικές. Αυτό εξαρτάται. Το να αιχμαλωτίζουμε την πολύπλοκη γνωστική δραστηριότητα σε μια σταθερή, αλγοριθμική ακολουθία βημάτων δράσης ούτε είναι δυνατό να γίνει ούτε δικαιώνει την αληθινή φύση της διαδικασίας διερεύνησης και μοντελοποίησης. Επομένως, θα μπορούσαμε προφανώς να προκαλέσουμε τους μαθητές να αναπτύξουν μια περιορισμένη κατανόηση του περιεχομένου αποστολής.

Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι τα ευρετικά παραδείγματα που είχαν αποτέλεσμα μπορούν να εφαρμοστούν σε μια ποικιλία πεδίων όπως μαθηματικές αποδείξεις, χαρτογράφηση εννοιών, φυσικές επιστήμες και άλλα καθώς η ερμηνεία από τα πειράματα αυτά μπορεί στη συνέχεια να οδηγήσει στην κατανόηση του φαινομένου, η οποία μπορεί να απεικονιστεί και να δοκιμαστεί στη συνέχεια σε ένα μοντέλο. Με αυτόν τον τρόπο φαίνεται πως οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν συστηματικά πειράματα στον προσομοιωτή και πως η μοντελοποίηση μπορεί να ενσωματωθεί σε μια διερευνητική δραστηριότητα.

Η επιστημονική εκπαίδευση που είναι βασισμένη στη διερεύνηση θεωρείται, όπως αναφέρουν στο άρθρο τους οι Alake et al. (2013), ότι είναι μια σημαντική σύγχρονη τάση στη μεταρρύθμιση της επιστημονικής εκπαίδευσης. Η επιστημονική έρευνα αναφέρεται γενικά στους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους οι επιστήμονες μελετούν τον φυσικό κόσμο (Liang & Richardson, 2009). Περισσότερο από μια διαδικασία ή μια μέθοδο, είναι μια διαδικασία διερεύνησης του πώς, του γιατί και του τι, βγάζοντας νόημα εν συνεχεία από τα ευρήματα που προέκυψαν (Bhattacharayya, 2009).

Με βάση τα πρότυπα που αναπτύχθηκαν από το Αμερικανικό Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας (NRC), πολλοί ερευνητές αναφέρονται σε έξι βασικά χαρακτηριστικά της διερεύνησης στην τάξη που ισχύουν σε επίπεδο ποιότητας. Οι εκπαιδευόμενοι:

- αντιμετωπίζουν επιστημονικά προσανατολισμένες ερωτήσεις
- σχεδιάζουν και διεξάγουν έρευνες για να συγκεντρώσουν αποδεικτικά στοιχεία
- δίνουν προτεραιότητα στις αποδείξεις απαντώντας σε ερωτήσεις
- διατυπώνουν εξηγήσεις για τις αποδείξεις
- συνδέουν τις εξηγήσεις με την επιστημονική γνώση
- επικοινωνούν δικαιολογώντας τις εξηγήσεις τους.

Η επιστημονική έρευνα περιλαμβάνει τη διερεύνηση φυσικών φαινομένων μέσα από τον πειραματισμό και την υψηλότερη σκέψη. Αυτό αναφέρεται σε συλλογιστική η οποία πηγάζει πέρα από την απλή καταγραφή των δεδομένων ή την εφαρμογή των εννοιών μηχανικά. Το επίκεντρο της

έρευνας είναι σχετικό με τη δημιουργία, τη δοκιμή και την αναθεώρηση επιστημονικών μοντέλων και επεξηγήσεων, για τη δημιουργία νέας γνώσης και την επιστημονική επιχειρηματολογία (Schwarz & Gwekwerere, 2007). Το NRC περιγράφει τη διερεύνηση ως «μια πολύπλευρη δραστηριότητα που περιλαμβάνει την υποβολή παρατηρήσεων, τη διατύπωση ερωτημάτων, την εξέταση βιβλίων και άλλων πληροφοριακών πηγών για να βολιδοσκοπήσουμε τι είναι ήδη γνωστό, έτσι να σχεδιάσουμε την έρευνα και να αναθεωρήσουμε εν τέλη αυτό που είναι ήδη γνωστό υπό το φως των πειραματικών στοιχείων χρησιμοποιώντας εργαλεία για τη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση και τη ερμηνεία των στοιχείων. Τέλος να προτείνουμε απαντήσεις, εξηγήσεις και προβλέψεις και να ανακοινώσουμε τα αποτελέσματα» (NRC, 1996). Άλλοι ορισμοί περιλαμβάνουν επίσης διεργασίες όπως η χρήση διερευνητικών ικανοτήτων ώστε ενεργά να αναζητούν απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με συγκεκριμένες έννοιες της επιστήμης και την ανάπτυξη της δυνατότητας να συμμετάσχουν, να εξερευνήσουν, να εδραιώσουν και να αξιολογήσουν τις πληροφορίες.

Η έρευνα στην τάξη εισάγει τους μαθητές στο περιεχόμενο της επιστήμης, καθώς και στη διαδικασία της έρευνας. Παρέχει το λογικό πλαίσιο που επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν τις επιστημονικές καινοτομίες (Smolleck et al., 2006). Πολλές εκπαιδευτικές θεωρίες εκφράζουν ότι οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα μέσα από την άμεση προσωπική εμπειρία, συνδέοντας αυτό που ξέρουν ήδη με τις νέες πληροφορίες (Bhattacharayya et al., 2009). Ως εκ τούτου, αντίστοιχα εκπαιδευτικά πρότυπα έχουν μετατοπιστεί από την αναπαραγωγή της γνώσης πρώτον προς το να θέσουμε επιστημονικά προσανατολισμένες ερωτήσεις, ψάχνοντας για τα στοιχεία και απαντώντας σε ερωτήσεις (Van Zee et al., 2005) και δεύτερον προς την ενεργό, αυτορυθμιζόμενη μάθηση με στόχο την (συν-) κατασκευή της γνώσης (Piaget, 1985). Έτσι, ένα πλούσιο μαθησιακό περιβάλλον, με έμφαση στη μάθηση που βασίζεται στην έρευνα, δημιουργεί ευκαιρίες για τους μαθητές έτσι ώστε να προσδιορίζουν τις υποθέσεις τους, την κριτική και τη λογική τους σκέψη, την εσωτερική τους ή ακόμα να μετατρέπουν νέα στοιχεία, τα οποία στη συνέχεια τους επιτρέπουν να δημιουργούν και να επεκτείνουν τις επιμέρους γνωστικές τους δομές (Smolleck et al., 2006). Μέσα από αυτές τις δραστηριότητες, οι μαθητές γίνονται ικανοί να αναπτύσσουν την κατανόηση της επιστήμης συνδυάζοντας τη γνώση της επιστήμης με τη συλλογιστική και τη δεξιότητες σκέψης (Cuevas et al., 2005). Για τους λόγους αυτούς έχουν αναπτυχθεί πολλών ειδών λογισμικά που προάγουν τη διερευνητική μάθηση. Πρόκειται ουσιαστικά για δραστηριότητες διερεύνησης μέσω προσομοιωτών που καλούν τους μαθητές να διερευνήσουν ένα φαινόμενο πειραματίζοντας και κάνοντας δοκιμές.

Δάσκαλοι με εκσυγχρονισμένες γνώσεις και δεξιότητες αποτελούν το θεμέλιο του οποιοδήποτε συστήματος τυπικής επιστημονικής εκπαίδευσης. Συστήματα που διασφαλίζουν την πρόσληψη, τη διατήρηση και τη συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη των ατόμων αυτών πρέπει να είναι μια πολιτική προτεραιότητα στην Ευρώπη (Osborne & Dillon, 2008). Πολλά ενδιαφερόμενα μέρη κατέχουν την προσδοκία ότι το χάσμα μεταξύ της αγοράς εργασίας και της εκπαίδευσης μπορεί να μειωθεί μέσω μιας εκπαίδευσης προσανατολισμένης στις ικανότητες που απαιτούνται να έχει ένα άτομο. Όταν η έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη ικανοτήτων και όχι μόνο στην απόκτηση ενός πτυχίου, η προφορά της εκπαίδευσης πρέπει να έχει στόχο τις δυνατότητες και όχι τα επαγγελματικά προσόντα (Biemans, 2004). Πολλοί ερευνητές της επιστημονικής ερευνητικής εκπαίδευσης έχουν χρησιμοποιήσει κάποια πρότυπα διδακτικής επάρκειας για να καθορίσουν την εκπαίδευση που είναι βασισμένη στη διερεύνηση και να μελετήσουν τις διερευνητικές επιστημονικές ικανότητες διδασκαλίας.

Όπως συνάγεται από τα παραπάνω, κατανοούμε ότι είναι απαραίτητο πλέον οι δάσκαλοι να είναι εφοδιασμένοι με τις απαραίτητες γνώσεις και εφόδια έτσι ώστε μπορούν να εφαρμόζουν αποτελεσματικά στην τάξη τους τη διερευνητική μάθηση και διάφορες διερευνητικές δραστηριότητες. Στο ελληνικό δημοτικό σχολείο, στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών που αφορά στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών που διδάσκεται στις δύο τελευταίες τάξεις, υπάρχουν κάποια στοιχεία διερευνητικής μάθησης καθώς οι περισσότερες δραστηριότητες στο βιβλίο μαθητή δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να εμπλακούν ενεργά, καλώντας τους να πραγματοποιήσουν πειράματα με απλά υλικά, συγκεντρώνοντας δεδομένα και καταλήγοντας σε κάποια

συμπεράσματα. Αυτό βέβαια υπό την προϋπόθεση φυσικά ότι τα πειράματα πραγματοποιούνται καθ' ολοκληρίαν από τους μαθητές, πράγμα το οποίο δε συμβαίνει τελικά στις τάξεις των δημοτικών σχολείων. Η έλλειψη εργαστηριακού περιβάλλοντος και υλικών, όμως, όπως και η έλλειψη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, σχετικά με τα στάδια της επιστημονικής έρευνας και της διερευνητικής μάθησης, οδηγούν σε ένα μεικτό διδακτικό μοντέλο, κατά βάση παραδοσιακό με εμβόλιμα στοιχεία πειραματισμού, κατά το οποίο το συμπέρασμα τελικά το υπαγορεύει ο δάσκαλος στους μαθητές και το μόνο που τους μένει ήταν η διαδικασία του πειράματος με ελάχιστες έως καθόλου γνώσεις πάνω στον τομέα που διερευνήθηκε. Τις περισσότερες φορές το πείραμα εκτελείται από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος το επιδεικνύει, και οι μαθητές απλώς παρατηρούν. Έτσι, αρκετά συχνά συναντάμε μαθητές να μπορούν να περιγράψουν αυτό που παρατήρησαν, αλλά να μην έχουν κατανοήσει γιατί αυτό που παρατήρησαν συμβαίνει ή να έχουν ακόμα παραμένει με παρανοήσεις και εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν δημιουργήσει πολύ πριν από τη διδασκαλία, παρόλο που αυτή υλοποιήθηκε.

3.3 Στόχοι της έρευνας

Στην παρούσα ερευνητική εργασία εκπονήθηκε μια διδακτική παρέμβαση στην οποία σχεδιάστηκαν και μελετήθηκαν απλές διερευνητικές δραστηριότητες ηλεκτρισμού και κατασκευές απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων με τη χρήση προσομοιωτών σε εντεκάχρονους μαθητές.

Ο κύριος στόχος της εργασίας αυτής είναι να μελετηθούν οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση νέων τεχνολογιών, ως μαθησιακό εργαλείο στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο, με σκοπό την εννοιολογική κατανόηση και την οικοδόμηση γνώσεων για έννοιες και φαινόμενα του ηλεκτρισμού. Οι φυσικές επιστήμες και ιδιαίτερα το πεδίο «ηλεκτρισμός» αποτελεί ιδανική γνωστική περιοχή που προσφέρεται για τη χρήση διερευνητικών δραστηριοτήτων με τη χρήση νέων τεχνολογιών λόγω της πολυπλοκότητας και δυσκολίας στην κατανόηση των συγκεκριμένων εννοιών. Επιπλέον, η εκπαιδευτική έρευνα, όπως αναφέρεται και σε προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας έρευνας, έχει δείξει ότι οι μαθητές του δημοτικού παρουσιάζουν σημαντικές παρανοήσεις και ατελή μοντέλα για τις έννοιες «ηλεκτρικό φορτίο», «στατικός ηλεκτρισμός», «ηλεκτρική ενέργεια», «ηλεκτρικό κύκλωμα». Επίσης δυσκολεύονται να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας της μπαταρίας, τους αγωγούς και τους μονωτές και το πώς λειτουργεί ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Η παρούσα έρευνα στοχεύει στο να διερευνήσει τη συμβολή των διερευνητικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ΤΠΕ στην οικοδόμηση επαρκών εννοιολογικών μοντέλων στο πεδίο του ηλεκτρισμού.

Δεύτερος στόχος της έρευνας είναι να περιγράψει καλές πρακτικές και παραδείγματα που δούλεψαν αποτελεσματικά και με επιτυχία, συμβάλλοντας έτσι στην ένταξη εργαλείων των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική του δημοτικού σχολείου. Γύρω από αυτή τη προβληματική αναμένεται να αναδειχθεί η αξία και η χρησιμότητα της διερευνητικής μάθησης με τη χρήση ΤΠΕ ως διδακτική στρατηγική, με στόχο την ενίσχυση της εννοιολογικής κατανόησης (conceptual understanding), τη δόμηση της γνώσης και τελικά της μάθησης. Τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται στις διερευνητικές δραστηριότητες όπως οι προσομοιωτές προσφέρονται για το σκοπό αυτό, καθώς είναι φιλικά, διασκεδαστικά και εύχρηστα για τους μαθητές, προωθώντας τη διερεύνηση, αναπτύσσοντας την κριτική ικανότητα και την οικοδόμηση νέων γνώσεων. Παράλληλα, η αξιοποίησή τους προτείνεται από το νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

3.4 Ερευνητικά ερωτήματα

Στο πλαίσιο της προβληματικής που αναπτύχθηκε τέθηκαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Η διερευνητική μάθηση με τη χρήση ΤΠΕ ως εκπαιδευτική στρατηγική, συμβάλλει και πώς στην οικοδόμηση εννοιών του ηλεκτρισμού;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Πώς συνέβαλαν στη μάθηση οι διερευνητικές δραστηριότητες της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης; Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα, ανάμεσα στη διδακτική παρέμβαση με χρήση διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από ΤΠΕ και στην παραδοσιακή διδασκαλία;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ενισχύουν οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ το κίνητρο συμμετοχής των μαθητών και τελικά, τη μάθηση; Αποτελούν μια μαθησιακή στρατηγική, που μπορεί να ενταχθεί στην καθημερινή πρακτική του δημοτικού σχολείου;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας. Στην αρχή του κεφαλαίου διατυπώνονται το πλαίσιο της έρευνας, το δείγμα καθώς και τα μέσα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν. Στη συνέχεια, αναλύεται ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης και τα φύλλα εργασίας που δόθηκαν στους μαθητές. Τέλος, η διαδικασία εκπόνησης της διδακτικής παρέμβασης, της συλλογής και της ομαδοποίησης δεδομένων.

4.1 Το πλαίσιο της έρευνας

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη κατά το σχολικό έτος 2013-2014. Επιλέξαμε να ασχοληθούμε με τη διδακτική των ΦΕ στο δημοτικό σχολείο και συγκεκριμένα με έννοιες που αφορούν στον ηλεκτρισμό. Στόχος μας ήταν να σχεδιάσουμε μια διδακτική παρέμβαση που να στηρίζεται στη διερευνητική μάθηση και συγκεκριμένα με διερευνητικές δραστηριότητες που να περιλαμβάνουν τη χρήση ΤΠΕ. Αφού ολοκληρώθηκε ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης ξεκίνησε η διαδικασία της έρευνας. Το Δημοτικό Σχολείο που συμμετείχε στην έρευνα επιλέχθηκε ανάμεσα σε πολλά Δημοτικά Σχολεία που υπάρχουν στην πόλη του Μενιδίου για τρεις λόγους:

- η ερευνήτρια, τη δεδομένη σχολική χρονιά, αποτελούσε εκπαιδευτικό δυναμικό της συγκεκριμένης σχολικής μονάδας και ήταν υπεύθυνη για τα δύο τμήματα της Ε' τάξης στο μάθημα των ΦΕ, οπότε υπήρχε μεγάλη ευκολία όσον αφορά στο χρόνο και στον τόπο διεξαγωγής των διαδικασιών της έρευνας, καθώς υπήρχε άμεση πρόσβαση στους μαθητές.
- έπειτα από συνεννόηση με τη Διευθύντρια της σχολικής μονάδας και με τους γονείς των μαθητών δεν χρειάστηκε να ληφθεί ειδική έγκριση από το Υπουργείο Παιδείας.
- υπήρχε σε μεγάλο βαθμό συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών του σχολείου κι έτσι αυτό διευκόλυνε πολύ τις διαδικασίες της έρευνας.

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε σε πέντε (5) δίωρα, περίπου ένα (1) δίωρο την εβδομάδα. Αυτό πραγματοποιούνταν στο εργαστήριο υπολογιστών και συμμετείχαν οι είκοσι (20) μαθητές του πρώτου τμήματος της Ε' τάξης. Οι δεκαεννέα (19) μαθητές του δεύτερου τμήματος ακολούθησαν την παραδοσιακή διδασκαλία με τον εκπαιδευτικό της τάξης τους. Να σημειωθεί ότι κάποιοι μαθητές και από τα δύο τμήματα δεν παρακολούθησαν όλες τις δραστηριότητες του κεφαλαίου εξαιτίας απουσιών τους λόγω ασθένειας.

Μετά το πέρας της ολοκλήρωσης της διδακτικής παρέμβασης, δεκαοχτώ (18) μαθητές της πειραματικής ομάδας και δεκαοχτώ (18) μαθητές της ομάδας ελέγχου συμπλήρωσαν τεστ συγκράτησης.

Αφού συλλέχθηκαν όλα τα τεστ ακολούθησε η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων. Οι απαντήσεις των μαθητών, από τα φύλλα εργασίας, από τα φύλλα αξιολόγησης και από τα τεστ συγκράτησης αναλύθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν με βάση την **ταξινομία SOLO**. Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

4.2 Δείγμα

Η σχεδιασμένη διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε δύο τμήματα της Πέμπτης τάξης του 17^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αχαρνών (ΕΑΕΠ). Στους μαθητές του τρίτου τμήματος η διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε αρχικά δοκιμαστικά. Έπειτα αφού βελτιώθηκε όπου ήταν απαραίτητο, ανάλογα με τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας, εφαρμόστηκε τελικά στο πρώτο τμήμα, που αποτέλεσε την πειραματική ομάδα, από τους μαθητές της οποίας συλλέξαμε τα δεδομένα της έρευνας. Το δεύτερο τμήμα του ίδιου σχολείου αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου. Το

τμήμα αυτό διδάχθηκε την ίδια ενότητα από άλλον εκπαιδευτικό συμβατικά, με παραδοσιακή διδασκαλία χωρίς τη χρήση διερευνητικών δραστηριοτήτων και λογισμικών. Από το τμήμα αυτό συλλέξαμε τις απαντήσεις από το τεστ συγκράτησης που συμπλήρωσαν οι μαθητές μετά το πέρας δύο μηνών από τη διδασκαλία του κεφαλαίου.

Ο αριθμός των μαθητών που φοίτησαν κατά το σχολικό έτος 2013-2014 στα τρία συνολικά τμήματα της Ε' τάξης ήταν 58 μαθητές. Στο πρώτο τμήμα φοιτούσαν είκοσι (20) μαθητές, από τους οποίους δέκα (10) ήταν αγόρια και (10) κορίτσια. Στο δεύτερο τμήμα φοιτούσαν δεκαεννέα (19) μαθητές, έντεκα (11) κορίτσια και οχτώ (8) αγόρια και στο τρίτο τμήμα φοιτούσαν δεκαεννέα (19) μαθητές από τους οποίους οι έντεκα (11) ήταν αγόρια και οι (8) κορίτσια.

Και τα τρία τμήματα ήταν ανομοιογενή μια και είχαν μαθητές που ανήκαν σε διαφορετικό γνωστικό και μαθησιακό επίπεδο. Από το σύνολο των μαθητών των τριών τμημάτων οι μισοί περίπου από αυτούς και ιδιαίτερα η πλειονότητα των αγοριών αντιμετώπιζαν σοβαρές μαθησιακές δυσκολίες όπως δυσλεξία και διάσπαση προσοχής. Επιπλέον, αρκετοί μαθητές των τμημάτων αυτών λόγω ρωσοποντιακής κυρίως καταγωγής χρησιμοποιούν στην οικογένειά τους ως ομιλούμενη γλώσσα τα ρώσικα, αν και στο σχολείο μιλούν τόσο στο μάθημα όσο και στη συναναστροφή τους με τους συμμαθητές τους ελληνικά.

Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές της πειραματικής ομάδας εργάστηκαν σε 5 ομάδες των 4 ατόμων η κάθε μία. Είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι διατηρήθηκε η γνώριμη στους μαθητές κατανομή σε ομάδες καθώς εφαρμόστηκε από την υπεύθυνη εκπαιδευτικό του τμήματος, η οποία ήταν και η ερευνήτρια, η ομαδοσυνεργατική μέθοδος διδασκαλίας καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς και σε όλα τα μαθήματα των οποίων είχε την επιμέλεια. Αντίθετα οι μαθητές στους οποίους δοκιμάστηκε αρχικά η διδακτική παρέμβαση δεν ήταν αντίστοιχα εξοικειωμένοι με τη εργασία σε ομάδες καθώς δούλευαν ομαδοσυνεργατικά μόνο στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών την επιμέλεια της οποίας είχε η συγγραφέας της παρούσας εργασίας. Για τον παραπάνω λόγο ήταν εύλογα αρκετά δύσκολο να μπορέσουν να συνεργαστούν αποτελεσματικά υπό αυτές τις συνθήκες.

Το θεωρητικό πλαίσιο άλλωστε τεκμηριώνει πως ένα από τα χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης είναι η συνεργασία και αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας και η ανταλλαγή απόψεων μεταξύ τους, αξιοποιώντας τες ως πολύτιμη πηγή γνώσης και εμπάθυσης. Οπότε ήταν μάλλον αναμενόμενο να διαφοροποιούνται στον έναν ή στον άλλο βαθμό τα αποτελέσματα της απόκρισης των μαθητών στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης. Ως εκ τούτου πραγματοποιήσαμε αρχικά τη διδακτική παρέμβαση σε αυτό το τμήμα που ήταν πιο απαιτητικό και παρατηρώντας τις τυχόν δυσκολίες και ασάφειες αλλάξαμε κάποια σημεία της διδακτικής παρέμβασης, δηλαδή προσθέσαμε μια δραστηριότητα ένα παιχνίδι για τη λειτουργία της μπαταρίας και το τρίτο φύλλο εργασίας το χωρίσαμε σε δύο δίωρα καθώς ο χρόνος δεν έφτανε. Ύστερα από αυτές τις βελτιωτικές αλλαγές, η διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα.

4.2.1 Σχέση μαθητών με ΤΠΕ

Οι μαθητές καθ' όλη τη διάρκεια της σχολικής τους εκπαίδευσης είχαν επισκεφτεί λίγες φορές το εργαστήριο Η/Υ του σχολείου, με σκοπό την παρακολούθηση κάποιου βίντεο ή κάποιας ταινίας. Είχαν παρακολουθήσει ελάχιστα μαθήματα Πληροφορικής στο σχολείο, καθώς τα προηγούμενα έτη δεν υπήρχε εργαστήριο πληροφορικής. Η επαφή τους με Η/Υ και λογισμικά ήταν κατά βάση εξωσχολική μέχρι τις αρχές της χρονιάς που εκπονήθηκε η διδακτική παρέμβαση. Από τους είκοσι (20) μαθητές του δείγματος, οι δεκατρείς (13) ανέφεραν ότι είχαν Η/Υ στο σπίτι, τον οποίο χρησιμοποιούσαν τρεις με τέσσερις φορές την εβδομάδα στον ελεύθερο χρόνο τους, κυρίως τα Σαββατοκύριακα.

Όπως ανέφεραν οι μαθητές, συνήθως χρησιμοποιούσαν τον Η/Υ για να ακούνε μουσική, να βλέπουν βίντεο ή τηλεοπτικά σίριαλ και να παίζουν παιχνίδια. Δεν διαπιστώθηκε συστηματική εκπαιδευτική αξιοποίηση των ΤΠΕ στο σπίτι, καθώς μόλις τρεις (3) μαθητές ανέφεραν, ότι είχαν χρησιμοποιήσει υπολογιστή για να αντλήσουν πληροφορίες από το Διαδίκτυο στα πλαίσια κάποιου μαθήματος ή εργασίας. Συνεπώς, ενώ οι μαθητές είχαν συχνή επαφή με τους υπολογιστές, δεν είχαν σημαντική εμπειρία, η οποία θα μπορούσε να τους ωφελήσει να αποκτήσουν διάφορες τεχνολογικές δεξιότητες, απαραίτητες για τη μάθηση.

Η παραπάνω κατάσταση άλλαξε από της αρχές της σχολικής χρονιάς κατά τη διάρκεια της οποίας εκπονήθηκε η διδακτική παρέμβαση καθώς πρώτον η σχολική μονάδα διέθετε πλέον εργαστήριο Πληροφορικής, με μόλις έξι (6) υπολογιστές βέβαια, και δεύτερον στην τάξη χρησιμοποιούνταν από την εκπαιδευτικό εκπαιδευτικά λογισμικά ενσωματωμένα στη διδασκαλία κυρίως στα μαθήματα της Γεωγραφίας, της Ιστορίας, των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών. Οι μαθητές όμως δεν τα χρησιμοποιούσαν, καθώς δεν υπήρχε αυτή η δυνατότητα, αλλά απλώς τα παρατηρούσαν. Επομένως, οι μαθητές όταν πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση είχαν έρθει σε επαφή αρκετές φορές με εκπαιδευτικά λογισμικά, τα οποία όμως δεν είχαν χρησιμοποιήσει οι ίδιοι. Παράλληλα κάποιες εργασίες για το σπίτι, που βέβαια λίγοι μαθητές κατάφεραν να εκπονήσουν, είχαν σχέση με την αναζήτηση πληροφοριών από το διαδίκτυο και την χρήση των εκπαιδευτικών λογισμικών του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για εξάσκηση, τα οποία έβρισκαν οι μαθητές στο blog της εκπαιδευτικού.

4.2.2 Σχέση μαθητών με Φυσικές Επιστήμες

Η σχέση των μαθητών με το μάθημα της Φυσικών Επιστημών («Φυσικά Δημοτικού, Ερευνά και Ανακαλύπτω»), ήταν αρκετά καλή. Όλοι οι μαθητές απάντησαν θετικά όταν ρωτήθηκαν εάν τους αρέσει αυτό το μάθημα. Όταν τους ζητήθηκε να περιγράψουν γιατί τους αρέσει διατυπώθηκαν οι εξής απαντήσεις: «μου αρέσουν πολύ τα πειράματα που κάνουμε», «έχω περιέργεια να μάθω», «είναι ενδιαφέρον», «μαθαίνω πολλά πράγματα χωρίς να διαβάζω», «τα βιβλία τα χρησιμοποιούμε πολύ λίγο».

Το μάθημα διδασκόταν με τη χρήση πειραμάτων από τους μαθητές, οι οποίοι εργάζονταν ομαδοσυνεργατικά. Χρησιμοποιούνταν βίντεο σχετικά με το εκάστοτε μάθημα και το κύριο βιβλίο αναφοράς ήταν το τετράδιο εργασιών, το οποίο περιέχει πειράματα και διάφορες δραστηριότητες, που στηρίζονται στην πρακτική εφαρμογή της γνώσης.

Οι μαθητές ποτέ δεν καλούνταν να αποστηθίσουν κάτι και στα επαναληπτικά διαγωνίσματα τους ζητείτο να εξηγήσουν με δικά τους λόγια τα πειράματα που είχαν εκτελέσει οι ίδιοι στην τάξη, τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά τους. Οι βαθμοί ήταν από μέτριοι έως άριστοι. Παρόλο που υπήρχαν μαθητές με πολλές μαθησιακές δυσκολίες, στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών συμμετείχαν όλοι ευχάριστα και με μεγάλο ενδιαφέρον.

4.3 Υλοποίηση έρευνας

4.3.1 Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης

Η διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης είχε προγραμματιστεί αρχικά στα τέσσερα (4) δίωρα δηλαδή συνολικά οχτώ (8) ώρες, αλλά εφαρμόζοντας δοκιμαστικά την παρέμβαση, όπως

προαναφέρθηκε, αντιληφθήκαμε πως χρειαζόταν επιπλέον ένα (1) δίωρο για να ολοκληρωθούν οι δραστηριότητες που είχαν σχεδιαστεί. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το γνωστικό επίπεδο των περισσότερων μαθητών στο σχολείο που πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση είναι χαμηλό έως μέτριο θεωρούμε απόλυτα φυσιολογικό ότι χρειάστηκε περισσότερος χρόνος για τη διδακτική παρέμβαση, συνολικά δηλαδή πέντε (5) δίωρα.

Ο γενικός σκοπός της διδακτικής παρέμβασης ήταν να αποκτήσουν οι μαθητές βασικές γνώσεις και δεξιότητες σχετικά με φαινόμενα που αφορούν στον ηλεκτρισμό μέσα από ομαδικές διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ. Συγκεκριμένα το ηλεκτρικό ρεύμα, τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, τις μπαταρίες, τους διακόπτες και τους λαμπτήρες.

ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ :

1. Να μνηθούν στα στάδια της διερευνητικής μάθησης και να είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν μια ομαδική δραστηριότητα διερεύνησης.
2. Να εργαστούν σε ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής με προσομοιωτές στον υπολογιστή.
3. Να παρατηρήσουν φαινόμενα στατικού ηλεκτρισμού και να τα συνδέσουν με ανάλογα φαινόμενα στην καθημερινή τους ζωή.
4. Να διαπιστώσουν οι μαθητές εμπειρικά ότι τα ομώνυμα φορτία απωθούνται ενώ τα ετερόνυμα έλκονται.
5. Να είναι σε θέση να δείχνουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας λαμπτήρας.
6. Να διαπιστώσουν πειραματικά το σωστό τρόπο σύνδεσης ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας σε ένα κύκλωμα.
7. Να κατασκευάσουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με σύνδεση σε σειρά και παράλληλη και να αναφέρουν τις ομοιότητες και τις διαφορές.
8. Να συσχετίσουν να στοιχεία ενός κυκλώματος με τα αντίστοιχα σύμβολα.
9. Να μπορούν να εξηγούν με απλά λόγια τις έννοιες «ελεύθερα κυκλώματα» και «ηλεκτρικό ρεύμα».
10. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη υλικών που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και υλικών που δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.
11. Να είναι σε θέση να τοποθετούν κατάλληλα έναν διακόπτη σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, να μπορούν να περιγράψουν τη χρησιμότητά του και να αναγνωρίζουν τα σύμβολα ενός ανοιχτού και κλειστού διακόπτη.
12. Να συνεργαστούν σε ομάδες με κοινό σκοπό και κοινούς στόχους και να φέρουν εις πέρας μία συγκεκριμένη ανάθεση.

Περιγράφοντας λεπτομερώς το διδακτικό σενάριο, οι μαθητές στις ομάδες είχαν συγκεκριμένες αρμοδιότητες, οι οποίες άλλαζαν κάθε εβδομάδα. Οι αρμοδιότητες είναι γραμματέας, ανάγνωση, οργάνωση ομάδας και εκφωνητής. Η σύσταση των ομάδων άλλαζε κάθε μήνα.

Κάθε ομάδα σε κάθε δώρο λαμβάνει ένα φύλλο εργασίας και έχει στη διάθεσή της έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή με σύνδεση στο διαδίκτυο. Ο εκπαιδευτικός έχει ρόλο καθοδηγητικό, συμβουλευτικό και υποστηρικτικό. Πρόκειται λοιπόν, όπως αναφέρεται και τεκμηριώνεται σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, για μια δομημένη (structured) διερεύνηση με κάποια στοιχεία καθοδηγούμενης (guided) διερεύνησης.

Τα εποπτικά μέσα που απαιτούνται είναι 6 ηλεκτρονικοί υπολογιστές με σύνδεση στο διαδίκτυο, τα λογισμικά που περιγράφονται παρακάτω, 1 προτζέκτορας, φύλλα εργασίας (ένα για κάθε ομάδα), 3 είδη λαμπτήρων, 5 σετ καλώδια, λαμπάκια, μπαταρίες, διακόπτες.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται αναλυτικά ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης.

Πίνακας 4.1. Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης

Ενότητες του κεφαλαίου «Ηλεκτρισμός»	Ενδεικτικός Διδακτικός Χρόνος	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Βασικά θέματα	Δραστηριότητες	Εκπαιδευτικό Υλικό
Ενότητα1: Στατικός Ηλεκτρισμός	2 ώρες	<p>Να παρατηρήσουν φαινόμενα στατικού ηλεκτρισμού και να τα συνδέσουν με ανάλογα φαινόμενα στην καθημερινή τους ζωή.</p> <p>Να μνηθούν στα στάδια της διερευνητικής μάθησης και να είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν μια ομαδική δραστηριότητα διερεύνησης</p> <p>Να διαπιστώσουν οι μαθητές εμπειρικά ότι τα ομώνυμα φορτία απωθούνται ενώ τα ετερόνυμα έλκονται.</p> <p>Να εργαστούν σε ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής με προσομοιωτές στον υπολογιστή.</p> <p>Να συνεργαστούν σε ομάδες με κοινό σκοπό και κοινούς στόχους και να φέρουν εις πέρας μία συγκεκριμένη ανάθεση.</p>	<p>Στατικός Ηλεκτρισμός</p> <p>Ομώνυμα και ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία</p> <p>Διαφορά Φορτίων</p>	<p>Οι μαθητές εκτελούν ένα πείραμα τρίβοντας ένα μπαλόνι με χαρτομάντιλο και πλησιάζοντάς το σε ένα άλλο μπαλόνι που κρέμεται. Αφού συζητούν καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους.</p> <p>Οι μαθητές παρακολούθησε βίντεο και συζητούν μεταξύ τους και καταγράφουν τα συμπεράσματά τους</p> <p>Οι μαθητές παράγουν στατικό ηλεκτρισμό και παρατηρούν τις συνέπειες στον άνθρωπο. Συνδέουν με την καθημερινότητά τους.</p>	<p>Ομαδικό Φύλλο Εργασίας 1</p> <p>Οι μαθητές παράγουν με απλά υλικά στατικό ηλεκτρισμό 2 μπαλόνια σε κάθε ομάδα, 1 χαρτομάντιλο</p> <p>Βίντεο: https://www.youtube.com/watch?v=VhWQ-r1LYXY https://www.youtube.com/watch?v=Dz_vw_fsTo</p> <p>Οι μαθητές μπορούν να παράγουν στατικό ηλεκτρισμό με προσομοίωση στον Η/Υ http://phet.colorado.edu/el/simulation/travoltage</p>
Ενότητα 2: Η λειτουργία ενός λαμπτήρα	2 ώρες	<p>Να είναι σε θέση να δείχνουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας λαμπτήρας</p>	<p>Λαμπτήρας</p>	<p>Ο Εκπαιδευτικός φέρνει διάφορα είδη λαμπτήρα τα οποία επεξεργάζονται οι μαθητές παρατηρώντας τα.</p>	<p>Φύλλο Εργασίας 2</p> <p>Λαμπτήρες πυρακτώσεως, εξοικονόμησης ενέργειας και Led</p>

		<p>Να διαπιστώσουν πειραματικά το σωστό τρόπο σύνδεσης ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας σε ένα κύκλωμα</p>	<p>Λειτουργία λαμπτήρα</p>	<p>Οι μαθητές παρακολουθούν βίντεο, συζητούν τις παρατηρήσεις τους και καταγράφουν τα συμπεράσματά τους. Συμπληρώνουν τα μέρη ενός λαμπτήρα.</p> <p>Διαβάζουν ένα αφηγηματικό κείμενο το οποίο τους εισάγει ένα προβληματισμό σχετικά με την κατασκευή ενός φακού.</p> <p>Οι μαθητές τοποθετούν σωστά σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα το λαμπτήρα και την μπαταρία.</p>	<p>Βίντεο: https://www.youtube.com/watch?v=3ZOI4hyuoq4 http://stomikrocosmotistaxismas.blogspot.gr/2012/02/blog-post_03.html</p> <p>Κείμενο στο φύλλο εργασίας γραμμένο από την ερευνήτρια</p> <p>Λογισμικό: http://www.bbc.co.uk/schools/pods/mission/electricity/annie02.shtml</p>
		<p>Να εισαχθούν στην έννοια «ηλεκτρικό κύκλωμα»</p> <p>Να συνεργαστούν σε ομάδες με κοινό σκοπό και κοινούς στόχους και να φέρουν εις πέρας μία συγκεκριμένη ανάθεση.</p> <p>Να μνηθούν στα στάδια της διερευνητικής μάθησης και να είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν μια ομαδική δραστηριότητα διερεύνησης</p> <p>Να εργαστούν σε ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής με προσομοιωτές στον υπολογιστή</p>	<p>Ηλεκτρικό κύκλωμα</p>		
Ενότητα 3: Ηλεκτρικό	2 ώρες				Φύλλο Εργασίας 3

Κύκλωμα		<p>Να διαπιστώσουν πειραματικά το σωστό τρόπο σύνδεσης ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας σε ένα κύκλωμα.</p> <p>Να είναι σε θέση να τοποθετούν κατάλληλα έναν διακόπτη σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, να μπορούν να περιγράψουν τη χρησιμότητά του και να αναγνωρίζουν τα σύμβολα ενός ανοιχτού και κλειστού διακόπτη.</p> <p>Να μπορούν να εξηγούν με απλά λόγια τις έννοιες «ελεύθερα κυκλώματα» και «ηλεκτρικό ρεύμα».</p> <p>Να κατασκευάσουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με σύνδεση σε σειρά και παράλληλη και να αναφέρουν τις ομοιότητες και τις διαφορές.</p>	<p>Ηλεκτρικό κύκλωμα</p> <p>Διακόπτης</p> <p>Μπαταρία</p>	<p>Οι μαθητές κατασκευάζουν ηλεκτρικά κυκλώματα και ενσωματώνουν σε αυτά διάφορα εργαλεία όπως αντιστάτη, μπαταρία, λαμπτήρα, διακόπτη, πυκνωτή, πηνίο και παρατηρούν τη λειτουργία τους.</p> <p>Οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται στο ρόλο ηλεκτρονίων παίζουν ένα παιχνίδι (δρώμενο) σχετικό με τη λειτουργία της μπαταρίας. Χωρίζονται σε δύο ομάδες οι οποίες παριστάνουν τους πόλους μιας μπαταρίας. Η μία ομάδα έχει περισσότερα ηλεκτρόνια-παιδιά (θετικός πόλος) και η άλλη λιγότερα (αρνητικός πόλος). Η μία ομάδα με την άλλη συνδέονται με ένα σχοινί που έχει τη λειτουργία του καλωδίου. Μόλις οι δύο ομάδες συνδέονται με το σχοινί τα ηλεκτρόνια αρχίζουν να κινούνται από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο. Αυτή η κίνηση είναι το ηλεκτρικό ρεύμα. Ο δάσκαλος είναι στο ρόλο του λαμπτήρα ο οποίος «ανάβει» όταν τα ηλεκτρόνια κινούνται όσο υπάρχει διαφορά στον αριθμό των ηλεκτρονίων στους 2</p>	<p>Χρησιμοποιούν προσομοιωτή στον Η/Υ: http://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_el.jnlp</p> <p>Καλώδια</p>
---------	--	--	---	--	--

		<p>Να συνεργαστούν σε ομάδες με κοινό σκοπό και κοινούς στόχους και να φέρουν εις πέρας μία συγκεκριμένη ανάθεση.</p> <p>Να μνηθούν στα στάδια της διερευνητικής μάθησης και να είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν μια ομαδική δραστηριότητα διερεύνησης</p> <p>Να εργαστούν σε ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής με προσομοιωτές στον υπολογιστή</p>		<p>πόλους. Όταν τα παιδιά-ηλεκτρόνια ισοβαθμίσουν στους δύο πόλους ο λαμπτήρας σβήνει γιατί δεν υπάρχει πλέον κίνηση ηλεκτρονίων.</p>	
Ενότητα 4: Αγωγοί και Μονωτές	2 ώρες	<p>Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη υλικών που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και υλικών που δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα</p> <p>Να συνεργαστούν σε ομάδες με κοινό σκοπό και κοινούς στόχους και να φέρουν εις πέρας μία συγκεκριμένη ανάθεση.</p> <p>Να μνηθούν στα στάδια της διερευνητικής μάθησης και να είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν μια ομαδική δραστηριότητα διερεύνησης</p> <p>Να εργαστούν σε ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής με προσομοιωτές στον υπολογιστή</p>	Μονωτές και Αγωγοί	<p>Προβλέπουν ποια από τα υλικά που αναφέρονται είναι αγωγοί και ποιοι μονωτές και ύστερα δοκιμάζουν στον ηλεκτρικό κύκλωμα που έχουν κατασκευάσει. Γράφουν τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα της ομάδας.</p>	<p>Φύλλο Εργασίας 3β</p> <p>Χρησιμοποιούν προσομοιωτή στον Η/Υ: http://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_el.jnlp</p>
Ενότητα 5: Παράλληλη σύνδεση και σύνδεση σε σειρά	2 ώρες	<p>Να κατασκευάσουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με σύνδεση σε σειρά και παράλληλη και να αναφέρουν τις ομοιότητες και τις διαφορές.</p>	Κατασκευή φακού	<p>Οι μαθητές κατασκευάζουν με απλά υλικά ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που να έχει τη λειτουργία φακού με ένα και με δύο λαμπτήρες.</p> <p>Πειραματίζονται σχετικά με</p>	<p>Φύλλο Εργασίας 4</p> <p>Καλώδια, λαμπτήρες, μπαταρίες, διακόπτες</p>

		<p>Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη υλικών που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και υλικών που δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.</p> <p>Να είναι σε θέση να τοποθετούν κατάλληλα έναν διακόπτη σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, να μπορούν να περιγράψουν τη χρησιμότητά του και να αναγνωρίζουν τα σύμβολα ενός ανοιχτού και κλειστού διακόπτη.</p> <p>Να συνεργαστούν σε ομάδες με κοινό σκοπό και κοινούς στόχους και να φέρουν εις πέρας μία συγκεκριμένη ανάθεση.</p> <p>Να μνηθούν στα στάδια της διερευνητικής μάθησης και να είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν μια ομαδική δραστηριότητα διερεύνησης</p> <p>Να εργαστούν σε ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής με προσομοιωτές στον υπολογιστή</p>	<p>το τι υλικά θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αντί για καλώδιο στο φακό που κατασκεύασαν. (αγωγός).</p> <p>Σχεδιάζουν με σύμβολα ηλεκτρικά κυκλώματα.</p>	<p>Συνδετήρες, νομίσματα.</p>
--	--	--	--	-------------------------------

Τα ομαδικά φύλλα εργασίας που σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην εν λόγω διδακτική παρέμβαση επισυνάπτονται στο παράρτημα που βρίσκεται στο τέλος της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον να σημειωθεί ότι οι δύο τελευταίες δραστηριότητες 5 και 6, από το τεστ συγκράτησης που επισυνάπτεται στο παράρτημα, σχεδιάστηκαν από την ερευνήτρια, λαμβάνοντας υπόψη το σχολικό εγχειρίδιο (βιβλίο μαθητή), και είχαν ως στόχο να ερευνήσουν αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις έννοιες που διερεύνησαν κατά τη διδακτική παρέμβαση και αν είναι σε θέση να ξεχωρίζουν τα νοήματά τους.

4.4 Τα ερευνητικά εργαλεία

Η ποιοτική έρευνα συνιστά ένα από τα μεγαλύτερα μεθοδολογικά παραδείγματα των κοινωνικών επιστημών. Οι ποιοτικές ερευνητικές μέθοδοι, των οποίων χαρακτηριστικά είναι η διυποκειμενικότητα, η συνοχή, η αποσαφήνιση και η επεξηγηματικότητα επιλογών καθώς και ο αναστοχασμός, αναδεικνύουν και αποσαφηνίζουν σημασίες. Η οριοθέτηση του αντικειμένου της έρευνας, η βιβλιογραφική ανασκόπηση και ο καθορισμός και σύνταξη του θεωρητικού προβληματισμού και των θεωρητικών προσεγγίσεων αποτελούν τις αρχικές και πιο σημαντικές φάσεις διεξαγωγής της ερευνητικής διαδικασίας καθώς είναι αυτές που επηρεάζουν και καθορίζουν την επιλογή των ερευνητικών εργαλείων που θα χρησιμοποιήσει ο ερευνητής (Ιωσιφίδης, 2003). Η θεωρητική αφετηρία και το υπόβαθρο της ποιοτικής μεθοδολογίας παίζουν το βασικότερο ίσως ρόλο στον ερευνητικό σχεδιασμό, στην επιλογή των ερευνητικών και μεθοδολογικών εργαλείων, στην διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων και γενικότερα στην σύνδεση θεωρίας και πράξης (Silverman, 2000). Τα ερευνητικά εργαλεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα ως μέσα συλλογής των ερευνητικών δεδομένων αποφασίστηκε να είναι:

α) τα ομαδικά φύλλα εργασίας που συμπλήρωσαν οι ομάδες των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

β) το πρωτόκολλο παρατήρησης που τηρούσε συστηματικά η ερευνήτρια με τη βοήθεια ενός εκπαιδευτικού που παρακολούθησε τη διδακτική παρέμβαση

γ) τα φύλλα αξιολόγησης που συμπληρώθηκαν από τους μαθητές μετά από κάθε δίωρο καθώς και κατά την τελευταία φάση της έρευνας.

4.5.1 Φύλλα εργασίας ομάδων

Σύμφωνα με τον Padilla, το βασικότερο και σημαντικότερο ερώτημα για όποιον ασχολείται με τη διερευνητική μάθηση είναι το εάν τελικά οι μαθητές ερευνούν (NSTA, 2013). Ένας τρόπος για να σκεφτούμε το παραπάνω ερώτημα είναι «να ρωτήσουμε ποιος κάνει τη δουλειά. Αν είναι ο δάσκαλος, τότε οι μαθητές είναι μόνο παρατηρητές στη διαδικασία. Αν οι μαθητές είναι αυτοί οι οποίοι σκέφτονται τότε είναι πιθανό ότι η έρευνα συμβαίνει. Έτσι, λοιπόν, θέσπισε κάποια ερωτήματα που όταν οι μαθητές «κάνουν» επιστήμη (doing science) να μπορούμε να τα

χρησιμοποιούμε ως οδηγό για την αξιολόγηση της ποιότητας της έρευνάς τους (Froschauer, 2013)». Αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 4.2. Ερωτήματα αξιολόγησης της ποιότητας της έρευνας
(Προσαρμογή από Froschauer, 2013)**

Ερωτήματα αξιολόγησης της ποιότητας της έρευνας	Περιγραφή	Παραδείγματα
Ποιος θέτει τις ερωτήσεις;	Είναι ο μαθητής, ο δάσκαλος, ή το βιβλίο; Τουλάχιστον κάποιο μέρος του χρόνου από την έρευνα θα πρέπει να καθοδηγείται από ερωτήσεις των μαθητών.	Γιατί τα δύο μπαλόνια απωθούνται; Ποια υλικά είναι μονωτές και ποια αγωγοί; Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη φωτεινότητα ενός λαμπτήρα σε ένα κύκλωμα; Ποιοι τρόποι υπάρχουν για να συνδέσουμε δύο λαμπτήρες, έναν διακόπτη, καλώδια και μπαταρία;
Ποιος σχεδιάζει τη διαδικασία;	Αναφέρεται στις διαδικασίες της έρευνας. Μερικές φορές οι μαθητές χρειάζονται να τους καθορίσει ο εκπαιδευτικός τον τρόπο που παρατηρεί και μετρά κάποιος επιστημονικά. Προκειμένου να αποκτήσουν εμπειρία στην επιστημονική συλλογιστική, οι μαθητές χρειάζονται συνεχή πρακτική με το σχεδιασμό τρόπων συλλογής δεδομένων.	Παρατήρηση Μέτρηση
Ποιος αποφασίζει ποια δεδομένα θα συλλέξουμε;	Είναι σχετικό ερώτημα με το προηγούμενο αλλά αυτό εστιάζει μόνο στη συλλογή δεδομένων. Ποιος καθορίζει το ποια στοιχεία πρέπει να συλλεχθούν;	Ποια στοιχεία είναι σημαντικά; Ποια στοιχεία επηρεάζουν αυτό που διερευνάμε;
Ποιος διατυπώνει εξηγήσεις με βάση τα δεδομένα;	Είναι ο δάσκαλος ή τα υλικά που δίνονται που δίνουν απαντήσεις; Ή μήπως οι ερωτήσεις που τέθηκαν κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων κάνουν τους μαθητές να αναλύουν και να σχεδιάζουν συμπεράσματα τα οποία εξάγουν από τα δεδομένα;	Κάνουν οι ερωτήσεις τους μαθητές να σκέφτονται σχετικά με τα δεδομένα που πρέπει να συλλέξουν;
Ποιος επικοινωνεί τα αποτελέσματα αλλά και δικαιολογεί/τεκμηριώνει τις απαντήσεις σχετικά με τα συμπεράσματα;	Ωθούν οι δραστηριότητες τους μαθητές όχι μόνο να επικοινωνούν αλλά και να τεκμηριώνουν/δικαιολογούν τις απαντήσεις τους;	Είναι οι δραστηριότητες προσεκτικά σχεδιασμένες και τόσο ενδιαφέρουσες έτσι ώστε να ωθούν τους μαθητές να μοιράζονται τα αποτελέσματά τους και να συζητούν σχετικά με τα συμπεράσματα;

Μία πηγή ερευνητικών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση ήταν τα φύλλα εργασίας των ομάδων. Με τον όρο ομαδικά φύλλα εργασίας εννοούμε το παραδοτέο φύλλο εργασίας που έδινε κάθε ομάδα στο τέλος κάθε δίωρου στο τέλος κάθε διδακτικής ενότητας, τα ηλεκτρικά κυκλώματα σε ηλεκτρονική μορφή που κατασκεύασε κάθε ομάδα στον προσομοιωτή κατά την 3η διδακτική ενότητα καθώς και την τελική κατασκευή (φακός) που έφτιαξε η κάθε ομάδα κατά την 5η διδακτική ενότητα. Αναλύοντας τις απαντήσεις των ομάδων στα φύλλα εργασίας εντοπίσαμε και καταγράψαμε τα σημεία που δείχνουν τις παρατηρήσεις που έκαναν οι μαθητές, τα ερωτήματα που έθεσαν, τις υποθέσεις που διατύπωσαν, τα επιχειρήματα που ανέπτυξαν και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν. Τέλος, τα σημεία που σκιαγραφείται το αν και το πώς οι μαθητές κατάφεραν να συνδέσουν το φαινόμενο που διερευνούσαν με ανάλογα περιστατικά από την καθημερινή τους ζωή.

Έτσι, ουσιαστικά, συλλέξαμε 5 φύλλα εργασίας για κάθε ομάδα, άρα 25 συνολικά, 10 ηλεκτρικά κυκλώματα σε ηλεκτρονική μορφή, 2 από κάθε ομάδα και 5 κατασκευές ηλεκτρικών κυκλωμάτων με τη λειτουργία φακού.

4.5.2 Πρωτόκολλο παρατήρησης

Το πρωτόκολλο παρατήρησης είναι ένα είδος ημερολογίου που κρατούσε συστηματικά ένας εκπαιδευτικός που παρακολουθούσε, καθ' όλη την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Συνδυάστηκαν επίσης και πολύτιμες πληροφορίες που πήραμε από τη βιντεοσκόπηση όλης της διδακτικής παρέμβασης. Το πρωτόκολλο αυτό συμβάλλει στην μελέτη της συνολικής πορείας κάθε ομάδας. Συγκεκριμένα, με βάση το πρωτόκολλο παρατήρησης καταγράφεται μεγάλο μέρος της λεκτικής, αλλά και της εξωλεκτικής επικοινωνίας των μαθητών στις ομάδες, τόσο με την εκπαιδευτικό, όσο και με τους συμμαθητές, σε ότι αφορά στις συνεργατικές δραστηριότητες διερεύνησης. Μια άλλη παράμετρος, η οποία καταγράφεται στο πρωτόκολλο παρατήρησης, είναι η συχνότητα εμφάνισης χαρακτηριστικών διερεύνησης όπως το αν θέτονται ερωτήσεις στην ομάδα, εάν οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις, εάν προβληματίζονται συζητώντας, αν ζήτησαν βοήθεια, καθοδήγηση ή υποστήριξη σε γνωστικά θέματα, εάν είχαν ενδιαφέρον για τις διερευνητικές δραστηριότητες που καλούνταν να εκτελέσουν, εάν υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών των ομάδων. Τέλος μία ακόμα παράμετρος ήταν ο βαθμός εξοικείωσης και οι τεχνικές ή άλλου τύπου δυσκολίες των μαθητών με τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν. Για παράδειγμα, πώς χειρίζονται τα διάφορα κουμπιά λειτουργίας τους, ποσό συχνά ζητούσαν βοήθεια από την εκπαιδευτικό για τεχνικά ζητήματα, πόση ώρα χρειάστηκαν για τη δημιουργία και τη μορφοποίηση ηλεκτρικού κυκλώματος, το κίνητρο συμμετοχής και η προθυμία τους να κατασκευάσουν ηλεκτρικά κυκλώματα με τη χρήση των λογισμικών.

4.5.3 Φύλλα αξιολόγησης

Το τελευταίο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για συλλογή των δεδομένων της έρευνας ήταν τα ατομικά φύλλα αξιολόγησης των μαθητών, τα οποία συμπλήρωναν οι μαθητές μία με δύο μέρες μετά από το πέρας κάθε διδακτικής ενότητας. Τα φύλλα αυτά περιείχαν διάφορες ερωτήσεις στις οποίες οι μαθητές καλούνταν να περιγράψουν τα πειράματα που είχαν κάνει καθώς και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν με δικά τους λόγια. Επιπλέον καλούνταν να δημιουργήσουν σκίτσα για να αποτυπώσουν ηλεκτρικά κυκλώματα, λαμπτήρες και μπαταρίες και τέλος να εξηγήσουν με δικά τους λόγια κάποιες έννοιες από αυτές τις οποίες διερεύνησαν. Μετά το πέρας

της διδακτικής παρέμβασης και ύστερα από δύο μήνες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα τεστ συγκράτησης το οποίο περιείχε έξι δραστηριότητες.

Για την κατασκευή του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε η διεθνής βιβλιογραφία και μελετήθηκαν αρκετά ερωτηματολόγια που αναφέρονται στα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα. Κάποια ενδεικτικά είναι των Dupin & Joshua (1987), Cohen et al (1983), Millar & King (1993), Engelhardt & Beichner (2004), DIRECT. Τα περισσότερα από αυτά ήταν προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών με αποτέλεσμα να αναφέρονται σε συγκεκριμένες έννοιες και να διερευνούν αντίστοιχα συγκεκριμένες εναλλακτικές ιδέες. Επιπλέον κάποια από αυτά, όπως το DIRECT, περιέχουν ερωτήσεις που αφορούν φοιτητές ή και μαθητές μεγαλύτερων τάξεων (Κορική, 2014). Λαμβάνοντας υπόψη λοιπόν το γνωστικό επίπεδο του δείγματος, τις συγκεκριμένες ενότητες της σχολικής ύλης, καθώς και τις εναλλακτικές ιδέες που έπρεπε να διερευνηθούν, χρησιμοποιήθηκαν αρκετά στοιχεία από το ερωτηματολόγιο που εφάρμοσαν στην εργασία τους οι Jaakkola et al. (2011).

Από το ερωτηματολόγιο των παραπάνω επιλέχθηκαν οι ερωτήσεις 1 και 2. Για την ερώτηση 3 ελήφθησαν στοιχεία από την εργασία των McDermott & Shaffer (1992). Τέλος η ερώτηση 4 επιλέχθηκε από το ερωτηματολόγιο DIRECT των Engelhardt & Beichner (2004) αφού πρώτα απλοποιήθηκε ώστε να είναι προσαρμοσμένη στις δυνατότητες των μαθητών της Ε΄ Δημοτικού.

Οι δύο τελευταίες δραστηριότητες 5 και 6 σχεδιάστηκαν από την ερευνήτρια, λαμβάνοντας υπόψη το σχολικό εγχειρίδιο (βιβλίο μαθητή), και είχαν ως στόχο να ερευνήσουν αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις έννοιες που διερεύνησαν κατά τη διδακτική παρέμβαση και αν είναι σε θέση να ξεχωρίζουν τα νοήματά τους.

Όλα τα φύλλα αξιολόγησης καθώς και το τεστ συγκράτησης παρατίθενται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας.

4.6 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μία μελέτη περίπτωσης. Στη μελέτη περίπτωσης ο ερευνητής κατά κανόνα παρατηρεί χαρακτηριστικά μιας μονάδας ή μιας ομάδας (Cohen & Manion, 1994), όπως για παράδειγμα μιας σχολικής τάξης, όπως ακριβώς συμβαίνει και στη συγκεκριμένη περίπτωση.

Σχεδιάζοντας την παρούσα έρευνα καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι για να μπορέσουμε να ανιχνεύσουμε και να μελετήσουμε τις πτυχές του φαινομένου που εξετάζουμε καθώς και για να βρούμε πιθανές σχέσεις επιλέξαμε την ποιοτική έρευνα.

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών με ποσοτικά κριτήρια (π.χ. πλήθος παρατηρήσεων, υποθέσεων κ.λπ.) δεν μπορεί να αποτυπώσει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Μία βαθμολογία δεν αναδεικνύει τη γνωστική πορεία του μαθητή, ούτε μπορεί να αποτυπώσει την ποιότητα της διερεύνησης των μαθητών. Για το λόγο αυτό, αποφασίστηκε να δημιουργηθεί ένα πρωτόκολλο ανάλυσης το οποίο περιλαμβάνει δύο επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο αφορά στην ανάλυση του περιεχομένου των κειμένων από τα ομαδικά φύλλα εργασίας, η οποία περιλαμβάνει (NSTA, 2013), ανίχνευση και καταγραφή των παρατηρήσεων (observation) που πραγματοποίησε και κατέγραψε κάθε ομάδα στα φύλλα εργασίας, των ερωτημάτων που έθεσαν είτε μεταξύ τους στην ομάδα είτε στην εκπαιδευτικό, των υποθέσεων που διατύπωσαν και κατέγραψαν κατά τα αρχικά στάδια της διερεύνησής τους, των επιχειρημάτων που ανέπτυξε και κατέγραψε η κάθε ομάδα για να τεκμηριώσουν τα μέλη της και να εξηγήσουν τις ιδέες και απόψεις τους, των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξαν και κατέγραψαν και τέλος της σύνδεσης του φαινομένου, που εξετάζαν οι μαθητές, με ανάλογα περιστατικά της καθημερινής τους ζωής.

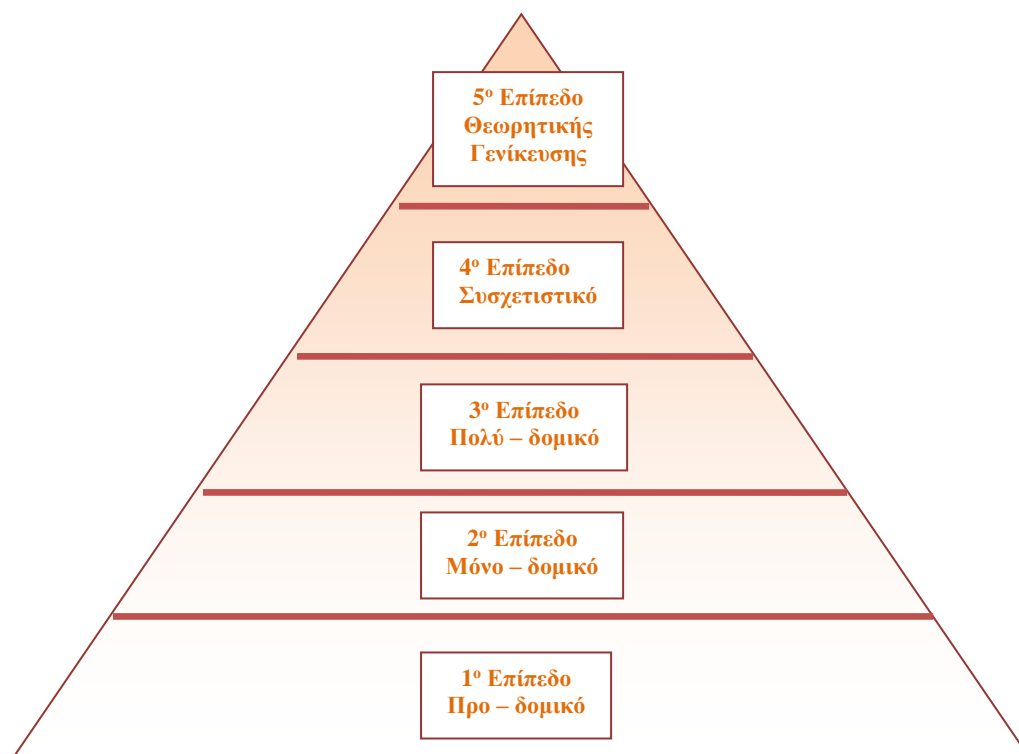
Το δεύτερο επίπεδο αφορά στην ανάλυση του περιεχομένου των ατομικών φύλλων αξιολόγησης και του τεστ συγκράτησης, που συμπλήρωσε κάθε μαθητής μετά το πέρας δύο μηνών από την πραγματοποίηση της διδακτικής παρέμβασης, με σκοπό να αποτιμηθεί το γνωστικό αποτέλεσμα. Για την παραπάνω ανάλυση περιεχομένου χρησιμοποιήθηκε η **ταξινόμια SOLO**.

Η ταξινόμια SOLO (Structure of Observed Learning Outcome) είναι ένα μοντέλο που περιγράφει τα επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας στην κατανόηση διαφόρων γνωστικών αντικειμένων των μαθητών. Προτάθηκε από τους Biggs & Collis (1982) και ουσιαστικά αποτελεί μια ποιοτική αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, μέσα από αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών. Τα αποτελέσματα όπως καταγράφονται, ταξινομούνται σε πέντε κατηγορίες ή αλλιώς επίπεδα, τα οποία εκφράζουν την εξελικτική πορεία της διαδικασίας οικοδόμησης της γνώσης. Η ταξινόμια SOLO παρέχει ένα συστηματικό τρόπο κατάταξης και περιγραφής των απαντήσεων του μαθητή σε συγκεκριμένη δραστηριότητα» (Minogue & Jones, 2009). Η κάθε απάντηση του μαθητή εντάσσεται σε ένα από τα πέντε επίπεδα πολυπλοκότητας της ταξινόμιας SOLO. Παρακάτω στον πίνακα 4.3. περιγράφονται αναλυτικά τα επίπεδα σύμφωνα (Biggs & Collis, 1982) με τα οποία μπορούμε να κατατάξουμε τις απαντήσεις των μαθητών σχετικά με το βαθμό κατανόησης.

Πίνακας 4.3. Περιγραφή των πέντε (5) επιπέδων της ταξινόμιας SOLO

1ο Επίπεδο <i>Προ-δομικό</i>	2ο Επίπεδο <i>Μono-δομικό</i>	3ο Επίπεδο <i>Πολυ-δομικό</i>	4ο Επίπεδο <i>Συσχετιστικό</i>	5ο Επίπεδο <i>Θεωρητικής γενίκευσης</i>
<p>Η απάντηση χαρακτηρίζεται από ελάχιστη συνοχή, δεν έχει λογική σχέση με το θέμα και φαίνεται η αδυναμία κατανόησης του θέματος από πλευράς μαθητή. Είναι πολύ σύντομη. Απουσία άποψης, γνώμης.</p>	<p>Η απάντηση περιέχει μία ή δύο απόψεις ή στοιχεία του θέματος που μπορεί να οδηγούσαν σε αντιφατικές απρόβλεπτες απόψεις. Παραλείπονται άλλα, τα οποία θα άλλαζαν την ουσία της απάντησης. Χαρακτηρίζεται από υπεραπλούστευση.</p>	<p>Η απάντηση περιέχει αρκετά στοιχεία του θέματος, αλλά μόνο και εκείνα που σχετίζονται άμεσα με το θέμα. Συνήθως, αντιμετωπίζονται χωριστά. Δεν υπάρχει ουσιαστική συσχέτιση. Χρησιμοποιεί υποδεέστερους κανόνες για να συσχετίσει και να επιλύσει αντιφάσεις. Οι επιλογές του δεν έχουν να κάνουν με εξωτερικούς αντικειμενικούς παράγοντες.</p>	<p>Εμπεριέχονται στην απάντηση όλα, ή σχεδόν όλα τα στοιχεία του θέματος και σχετίζονται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο, χρησιμοποιώντας και άλλα στοιχεία, ώστε να δημιουργηθεί ένα συνεκτικό συμπέρασμα.</p>	<p>Η απάντηση φαίνεται να είναι ένα παράδειγμα, ένα μέρος, ενός γενικότερου πλαισίου. Υπάρχουν τέτοια στοιχεία που κάνουν την απάντηση να χαρακτηρίζεται από μεγάλο βαθμό γενίκευσης του θέματος. Εφαρμογή των συμπερασμάτων και σε άλλες ανάλογες περιπτώσεις. Εμπεριέχονται επίσης διάφορες υποθέσεις.</p>

Στο σχήμα 4.1. παρουσιάζονται σε μία πυραμίδα τα πέντε επίπεδα της ταξινόμιας SOLO ως προς το γνωστικό αποτέλεσμα που επιτυγχάνουν οι μαθητές.



Σχήμα 4.1. Η ταξινόμια SOLO.

Το κάθε στάδιο από αυτά που αναφέρονται παραπάνω παρουσιάζει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, βάσει των οποίων κατατάσσουμε τις απαντήσεις των μαθητών ως προς το βαθμό κατανόησης.

Προδρομικό ή πρώιμο επίπεδο:

Στο προδρομικό στάδιο η απάντηση του μαθητή δείχνει πως δεν προσεγγίζει σωστά το ερώτημα και συχνά δεν έχει συγκεκριμένη δομή. Ο μαθητής δεν εξετάζει τους διάφορους παράγοντες και τις έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους. Ο μαθητής, είτε αποφεύγει την ερώτηση, είτε κάνει έναν συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα. Μπορεί επίσης να απαντά μονολεκτικά σε μια ερώτηση που απαιτεί ανάπτυξη χωρίς να σχετίζεται αυτό που απαντά με το ερώτημα.

Μono-δομικό ή mono-παραγοντικό επίπεδο:

Σε αυτό το επίπεδο η απάντηση του μαθητή χαρακτηρίζεται από απουσία λογικής δομής. Ο μαθητής ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο στη δραστηριότητα, σπάνια συνδυάζει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις. Συνήθως, δεν ολοκληρώνει και δεν καταλήγει κάπου και δείχνει ότι κατανόησε επιδερμικά το θέμα. Αναφέρει επιμέρους στοιχεία μιας πολύπλοκης περίπτωσης, τα οποία μπορεί να είναι αντιφατικά μεταξύ τους.

Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο:

Στο τρίτο επίπεδο κατατάσσουμε τις απαντήσεις των μαθητών που δε χρησιμοποιούμ όλες τις έννοιες και κάνουν εν μέρει επαρκείς συσχετισμούς που δεν είναι βασισμένοι σε αντικειμενικούς εξωτερικούς παράγοντες. Παραθέτει παραπάνω από μία έννοιες και γίνεται προσπάθεια περιγραφής μιας διαδικασίας αποσπασματικά. Ο τόνος στο λόγο του είναι περιγραφικός, δηλωτικός. Μένει περισσότερο στην περιγραφή της διαδικασίας και όχι τόσο στην επεξήγηση.

Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο:

Στο συσχετιστικό στάδιο, η απάντηση του μαθητή είναι καλά δομημένη και οι πληροφορίες ενσωματώνονται σε ένα εννοιολογικό σχήμα. Ο μαθητής δίνει επεξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος και συσχετισμούς. Δημιουργεί μια διαδικασία, δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση στοιχείων. Η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικά αποδεκτό συμπέρασμα. Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός. Δεν εμπεριέχονται στοιχεία αφαιρετικής σκέψης ή γενίκευσης.

Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης:

Τέλος, στο πέμπτο επίπεδο η απάντηση του μαθητή είναι πολύ καλά δομημένη. Πρόκειται για εξελιγμένη ανάλυση και μία καινοτόμο σκέψη από τον μαθητή. Ο μαθητής χρησιμοποιεί γενικευμένες επιστημονικές αρχές που δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφει είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται και σε άλλες περιπτώσεις και καταστάσεις. Το ανώτερο, πέμπτο επίπεδο θεωρείται πολύ προχωρημένο και εμφανίζεται σπάνια. Ο τόνος στο λόγο του είναι συμπερασματικός

Ειδικότερα, η ταξινομία SOLO των Biggs και Collis αποτελεί ένα δυναμικό εργαλείο προσδιορισμού του τρέχοντος νοητικού επιπέδου λειτουργίας ενός ατόμου, μέσω γραπτών ή προφορικών απαντήσεών του, επομένως είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης της μαθησιακής και διδακτικής διαδικασίας. Αυτό για τον εκπαιδευτικό σημαίνει ότι έχει στη διάθεσή του, αφ' ενός ένα εργαλείο αξιολόγησης του βαθμού κατανόησης των εννοιών, των θεωριών, και της δυνατότητας επίλυσης προβλημάτων εκ μέρους των μαθητών, αφετέρου ένα εργαλείο σχεδιασμού τεκμηριωμένων διδακτικών προτάσεων (Boulton-Lewis, 1995).

Η θεωρία πάνω στην οποία στηρίζεται η ταξινομία SOLO υποστηρίζει ότι η γνώση δομείται σε επίπεδα. Οι Biggs & Collis (1982) στηρίζονται πάνω στα στάδια ανάπτυξης του ατόμου που έχει διατυπώσει ο Piaget. Γι' αυτούς κρίνεται απαραίτητο ο εκπαιδευτικός να γνωρίζει σε ποιο επίπεδο ο μαθητής έχει κατακτήσει τη γνώση. Βασικά, υπάρχουν δύο πτυχές στη δομική πολυπλοκότητα (structural complexity) της απάντησης, το κατά πόσο απάντησε λεπτομερώς, χρησιμοποιώντας περισσότερες έννοιες (το ποσοτικό στοιχείο), και το πόσο καλά είναι συνδεδεμένες οι έννοιες μεταξύ τους (η ποιοτική πτυχή). Και οι δύο πτυχές είναι σημαντικές και μπορούν να περιγραφούν με την ταξινομία SOLO (Biggs, 1996).

Στη ταξινομία SOLO η εξέλιξη της κατανόησης των μαθητών δε θεωρείται ότι συντελείται σε στάδια τα οποία σχετίζονται με κάποια λογική δομή, που ενυπάρχει στο μυαλό των μαθητών. Η κατανόηση στη SOLO αποτελεί ένα ατομικό χαρακτηριστικό, το οποίο καθορίζεται ταυτόχρονα από το περιεχόμενο και το γενικό πλαίσιο (content and context) στο οποίο αναφέρεται το εκάστοτε θέμα. Κατά συνέπεια το ποσό της πληροφορίας που συγκρατείται και τα χαρακτηριστικά στοιχεία του θέματος αποτελούν σημαντικές και καθοριστικές μεταβλητές. Η εξελικτική διαδικασία εξαρτάται από τη φύση της αφαίρεσης που απαιτεί το θέμα και από την ικανότητα και τις δεξιότητες του μαθητή να χειριστεί, με αυξημένη επιτήδευση των πράξεων που υποβοηθούν την πορεία επίλυσης (Biggs & Collis, 1982).

Η ταξινόμια SOLO θεωρείται άκρως αποτελεσματική και αξιόπιστη μέθοδος αξιολόγησης που μπορεί να εφαρμοστεί στην αξιολόγηση ποικίλων αντικειμένων (Leung, 2000), καθώς προσφέρει εγκυρότητα και αξιοπιστία. Έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές επιστήμες όπως στις Φυσικές Επιστήμες, στα Μαθηματικά, στον Προγραμματισμό Υπολογιστών, στη Χημεία, στην Ιατρική και στη Βιολογία (Leung, 2000).

Από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στα φύλλα αξιολόγησης επιλέχθηκαν να αναλυθούν βάσει της ταξινόμια SOLO αυτές που παρουσίαζαν το μεγαλύτερο ερευνητικό ενδιαφέρον. Επίσης από το τεστ συγκράτηση μόνο η τελευταία ερώτηση ήταν ανάπτυξης και γι' αυτό μόνο η έκτη ερώτηση αναλύθηκε με την ταξινόμια SOLO. Οι υπόλοιπες ερωτήσεις ήταν να σημειώσουν Χ, ήταν σωστού ή λάθους και συμπλήρωση κενών. Άρα ήταν συγκεκριμένες και μη αναλύσιμες. Μπορούσαν να είναι ή ορθές ή λανθασμένες. Από αυτές προέκυψαν κάποια ποσοτικά δεδομένα που παραθέτονται και αναλύονται παρακάτω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθεται η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών από τα ομαδικά φύλλα εργασίας και τα ατομικά φύλλα αξιολόγησης, σύμφωνα με τις μεθόδους ανάλυσης που προαναφέρθηκαν. Εξετάζονται τα χαρακτηριστικά διερεύνησης σε κάθε ομαδικό φύλλο εργασίας ξεχωριστά για κάθε δίωρο, με βάση τις απαντήσεις και τα έργα των μαθητών τα οποία έχουν αναπτυχθεί, είτε σε έντυπη, είτε σε ηλεκτρονική μορφή καθώς και τα στοιχεία του πρωτοκόλλου παρατήρησης. Ταυτόχρονα, κάθε απάντηση κάθε μαθητή από κάθε ατομικό φύλλο αξιολόγησης καθώς και του τεστ συγκράτησης κατατάσσεται σε ένα από τα πέντε επίπεδα της ταξινομίας SOLO. Συγκρίνονται, επίσης, οι παρόμοιες ερωτήσεις μεταξύ των φύλλων αξιολόγησης που συμπλήρωναν οι μαθητές μετά από δύο μέρες από τη διδασκαλία κάθε ενότητας και του τεστ συγκράτησης που συμπλήρωσαν οι μαθητές μετά το πέρας δύο μηνών από την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.

Η γενική εικόνα που σκιαγραφήθηκε αναλύοντας τα αποτελέσματα, τόσο από την παρατήρηση ανά ομάδα και ανά μαθητή, όσο και από τα γνωστικά αποτελέσματα που προέκυψαν βάσει ταξινομίας SOLO, είναι πολύ θετική. Η μελέτη έδειξε πως οι διερευνητικές δραστηριότητες βασισμένες σε ΤΠΕ μπορούν να αποτελέσουν ένα σπουδαίο εργαλείο καθώς ώθησαν τους μαθητές να διερευνήσουν. Προκάλεσαν ερωτήματα και προβληματισμούς, απορία και ενδιαφέρον, έκαναν τους μαθητές δραστήριους και ενεργητικούς, διατύπωσαν υποθέσεις, προέβλεψαν, κατέληξαν σε ορθά συμπεράσματα και αναθεώρησαν σε μεγάλο βαθμό τις παρανοήσεις τους. Οι μαθητές κατάφεραν μέσω της διερευνητικής μάθησης με τη χρήση ΤΠΕ να δομήσουν νέα γνώση. Τα γνωστικά αποτελέσματα ήταν ορατά και συγκρινόμενη η πειραματική ομάδα με την ομάδα ελέγχου κατάφερε να επιτύχει μεγαλύτερα γνωστικά αποτελέσματα και βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση.

5.1 Παρατήρηση ανά ομάδα και ανά μαθητή

5.1.1 Ανάλυση ομαδικών φύλλων εργασίας

Στην διδακτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε, η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, οι δραστηριότητες και ο σκελετός των ερωτημάτων προς διερεύνηση στα φύλλα εργασίας ήταν σχεδιασμένα από την ερευνήτρια. Επιλέξαμε την καθοδηγούμενη διερεύνηση επειδή οι μαθητές δεν είχαν εργαστεί ξανά σε περιβάλλον διερευνητικής μάθησης, δε γνώριζαν τίποτα σχετικά με την επιστημονική έρευνα ούτε για τον τρόπο και τα βήματα με τα οποία ένας επιστήμονας ερευνά. Επομένως επιλέξαμε υψηλό βαθμό καθοδήγησης και υποστήριξης (Scaffolding) ειδικά στα αρχικά στάδια, που αμβλύνονταν όμως κατά τη συνέχεια της διδακτικής παρέμβασης.

Οι μαθητές διατύπωσαν αρκετά ερωτήματα κατά την πορεία της διδακτικής παρέμβασης, μερικά από τα οποία διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο για την πορεία διερεύνησή τους και τους βοήθησαν να καθοδηγήσουν τη σκέψη τους έτσι ώστε να καταλήξουν σε σωστά συμπεράσματα, αναπτύσσοντας και την κατάλληλη επιχειρηματολογία.

Τα δεδομένα τα συνέλλεξαν αποκλειστικά οι μαθητές, μέσα από τις δραστηριότητες διερεύνησης, καθοδηγούμενοι από κάποια ερωτήματα που έπρεπε να συμπληρώσουν στα φύλλα εργασίας, ύστερα όμως από συζήτηση και επιχειρηματολογία στην ομάδα. Η επιλογή των κατάλληλων δεδομένων ήταν αρμοδιότητα των ομάδων που συζητούσαν ποια δεδομένα, από αυτά που είχαν στη διάθεσή τους, έπρεπε να συλλέξουν, σε ποια θα πρέπει να δώσουν ιδιαίτερη σημασία και ποια θα χρησιμοποιήσουν έτσι ώστε να εξάγουν συμπεράσματα και να μπορέσουν με αυτά να τα τεκμηριώσουν.

Οι μαθητές είχαν την αρμοδιότητα να καταγράφουν τα συμπεράσματα στα οποία κατέληγαν και μάλιστα καταγράφονταν όλες οι απόψεις των μαθητών της ομάδας αν υπήρχε κάποια διαφωνία. Έπρεπε κάθε συμπέρασμα για να είναι αποδεκτό να είναι τεκμηριωμένο χρησιμοποιώντας στοιχεία από τις παρατηρήσεις τους. Οι μαθητές συζητούσαν αρκετά μεταξύ τους με μεγάλο ενδιαφέρον μέχρι να καταλήξουν στο τι θα γράψουν στο φύλλο εργασίας. Υπήρχε πολλή ζωντάνια στο λόγο τους. Σε πολλές ομάδες υπήρχαν πολλές διαφορετικές γνώμες και εξηγήσεις, που υποστηρίζονταν με τα ανάλογα επιχειρήματα για να πείσουν τους υπολοίπους.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης, όπως έχουν αναπτυχθεί εκτενώς στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, είναι η διεξαγωγή και διατύπωση ερωτημάτων, η ανάπτυξη υποθέσεων, ο σχεδιασμός και η πραγματοποίηση πειραμάτων, η καταγραφή δεδομένων μέσω της παρατήρησης, η ανάλυση των δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Έτσι αναλύοντας το γραπτό λόγο που παρήγαν οι ομάδες των μαθητών από τα φύλλα εργασίας αλλά λαμβάνοντας υπόψη και τις σημειώσεις του εκπαιδευτικού που παρακολουθούσε τη διδακτική παρέμβαση καθώς και τις βιντεοσκοπήσεις των μαθημάτων, μπορούμε να εντοπίσουμε χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης στον τρόπο που εργάστηκαν οι ομάδες σε κάθε δίωρο.

Πρώτο δίωρο – Φύλλο εργασίας Α

Κατά το πρώτο δίωρο οι μαθητές ολοκλήρωσαν τέσσερις (4) δραστηριότητες. Κάθε δραστηριότητα ήταν συνέχεια της προηγούμενης και όχι αυτόνομη. Ουσιαστικά ήταν υποδραστηριότητες και γι' αυτό αναλύθηκαν όλες μαζί.

Η πρώτη δραστηριότητα προέτρεπε τους μαθητές να πειραματιστούν με δύο μπαλόνια, κρεμώντας το ένα και τρίβοντας το άλλο με ένα χαρτομάντιλο. Αφού τα πλησίαζαν θα έπρεπε να παρατηρήσουν και να καταγράψουν τι ακριβώς συνέβαινε στα μπαλόνια και ύστερα να δώσουν εξηγήσεις και να διατυπώσουν υποθέσεις σχετικά με το γιατί νομίζουν ότι συνέβαινε αυτό που παρατήρησαν. Στη δεύτερη και τρίτη δραστηριότητα οι μαθητές παραπέμπονταν σε κάποιες ιστοσελίδες στις οποίες έπρεπε να παρακολουθήσουν κάποια βίντεο σχετικά με φαινόμενα

στατικού ηλεκτρισμού. Καλούνταν ύστερα να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους, τις υποθετικές εξηγήσεις τους και να ανακαλέσουν κάποια περιστατικά από την καθημερινότητά τους που να συμβαίνει κάτι ανάλογο. Τέλος, στην τέταρτη δραστηριότητα οι μαθητές δούλεψαν σε ένα προσομοιωτή. Έπρεπε να τρίψουν το πόδι του ανθρώπου πάνω στο χαλί και ύστερα να κάνουν τον άνθρωπο να πιάσει το πόμολο της πόρτας παρατηρώντας τι συμβαίνει, δίνοντας εξηγήσεις και καταλήγοντας σε συμπεράσματα.

Στον πίνακα 5.1. παρουσιάζονται, για το πρώτο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης, οι παρατηρήσεις (observation) που πραγματοποίησε και κατέγραψε κάθε ομάδα στα φύλλα εργασίας, τα ερωτήματα που έθεσαν είτε μεταξύ τους στην ομάδα είτε στην εκπαιδευτικό, οι υποθέσεις που διατύπωσαν και κατέγραψαν κατά τα αρχικά στάδια της διερεύνησής τους, τα επιχειρήματα που ανέπτυξε και κατέγραψε η κάθε ομάδα για να τεκμηριώσουν και να εξηγήσουν τις ιδέες και απόψεις τους, τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και κατέγραψαν και τέλος τη σύνδεση του φαινομένου, που εξετάζαν οι μαθητές, με ανάλογα περιστατικά της καθημερινής τους ζωής. Τα παραπάνω δεδομένα συλλέχθηκαν από τα ομαδικά φύλλα εργασίας (Μάθημα 1 – Φύλλο Εργασίας Α) που συμπλήρωσαν οι μαθητές στις 5 ομάδες, κατά το πρώτο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης καθώς επίσης και από τις σημειώσεις του εκπαιδευτικού που παρακολουθούσε.

Πίνακας 5.1. Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών κατά το πρώτο δίωρο.

ΟΝΟΜΑ ΟΜΑΔΑΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
<p>Εξυπνοπούλια (Ομ. 1)</p>	<p>«Το μπαλόνι που τρίψαμε άρχισε να μαγνητίζεται με το άλλο» «Χρησιμοποιήθηκαν τα υλικά στυλό, μπαλόνι, σωλήνας, νερό και χτένα» «Όταν πλησίαζαν τα υλικά στο νερό αυτό άλλαξε κατεύθυνση» «Πριν πλησιάσουν τα υλικά στο νερό τα έτριβαν στα μαλλιά τους» «Όταν φέρνουμε σε επαφή μια γυάλινη ράβδο με το μεταξένιο ύφασμα τότε απομακρύνονται» «Όταν φέρνουμε σε επαφή μια πλαστική ράβδο με ένα μάλλινο ύφασμα πάλι απομακρύνονται» «Όταν οι σφαίρες έχουν τα ίδια φορτία, απομακρύνονται ενώ όταν έχουν διαφορετικά πλησιάζουν» «Όταν είναι και τα δύο θετικά ή και τα δύο αρνητικά τότε απομακρύνονται ενώ αν είναι το ένα θετικό και το άλλο αρνητικό</p>	<p>«Έχει σημασία πόσο έχουμε φουσκώσει τα μπαλόνια;» «Τα μπαλόνια που έλκονταν μετά από τριβή και το νερό που έλκονταν από τα υλικά μετά από τριβή έχουν κάποια σχέση μεταξύ τους;» «Γιατί το ένα μπαλόνι πλησιάζει το άλλο;»</p>	<p>«Το μπαλόνι που τρίψαμε δημιούργησε ηλεκτρική ενέργεια κι αυτό μαγνήτισε τα δύο μπαλόνια (από το πολύ τρίψιμο)» «Αυτό συνέβη γιατί θέλουν να δημιουργήσουν μια ενέργεια για να πλησιάσει το νερό»</p>	<p>«Απομακρύνονται γιατί έχουν τα ίδια φορτία» «Γιατί το πόδι μας ανταλλάζει φορτία με το χαλί και γι' αυτό πλησιάζουν» «Γιατί η χτένα ανταλλάζει φορτία με τα μαλλιά μας και γι' αυτό πλησιάζουν» «Γιατί μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το χαλί στο πόδι του ανθρώπου μέσω της τριβής» «Ο άνθρωπος μετέφερε τα ηλεκτρόνια του στο πόμολο της πόρτας»</p>	<p>«Συμπεραίνουμε ότι υπάρχει μια διαφορά σε ένα σώμα με δύο διαφορετικά φορτία (θετικό – αρνητικό)»</p>
	<p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p>				

	<p>τότε πλησιάζουν» «Μόλις ο άνθρωπος έπιασε το πόμολο της πόρτας ηλεκτρίστηκε»</p>				<p>«Όταν τρίβουμε το χαλί με το πόδι μας» «Όταν χτενίζουμε τα μαλλιά μας με τη χτένα»</p>
<p>Αστέρια (Ομ. 2)</p>	<p>«Παρατηρήσαμε ότι το μπαλόνι που τρίψαμε με χαρτοπετσέτα όταν το πλησιάσαμε στο μπαλόνι με το σπάγκο άρχισε να κολλάει επάνω του» «Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πλαστικός σωλήνας, νερό, ποτήρι, στυλό και μπαλόνι» «Όταν η γυναίκα έτριψε το μπαλόνι στο κεφάλι της το μπαλόνι πλησίασε το νερό» «Οι παρουσιαστές πριν ακουμπήσουν τα υλικά στο νερό τα έτριψαν στο κεφάλι τους» «Παρατηρούμε ότι όταν η πλαστική ράβδος ακουμπάει ένα μεταξένιο ύφασμα ανταλλάσσουν φορτία μεταξύ τους»</p>	<p>«Χρειάζεται να τα τρίψουμε οπωσδήποτε τα υλικά;» «Τι είναι τα συν και τα πλην;»</p>	<p>«Συμβαίνει αυτό επειδή πιστεύουμε ότι όταν τρίβουμε το μπαλόνι ηλεκτρίζεται και συνδέεται με το μπαλόνι που έχει σπάγκο» «Νομίζουμε ότι έγινε αυτό επειδή όταν τα φορτία είναι γεμισμένα με θετικά και αρνητικά σώματα ενώνονται»</p>	<p>«Γιατί όταν ο άνθρωπος πήγε να πιάσει το πόμολο της πόρτας ηλεκτρίστηκε επειδή είχε γεμίσει ηλεκτρόνια»</p>	<p>«Όταν η γυναίκα έτριψε το μπαλόνι στο κεφάλι της το μπαλόνι ηλεκτρίστηκε» «Τα ηλεκτρόνια μεταφέρονται σε ένα σώμα κι όταν έρθει κοντά αυτό το σώμα σε ένα άλλο με διαφορετικά ηλεκτρόνια τότε ηλεκτρίζεται. Αυτό είναι ο στατικός ηλεκτρισμός»</p>

	<p>«Η πλαστική ράβδος με το μάλλινο ύφασμα ανταλλάσσουν φορτία και απομακρύνονται» «Οι σφαίρες που έχουν διαφορετικά φορτία ενώνονται, αντίθετα οι σφαίρες που έχουν ίδια φορτία απομακρύνονται» «Όταν ο άνθρωπος έτριψε το πόδι του στο χαλί γέμισε το σώμα του ηλεκτρόνια»</p>				<p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p> <p>«Όταν κατεβαίνουμε στην τσουλήθρα και τριβόμαστε πάνω της» «Όταν τρίβουμε το πόδι μας σε ένα χαλί και πιάνουμε μετά το πόμολο μιας πόρτας»</p>
<p>Ατρόμητοι (Ομ. 3)</p>	<p>«Όταν πλησιάσαμε τα δύο μπαλόνια παρατηρήσαμε ότι έρχονται κοντά το ένα στο άλλο» «Τα υλικά ήταν πλαστικός σωλήνας, πλαστικό ποτήρι με μία τρύπα, νερό, μπαλόνι και στυλό» «Το τρεχούμενο νερό πλησίαζε στα υλικά» «Όλα τα υλικά τα έτριψαν στο κεφάλι τους» «Όταν φέρνουμε σε επαφή μια γυάλινη ράβδο κι ένα μεταξωτό ύφασμα παρατηρούμε ότι</p>	<p>«Προς τα πού πήγαινε το νερό» «Πρέπει να βρούμε τι συμβαίνει όταν τρίβουμε τα αντικείμενα, γιατί όταν μετά από τριβή τα πλησιάζουμε κοντά σε άλλα τότε έλκονται»</p>	<p>«Όταν το τρίψαμε παράχθηκε ηλεκτρική ενέργεια» «Όπως ο κεραυνός χτυπάει στη γη κι ενώνονται ο κεραυνός κι η γη έτσι λόγω του ηλεκτρισμού ενώθηκαν τα μπαλόνια»</p>	<p>«Ο άνθρωπος ηλεκτρίστηκε γιατί δημιουργήθηκε διαφορά φορτίων»</p>	<p>«Η διαφορά φορτίων προκαλεί το φαινόμενο του στατικού ηλεκτρισμού» «Υπάρχει στατικός ηλεκτρισμός όταν δύο σώματα με διαφορετικό φορτίο έρχονται σε επαφή»</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p>

	<p>φορτίζεται θετικά» «Όταν φέρνουμε σε επαφή μια πλαστική ράβδο με ένα μάλλινο ύφασμα τότε φορτίζεται αρνητικά» «Οι ίδιες σφαίρες απομακρύνονται ενώ οι διαφορετικές ενώνονται» «Μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το χαλί στον άνθρωπο»</p>		<p>«Όταν τρίψαμε τα δύο μπαλόνια δημιουργήθηκε ηλεκτρισμός και αυτό λειτούργησε σα μαγνήτης κι έτσι τράβηξε το άλλο μπαλόνι»</p>		<p>«Όταν πιάνουμε τις άκρες της τσουλήθρας και τρίβουμε το χέρι μας καθώς κατεβαίνουμε μετά ηλεκτριζόμαστε» «Όταν ακουμπάμε το γυαλί της τηλεόρασης»</p>
<p>Απίθανοι (Ομ. 4)</p>	<p>«Το μπαλόνι που τρίψαμε με το χαρτομάντιλο «τράβηξε» το μπαλόνι με το σπάγκο» «Πλαστικός σωλήνας, στυλό, μπαλόνι, χτένα» «Το νερό όταν πλησίαζαν τα αντικείμενα απομακρυνόταν» «Έτριβαν τα υλικά στα μαλλιά τους» «Το μεταξωτό ύφασμα ανταλλάσσει φορτία με τη γυάλινη ράβδο και τη φορτίζει θετικά» «Το μάλλινο ύφασμα ανταλλάσσει φορτία με την πλαστική ράβδο και τη φορτίζει αρνητικά» «Οι θετικές με τις θετικές σφαίρες απωθούνται»</p>	<p>«Τι σχέση έχουν αυτά τα φαινόμενα με το ηλεκτρικό ρεύμα;» «Πώς γίνεται το νερό να αλλάζει κατεύθυνση;» «Μήπως από το τρίψιμο δημιουργούνται ηλεκτρομαγνητικά κύματα; Πόσο πρέπει να τρίψουμε το μπαλόνι γιατί σε μια ομάδα που φούσκωσε λιγότερο τα μπαλόνια είχαν μεγαλύτερη έλξη;»</p>	<p>«Όταν τρίψαμε το μπαλόνι δημιουργήθηκε ηλεκτρισμός» «Όταν τρίψαμε το μπαλόνι δημιουργήθηκε ηλεκτρισμός και τράβηξε το άλλο μπαλόνι» «Όταν τρίψαμε το μπαλόνι δημιουργήθηκε ηλεκτρισμός και θερμότητα τα οποία τράβηξαν το μπαλόνι με το σπάγκο»</p>	<p>«Επειδή το ύφασμα θα μεταφέρει ηλεκτρόνια στο μπαλόνι κι όταν τα πλησιάσουμε στα μαλλιά μας τα μαλλιά μας έλκονται» «Γιατί ο άνθρωπος φορτίστηκε αρνητικά δηλαδή είχε παραπάνω ηλεκτρόνια» «Αυτό συνέβη εξαιτίας της διαφοράς των φορτίων»</p>	<p>«Η διαφορά φορτίων ονομάζεται στατικός ηλεκτρισμός» «Όταν δύο σώματα είναι ομόνυμα τότε απωθούνται, ενώ όταν είναι ετερόνυμα δηλαδή το ένα φορτισμένο αρνητικά και το άλλο θετικά τότε έλκονται»</p>

	<p>«Οι αρνητικές με τις αρνητικές απωθούνται» «Οι αρνητικές με τις θετικές έλκονται» «Όταν ο άνθρωπος έτριψε το πόδι του στο χαλί μεταφέρθηκαν σε αυτόν ηλεκτρόνια» «Ο άνθρωπος ηλεκτρίστηκε»</p>		<p>«Από το τρίψιμο δημιουργήθηκε θερμότητα»</p>		<p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p> <p>«Όταν τρίψουμε ένα μπαλόνι με ένα ύφασμα και το πλησιάσουμε στα μαλλιά μας αυτά έλκονται»</p>
<p>Σαΐνια (Ομ. 5)</p>	<p>«Παρατηρήσαμε ότι το μπαλόνι που τρίψαμε με την χαρτοπετσέτα ζεστάθηκε και όταν το πλησιάσαμε στο άλλο μπαλόνι ενώθηκαν» «Ένα πλαστικό ποτήρι με μια μικρή τρύπα στον πάτο, ένα στυλό, ένα μπαλόνι, ένα πλαστικό σωλήνα, μία χτένα» «Άλλαξε η πορεία του νερού και πήγαινε προς το αντικείμενο» «Έτριβαν τα υλικά στα μαλλιά τους» «Όταν οι σφαίρες είναι φορτισμένες με το ίδιο φορτίο απομακρύνονται, ενώ όταν είναι φορτισμένες με διαφορετικό</p>	<p>«Έχει σχέση το υλικό που είναι φτιαγμένο το κάθε σώμα με τα φορτία του;» «Γιατί χρησιμοποιούμε με δύο μπαλόνια;»</p>	<p>«Το μπαλόνι ζεστάθηκε γι αυτό ενώθηκαν» «Τα μπαλόνια ενώθηκαν επειδή τα τρίψαμε και υπήρχε ηλεκτρική ενέργεια» «Τρίβοντας το μπαλόνι με τη χαρτοπετσέτα παράχθηκε ενέργεια μεταξύ τους»</p>	<p>«Γιατί όταν δύο σώματα είναι διαφορετικά φορτισμένα δημιουργείται μια τάση μεταξύ τους»</p>	<p>«Ανάλογα με το υλικό που τρίβουμε το σώμα φορτίζεται ανάλογα»</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p>

	<p>ενώνονται» «Ο άνθρωπος τρίβει το πόδι του στο χαλί και φορτίζεται με ηλεκτρόνια» «Όταν ο άνθρωπος ακουμπά το πόμολο της πόρτας ηλεκτρίζεται»</p>		<p>«Γιατί όταν τα φέραμε σε επαφή φορτίστηκαν θετικά» «Γιατί όταν τα φέραμε σε επαφή φορτίστηκαν αρνητικά»</p>		<p>«Όταν κάνεις τσουλήθρα» «Όταν τρίβεις ένα μπαλόνι στα μαλλιά σου» «Όταν ακουμπάς την τηλεόραση»</p>
--	---	--	---	--	--

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, οι μαθητές, εργαζόμενοι σε ομάδες πάνω στις διερευνητικές δραστηριότητες του πρώτου φύλλου εργασίας, κατά το πρώτο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης, έκαναν πολλές παρατηρήσεις τις οποίες και κατέγραψαν. Οι παρατηρήσεις τους είχαν άμεση σχέση με το στατικό ηλεκτρισμό, θέμα το οποίο ερευνούσαν σε αυτό το δίωρο. Μπήκαν στη διαδικασία να διατυπώσουν υποθέσεις τις οποίες κατέγραψαν, σχετικά με το γιατί νομίζουν ότι συνέβαινε αυτό που παρατήρησαν. Όλες οι υποθέσεις τους ανατράπηκαν στη συνέχεια και αντικαταστάθηκαν από εν μέρει σωστές αντιλήψεις σχετικά με το τι είναι τελικά ο στατικός ηλεκτρισμός και πώς τελικά δημιουργείται. Καμία ομάδα δεν ανέφερε στα συμπεράσματά το μαγνητισμό, έννοια η οποία είχε χρησιμοποιηθεί πάρα πολλές φορές στις υποθέσεις που είχαν διατυπώσει αρχικά. Κατά τη διάρκεια του δίωρου οι μαθητές διατύπωσαν αρκετά ενδιαφέροντα ερωτήματα τα οποία αφού τα συζήτησαν στις ομάδες, έψαξαν στο διαδίκτυο, με την υποστήριξη της εκπαιδευτικού, να βρουν τις απαντήσεις. Οι περισσότερες ομάδες κατάφεραν να συνδέσουν το φαινόμενο του στατικού ηλεκτρισμού με ένα τουλάχιστον περιστατικό της καθημερινότητά τους αποτελεσματικά, πράγμα που σημαίνει ότι κατανόησαν πότε συμβαίνει το φαινόμενο αυτό. Τέλος οι μαθητές κατέληξαν σε σημαντικά συμπεράσματα όχι εντελώς ολοκληρωμένα αλλά εν μέρει σωστά, ομαδοποιώντας καταλήγουν πως το ένα είχε να κάνει με την έλξη και την απόθεση μεταξύ δύο σωμάτων (ομώνυμα απωθούνται – ετερόνυμα έλκονται) και το δεύτερο είχε σχέση με την αιτία που προκαλεί τον στατικό ηλεκτρισμό που είναι η διαφορά φορτίων μεταξύ δύο σωμάτων. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι οι ομάδες χρησιμοποίησαν αποτελεσματικά στο λεξιλόγιό τους όρους από τις φυσικές επιστήμες (φορτίο, ηλεκτρόνια, απωθούνται, έλκονται, στατικός ηλεκτρισμός, διαφορά φορτίων, αρνητικό, θετικό, σώματα).

Δεύτερο δίωρο – Φύλλο εργασίας Β

Κατά το δεύτερο δίωρο, οι μαθητές πραγματοποίησαν τρεις (3) δραστηριότητες οι οποίες είναι αλληλοσυνδεδεμένες και η μία αποτελεί συνέχεια της άλλης και γι' αυτό αναλύθηκαν όλες μαζί.

Στην πρώτη δραστηριότητα παρέχονταν στους μαθητές διάφορα είδη λαμπτήρων τα οποία παροτρύνονταν, ύστερα από συζήτηση στις ομάδες, να αναγνωρίσουν. Επίσης να καταγράψουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα λαμπτήρας και να ψάξουν να βρουν ποια είναι η βασική του λειτουργία αφού πρώτα διατυπώσουν τις υποθέσεις τους. Στη δεύτερη δραστηριότητα παραπέμπονταν σε μια ιστοσελίδα στην οποία παρακολουθούσαν ένα βίντεο σχετικό με το πώς λειτουργεί ένας λαμπτήρας και ύστερα συμπλήρωναν ένα σκίτσο ενός λαμπτήρα καταγράφοντας τα μέρη από τα οποία αποτελείται. Στην τελευταία δραστηριότητα τους παρουσιάζονταν ένας προβληματισμός, μία πρόκληση που έπρεπε να αντιμετωπίσουν. Η βασική ιδέα είναι ότι δύο παιδιά είναι μόνα στο σπίτι και γίνεται διακοπή ρεύματος η οποία θα διαρκέσει όλο το απόγευμα και το βράδυ. Τα παιδιά δεν βρίσκουν κεριά και πρέπει πριν δύσει ο ήλιος και νυχτώσει τελείως να κατασκευάσουν ένα φακό με υλικά που θα βρουν στα παιχνίδια τους. Οι μαθητές πρέπει να σκεφτούν πώς θα βοηθήσουν τα παιδιά να κατασκευάσουν ένα φακό καταγράφοντας τι υλικά θα τους φανούν χρήσιμα. Τέλος, επισκέπτονται μία ιστοσελίδα στην οποία καλούνται συνδυάζοντας κάποια υλικά να κάνουν ένα λαμπτήρα να φωτίσει.

Στον πίνακα 5.2. παρουσιάζονται, για το δεύτερο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης, οι παρατηρήσεις (observation) που πραγματοποίησε και κατέγραψε κάθε ομάδα στα φύλλα εργασίας, τα ερωτήματα που έθεσαν είτε μεταξύ τους στην ομάδα είτε στην εκπαιδευτικό, οι υποθέσεις που διατύπωσαν και κατέγραψαν κατά τα αρχικά στάδια της διερεύνησής τους, τα επιχειρήματα που ανέπτυξε και κατέγραψε η κάθε ομάδα για να τεκμηριώσουν και να εξηγήσουν τις ιδέες και απόψεις τους, τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και κατέγραψαν και τέλος τη σύνδεση του φαινομένου, που εξετάζαν οι μαθητές, με ανάλογα περιστατικά της καθημερινής τους ζωής. Τα παραπάνω δεδομένα συλλέχθηκαν από τα ομαδικά φύλλα εργασίας (Μάθημα 2 – Φύλλο Εργασίας Β) που συμπλήρωσαν οι μαθητές στις 5 ομάδες, κατά το δεύτερο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης.

Πίνακας 5.2. Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών κατά το δεύτερο δίωρο.

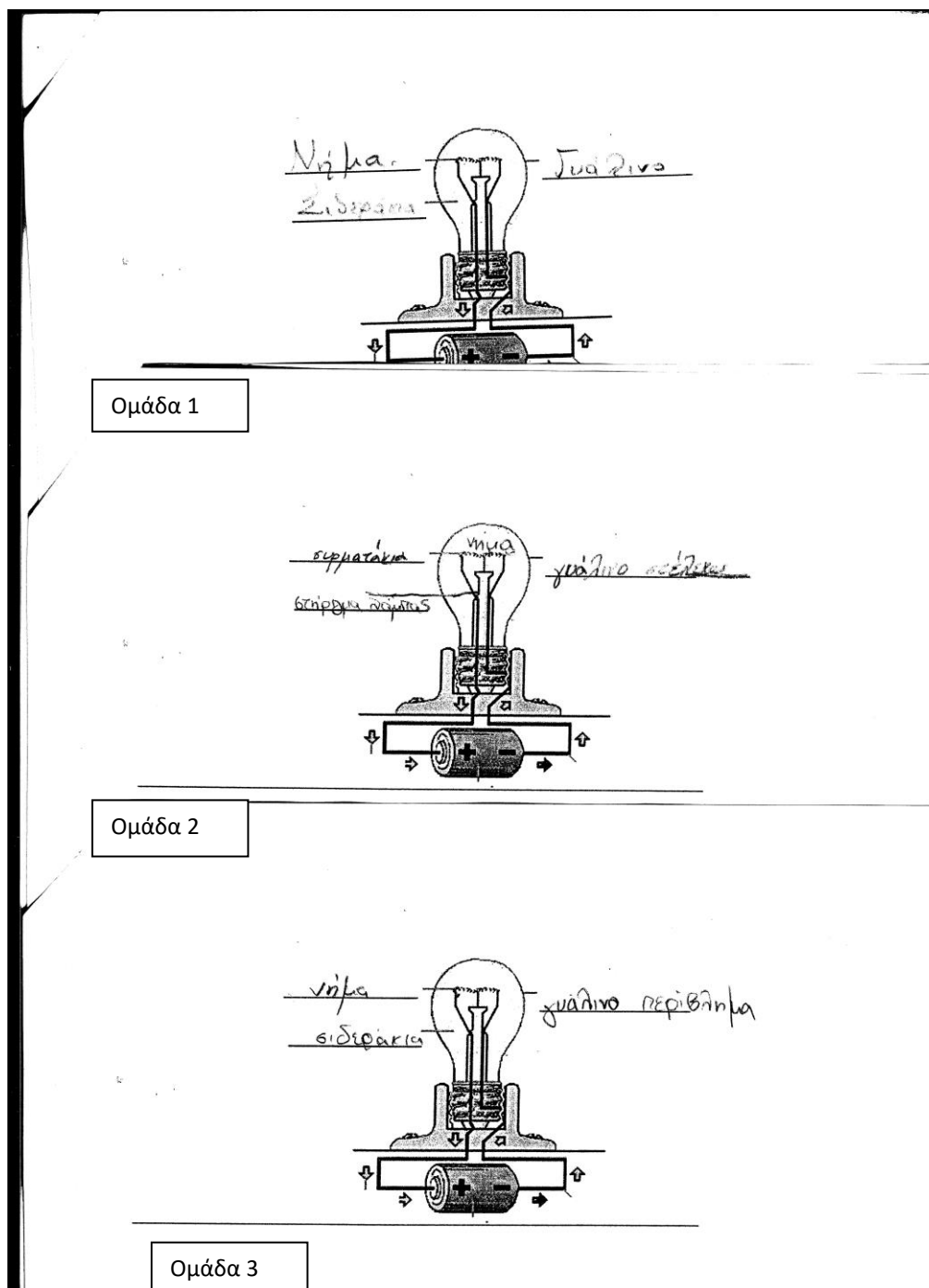
ΟΝΟΜΑ ΟΜΑΔΑΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
Εξυπνοπούλια (Ομ. 1)	<p>«Ο λαμπτήρας έχει γυαλί, μεταλλική βάση και έχει ένα σιδεράκι που ενώνεται με τα άλλα σιδεράκια»</p> <p>«Όλοι οι λαμπτήρες έχουν γυαλί»</p> <p>«Μας έκανε εντύπωση πως ο λαμπτήρας είχε ζεσταθεί στους 2.200° C και έσκασε»</p> <p>«Μας έκανε εντύπωση που μπορέσαμε να δούμε με την κοντινή ματιά που έδινε το βίντεο το μέσα ενός λαμπτήρα. Τα σύρματα που συνδέονται με τις επαφές του λαμπτήρα»</p> <p>«Πρέπει να συνδυάσουμε λάμπες, καλώδια και μπαταρία»</p>		<p>«Χρησιμοποιούμε τους λαμπτήρες για να παράγουν πιο λίγη ηλεκτρική ενέργεια και φωτιζόμαστε πιο εύκολα»</p> <p>«Η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στους λαμπτήρες είναι ότι κάποιοι εξοικονομούν πιο πολύ ηλεκτρική ενέργεια»</p> <p>«Υπάρχουν διαφορές γιατί κάποιοι εξοικονομούν ενέργεια και έχουν περισσότερη φωτεινότητα»</p> <p>«Ο λαμπτήρας ανάβει όταν παράγει ηλεκτρισμός»</p> <p>«Τα υλικά που θα χρειαστούν τα παιδιά είναι μπαταρίες, ταινία, λαμπτήρας, καλώδια»</p>	<p>«Τα βοηθητικά συρματάκια υπάρχουν γιατί ο ρόλος τους είναι να στηρίζουν το νήμα»</p> <p>«Ο λαμπτήρας έσκασε επειδή ζεστάθηκε πολύ»</p> <p>«Ο λαμπτήρας ανάβει επειδή έρχεται σε επαφή με την ηλεκτρική ενέργεια την οποία μετατρέπει σε φωτεινή»</p>	<p>«Συνδέουμε τη μπαταρία με τα καλώδια και ύστερα τα καλώδια τα συνδέουμε με τη λάμπα. Έτσι η λάμπα ανάβει.»</p>
					<p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p>

<p>Αστέρια (Ομ. 2)</p>	<p>«Ένας λαμπτήρας αποτελείται από πολλά μέρη όπως γυαλί, σίδηρο μεταλλική βάση» «Δεν είναι όλοι οι λαμπτήρες ίδιοι, βρήκαμε πολλές ομοιότητες και διαφορές όπως όσο πιο καινούριοι είναι τα υλικά με τα οποία κατασκευάζονται αλλάζουν» «έγινε έκρηξη και όλα τα υλικά του λαμπτήρα διαλύθηκαν»</p>	<p>«Πώς οι επιστήμονες εξελίσσουν τις λάμπες;»</p>	<p>«Χρησιμοποιούμε τους λαμπτήρες για να παράγουμε φωτεινή ενέργεια» «Νομίζουμε ότι υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στους λαμπτήρες γιατί οι επιστήμονες προσπαθούν να άνουν τους λαμπτήρες να παράγουν πιο πολύ φωτεινή ενέργεια» «Ένας λαμπτήρας ανάβει όταν τον φέρνουμε σε επαφή με το ηλεκτρικό ρεύμα» «Θα χρησιμοποιήσουν λάμπες και μπαταρίες και καλώδια»</p>	<p>«Ο λαμπτήρας πυρακτώσεως είχε γύρω του ένα γυάλινο δοχείο επειδή το σχήμα του το βοηθούσε έτσι ώστε το φως να διασκορπίζεται παντού» «Θα βάλουμε λάμπες, καλώδια, και μια μπαταρία για να δουλέψουν οι λάμπες και να ανάψουν»</p>	<p style="text-align: center;">ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p> <p>«Μια φορά που ήμασταν στ δωμάτιό μας ξαφνικά κόπηκε το ρεύμα κι έτσι προσπαθήσαμε να βρούμε μια λύση για να φωτιστεί το δωμάτιο»</p>
<p>Ατρόμητοι (Ομ. 3)</p>	<p>«Αποτελείται από βάση, ένα σιδεράκι που στηρίζεται σε άλλα δύο» «Η μία λάμπα έχει διαφανές γυαλί ενώ η άλλη δεν έχει» «Μου έκανε εντύπωση πως ένας επιστήμονας έφτιαξε μια λάμπα που φτάνει τους 2.500° C.»</p>	<p>«Όλοι οι λαμπτήρες έχουν μέσα τους αέρια;»</p>	<p>«Χρησιμοποιούμε τους λαμπτήρες για να βλέπουμε στο σκοτάδι» «Όλοι οι λαμπτήρες έχουν αέρια» «Ένας λαμπτήρας ανάβει όταν η βάση του έρχεται σε επαφή με το ρεύμα» «Τα υλικά που θα μπορούσαν</p>	<p>«Γιατί οι επιστήμονες έθεσαν κάποια κριτήρια. Ένα από αυτά ήταν να εκπέμπουν οι λάμπες περισσότερο φως αλλά όχι τόση θερμότητα, άρα να καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια» «Το αέριο υπάρχει στο</p>	<p>«Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να ανάψει μια λάμπα απλά πρέπει να χρησιμοποιήσουμε λάμπα, καλώδια και μπαταρίες»</p> <p style="text-align: center;">ΣΥΝΔΕΣΗ</p>

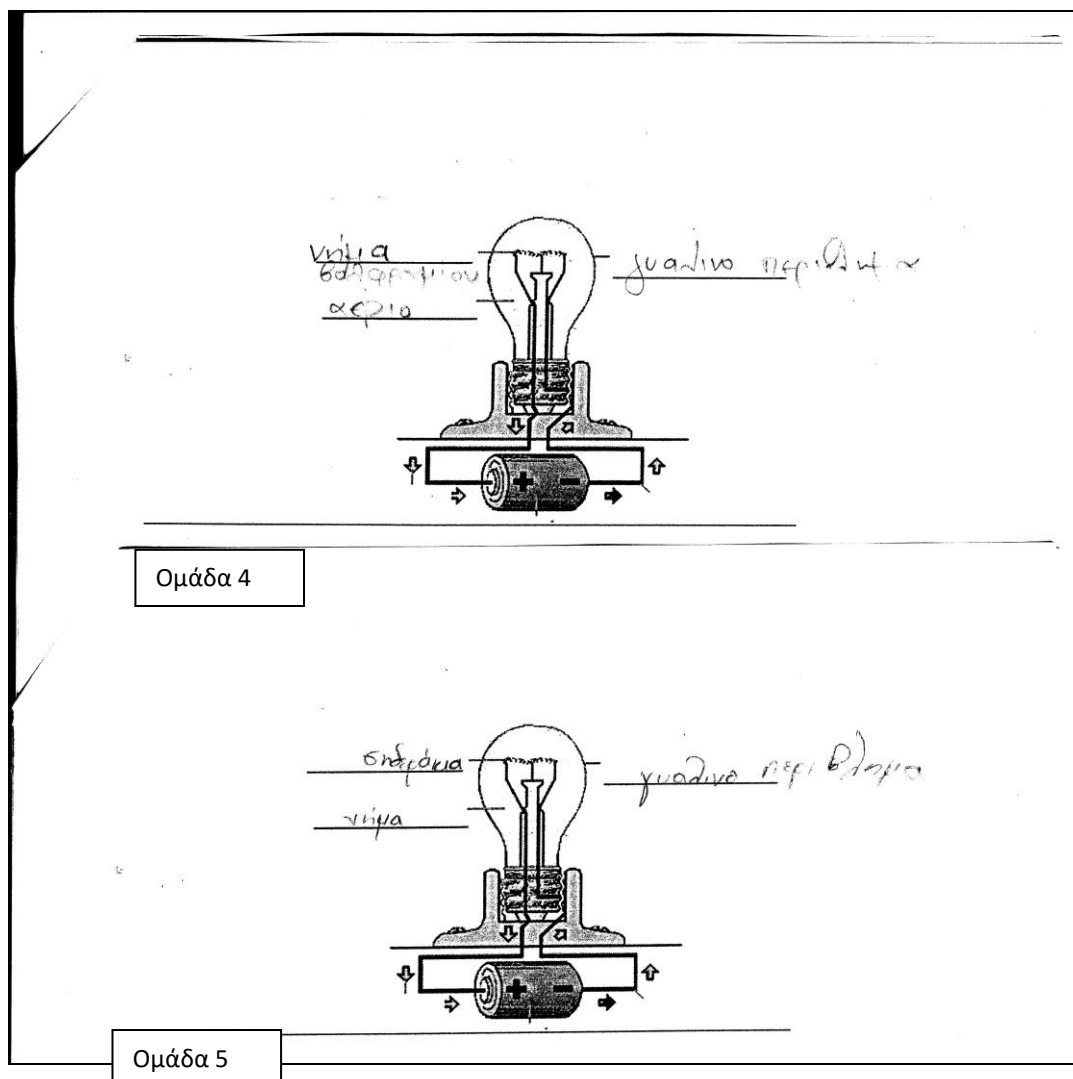
	«Μας έκανε εντύπωση που έγινε έκρηξη στη λάμπα»		να χρησιμοποιήσουν τα παιδιά είναι πλαστικό, γυαλί και ένα λαμπάκι»	γυαλί γιατί εμποδίζει την οξείδωση του νήματος στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες»	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ «Έχει τύχει να κοπεί το ρεύμα αλλά ανάψαμε κεριά»
Απίθανοι (Ομ. 4)	«Αποτελείται από γυαλί, χαλκό, μέταλλο» «Κάποιες λάμπες είναι πιο εξελιγμένες από κάποιες άλλες, όλες όμως έχουν γυαλί, βάση και σιδεράκια» «Η λάμπα έσκασε»	«Γιατί σε κάποιες λάμπες η βάση μοιάζει με βίδα ενώ σε κάποιες άλλες προεξέχουν δύο σιδεράκια;» «Γιατί το νήμα κιτρινίζει όταν ανάβει η λάμπα;»	«Χρησιμοποιούμε τους λαμπτήρες για να φωτίζεται ένα δωμάτιο» «Οι λαμπτήρες υπάρχουν για να εξοικονομούν ενέργεια» «Ο λαμπτήρας ανάβει όταν η βάση ακουμπάει στο άλλο σίδηρο και έτσι παράγει ενέργεια» «Τα παιδιά θα χρειαστούν μπαταρίες, λάμπες, θύρα, καλώδια, σελοτέιπ»	«Γιατί η λάμπα όταν τη βιδώνουμε στην πρίζα περνάει μέσα της ηλεκτρική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια»	«Ένας λαμπτήρας ανάβει όταν τον συνδέουμε με καλώδια και μπαταρία» «Για ένα ηλεκτρικό κύκλωμα χρειαζόμαστε μπαταρίες, λάμπες και καλώδια» ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ «Διακοπή ρεύματος και βάλαμε κεριά»
Σαΐνια (Ομ. 5)	«Έχει γυαλί, μια σιδερένια βάση και λεπτά σιδεράκια μέσα στο γυάλινο μέρος του» «Όλοι οι λαμπτήρες έχουν γυάλινο περίβλημα και μας δίνουν φως» «Ήταν σε τόσο ζεστή θερμοκρασία και η λάμπα	«Τι είναι τα LED;» «Γιατί γράφουν οι λάμπες watt και volt; Σε τι μας χρησιμεύουν;» «Μήπως παίζει	«Χρησιμοποιούμε λαμπτήρες για να παράγουμε φως» «Ένας λαμπτήρας ανάβει όταν βρίσκει επαφή με πηγή ρεύματος» «Τα παιδιά θα χρειαστούν λάμπα, καλώδια, μανταλάκι και μπαταρία»	«Υπάρχουν διάφορα είδη λαμπτήρων γιατί όσο περνούν τα χρόνια εξελίσσονται και εξοικονομούν ενέργεια αλλά βγάζουν περισσότερο φως» «Η λάμπα	«Όσο περνά ο χρόνος οι λαμπτήρες εξελίσσονται και γίνονται καλύτερες» «Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα απαιτεί λάμπα, μπαταρία, καλώδια» «Οι λάμπες μετατρέπουν το

	<p>έσκασε» «Η λάμπα υπερθερμάνθηκε κι έγινε έκρηξη» «Είδαμε πώς είναι το εσωτερικό της λάμπας και μπορεί να φαίνεται απλό αλλά είναι περίπλοκο»</p>	<p>ρόλο που το μέγεθος των λαμπτήρων μικραίνει όσο περνούν τα χρόνια;»</p>		<p>υπερθερμαίνεται και σπάει γιατί βάζουμε στο ηλεκτρικό κύκλωμα τρεις μπαταρίες όταν βάζουμε μία ανάβει κανονικά»</p>	<p>ηλεκτρικό ρεύμα σε φως»</p> <p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p> <p>«Όταν είχε κοπεί το ρεύμα χρησιμοποίησα φακό αλλά η μπαταρία του είχε μείνει και δεν άναβε έτσι άναψα κεριά»</p>
--	---	--	--	--	--

Παρακάτω εμφανίζονται τα σκίτσα των λαμπτήρων πάνω στα οποία οι ομάδες συμπλήρωσαν τα μέρη από τα οποία αποτελούνται.



Εικόνα 5.1. Απαντήσεις μαθητών από το ομαδικό φύλλο εργασίας Β.



Εικόνα 5.2. Απαντήσεις μαθητών από το ομαδικό φύλλο εργασίας Β.

Κατά το δεύτερο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές διερεύνησαν τα μέρη, τα είδη και τη λειτουργία των λαμπτήρων, καθώς και τα απαραίτητα στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Οι ομάδες διατύπωσαν ερωτήματα τα οποία απάντησαν είτε μέσα από τα βίντεο που παρακολούθησαν, είτε από ηλεκτρονικές πηγές στις οποίες έψαξαν. Μία από τις υποθέσεις που διατύπωσαν αρκετές ομάδες αρχικά ήταν ότι «οι λαμπτήρες χρησιμοποιούνται γιατί παράγουν ηλεκτρισμό», φαίνεται όμως ότι αντικαταστάθηκε από τη σωστή αντίληψη ότι «οι λαμπτήρες μετατρέπουν το ηλεκτρικό ρεύμα σε φωτεινή ενέργεια», συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε η ομάδα 5. Οι ομάδες κατέγραψαν αρκετές παρατηρήσεις σχετικά με τους λαμπτήρες και κατέληξαν όλες στη σωστή θέση ότι για ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λειτουργία φακού χρειαζόμαστε καλώδια, μπαταρία και λαμπτήρα.

Από τα σκίτσα, που εκθέτονται παραπάνω, στα οποία συμπλήρωσαν οι ομάδες τα μέρη ενός λαμπτήρα, μπορεί κανείς να διαπιστώσει πως οι μαθητές κατανόησαν τα κύρια μέρη ενός λαμπτήρα καθώς όλες οι ομάδες έχουν αναφέρει το νήμα και το γυάλινο περίβλημα και μία ομάδα ανέφερε ότι υπάρχει αέριο μέσα στο γυαλί. Καμία ομάδα δεν κατάφερε ωστόσο να περιγράψει ένα

ανάλογο περιστατικό από την καθημερινότητα που να απαιτεί κατασκευή ηλεκτρικού κυκλώματος καθώς για την ανάγκη παραγωγής φωτός σε περιπτώσεις διακοπής ρεύματος χρησιμοποίησαν κεριά, όπως ανέφεραν, τα οποία όμως δεν έχουν σχέση με το αντικείμενο διερεύνησης της ενότητας. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν οι τέσσερις ομάδες είναι πολύ ενδιαφέροντα και σχεδόν σωστά. Έχουν σχέση πρώτον με τους λαμπτήρες και δεύτερον με τα ηλεκτρικά κυκλώματα, θέματα διερεύνησης της ενότητας, πράγμα που δείχνει ότι οι μαθητές εστίασαν στα σωστά θέματα. Μία ομάδα, βέβαια, δεν κατάφερε να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα, ωστόσο έχει καταγράψει ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις, υποθέσεις και ορθά επιχειρήματα. Τέλος, όλες οι ομάδες χρησιμοποιούν στο λεξιλόγιό τους όρους από τις φυσικές επιστήμες.

Τρίτο και τέταρτο δίωρο – Φύλλο εργασίας Γ

Κατά το τρίτο δίωρο, οι μαθητές πραγματοποίησαν τρεις (3) δραστηριότητες οι οποίες είναι αλληλοσυνδεδεμένες και η μία αποτελεί συνέχεια της άλλης και γι' αυτό αναλύθηκαν όλες μαζί.

Η πρώτη δραστηριότητα ζητούσε από τους μαθητές να πειραματιστούν σε ένα εικονικό περιβάλλον σε προσομοιωτή κατασκευάζοντας εικονικά ηλεκτρικά κυκλώματα. Τους παρέχονταν οδηγίες έτσι ώστε να εντάξουν στο κύκλωμά τους και κάποια εργαλεία όπως διακόπτη, αντιστάτη, πυκνωτή, πηνίο και να παρατηρήσουν και να καταγράψουν σε τι χρησιμεύουν. Στη δεύτερη δραστηριότητα οι μαθητές έπαιζαν ένα παιχνίδι ρόλων σχετικό με τη λειτουργία της μπαταρίας και στην τρίτη δραστηριότητα τους ζητά να κατασκευάσουν στον προσομοιωτή ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που να λειτουργεί σα φακός με ό, τι αυτό συνεπάγεται και να το αποθηκεύσουν.

Κατά το τέταρτο δίωρο οι μαθητές πραγματοποίησαν μία (1) δραστηριότητα στον προσομοιωτή, η οποία τους προέτρεπε να ανοίξουν μία τσάντα που τους παρείχε το λογισμικό με κάποια υλικά και να τα δοκιμάσουν εντάσσοντάς τα ένα ένα στο κύκλωμα που είχαν κατασκευάσει στο προηγούμενο δίωρο. Πριν από αυτό, έπρεπε να προβλέψουν και να καταγράψουν εάν πιστεύουν ότι περνά μέσα από τα υλικά αυτά ρεύμα ή όχι και να τα χωρίσουν σε δύο κατηγορίες και ύστερα να ελέγξουν τις προβλέψεις τους ερευνώντας με τον παραπάνω τρόπο.

Στον πίνακα 5.3. παρουσιάζονται, για το τρίτο και τέταρτο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης, οι παρατηρήσεις (observation) που πραγματοποίησε και κατέγραψε κάθε ομάδα στα φύλλα εργασίας, τα ερωτήματα που έθεσαν είτε μεταξύ τους στην ομάδα είτε στην εκπαιδευτικό, οι υποθέσεις που διατύπωσαν και κατέγραψαν κατά τα αρχικά στάδια της διερεύνησής τους, τα επιχειρήματα που ανέπτυξε και κατέγραψε η κάθε ομάδα για να τεκμηριώσουν και να εξηγήσουν τις ιδέες και απόψεις τους, τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και κατέγραψαν και τέλος τη σύνδεση του φαινομένου, που εξέταζαν οι μαθητές, με ανάλογα περιστατικά της καθημερινής τους ζωής. Τα παραπάνω δεδομένα συλλέχθηκαν από τα ομαδικά φύλλα εργασίας (Μάθημα 3 – Φύλλο Εργασίας Γ) που συμπλήρωσαν οι μαθητές στις 5 ομάδες, κατά το τρίτο και τέταρτο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης. Να σημειωθεί ότι το φύλλο εργασίας Δ είχε προγραμματιστεί να υλοποιηθεί σε ένα δίωρο αλλά αυτό δεν ήταν δυνατόν από τους μαθητές γιατί χρειάζονταν περισσότερο χρόνο, γι' αυτό το συνεχίσαμε και το τέταρτο δίωρο και ως εκ τούτου τα επεξεργαστήκαμε ως ενιαία διδακτική ενότητα.

Πίνακας 5.3. Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών κατά το τρίτο και τέταρτο δίωρο.

ΟΝΟΜΑ ΟΜΑΔΑΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
Εξυπνοπούλια (Ομ. 1)	<p>«Όταν συνδέουμε το καλώδιο, τη μπαταρία και το διακόπτη μετακινούνται τα ηλεκτρόνια»</p> <p>«Όταν συνδέουμε το λαμπτήρα με το AC τότε αναβοσβήνει το φως και τα ηλεκτρόνια μετακινούνται μία αριστερά και μία δεξιά»</p> <p>«Η μπαταρία διαρκεί περισσότερο χρονικό διάστημα ενώ χωρίς τη μπαταρία ο πυκνωτής αποθηκεύει φορτία και δεν τα αφήνει να μετακινηθούν άλλο»</p> <p>«Όταν βάζουμε τη μπαταρία με το πηνίο λειτουργεί από</p>	<p>«Γιατί σε κάποια υλικά περνάει το ηλεκτρικό ρεύμα και σε άλλα όχι;»</p>	<p>«Οι αγωγοί είναι το χαρτονόμισμα, η γομολάστιχα, το χέρι και ο σκύλος»</p> <p>«Οι μονωτές είναι ο συνδετήρας, το νόμισμα και το μολύβι»</p>	<p>«Είναι αγωγός επειδή αφήνει τα ηλεκτρόνια να περνούν από μέσα του»</p> <p>«Είναι μονωτής επειδή δεν τα αφήνει να περνούν από μέσα του τα φορτία»</p>	<p>«Κάποια αντικείμενα δεν αφήνουν να κινηθούν τα ηλεκτρόνια, όμως άλλα τα αφήνουν να μετακινηθούν σε αργή κίνηση»</p>
					<p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p>

	<p>αργά σε γρήγορα, ενώ όταν βγάσουμε τη μπαταρία δε λειτουργεί»</p> <p>«Όταν ο αντιστάτης είναι στο 0 τα ηλεκτρόνια κινούνται πιο γρήγορα ενώ όταν είναι στο 50 η κίνησή τους μειώνεται»</p> <p>«Το χαρτονόμισμα δεν αφήνει τα φορτία να κινηθούν»</p> <p>«Ο συνδετήρας είναι αγωγός»</p> <p>«Το νόμισμα είναι αγωγός»</p> <p>«Η γομολάστιχα είναι μονωτής»</p> <p>«Το μολύβι είναι μονωτής»</p> <p>«Το χέρι είναι μονωτής»</p> <p>«Ο σκύλος είναι μονωτής»</p> <p>«Οι προβλέψεις μας δεν ήταν σωστές, μόνο το μολύβι ήταν σωστό»</p>				
Αστέρια (Ομ. 2)	<p>«Όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός διακόπτει το ηλεκτρικό κύκλωμα και δεν αφήνει να περάσουν τα ηλεκτρόνια, ενώ όταν είναι κλειστός αφήνει να κινηθούν και να ανάψει η λάμπα»</p> <p>«Όταν ενώσουμε τη μπαταρία εναλλασσόμενου ρεύματος με τα καλώδια και το λαμπτήρα, τα φορτία</p>		<p>«Αγωγοί είναι ο συνδετήρας, η γομολάστιχα, το μολύβι και το χέρι»</p> <p>«Μονωτές είναι το χαρτονόμισμα, το νόμισμα και ο σκύλος»</p>	<p>«Ένα σώμα είναι μονωτής όταν δεν περνάει μέσα του το ρεύμα»</p> <p>«Είναι αγωγός γιατί μπορεί να περάσει μέσα του το ρεύμα»</p>	<p>«Για να περάσει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από διάφορα υλικά χρειάζεται σκέψη καθώς υπάρχουν μονωτές και αγωγοί. Από τα υλικά που είναι μονωτές δεν περνά ρεύμα, αντίθετα από τα υλικά που είναι αγωγοί περνάει»</p>

	<p>πηγαινοέρχονται μία προς τα δεξιά και μία προς τα αριστερά»</p> <p>«Ο πυκνωτής όταν αποθηκεύει ενέργεια το λαμπάκι κλείνει και δεν επιτρέπει να προχωρήσουν τα ηλεκτρικά φορτία, όταν όμως αφαιρούμε τη μπαταρία προκαλεί κίνηση ηλεκτρικών φορτίων»</p> <p>«Το πηνίο αποθήκευσε ενέργεια από τη μπαταρία και όταν αποσύραμε τη μπαταρία η λάμπα άρχισε σιγά σιγά να ανάβει»</p> <p>«Όταν αλλάζουμε την αντίσταση τα φορτία προχωράνε πιο γρήγορα. Όσο πιο μεγάλη είναι η αντίσταση τόσο πιο αργά πάνε τα φορτία»</p> <p>«Μονωτές: χαρτονόμισμα, γομολάστιχα, μολύβι, χέρι»</p> <p>«Αγωγοί: συνδετήρας, νόμισμα, σκύλος»</p> <p>«Οι προβλέψει μας ήταν οι μισές σωστές και οι μισές λάθος»</p>				<p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p>
<p>Ατρόμητοι (Ομ. 3)</p>	<p>«Όταν ανοίγουμε το διακόπτη το λαμπάκι σβήνει»</p> <p>«Το λαμπάκι αναβοσβήνει και τα φορτία πηγαινοέρχονται μπροστά και πίσω»</p> <p>«Ο πυκνωτής αποθηκεύει φορτία και δεν αφήνει τα</p>		<p>«Αγωγοί: συνδετήρας, νόμισμα, χέρι, σκύλος»</p> <p>«Μονωτές: χαρτονόμισμα, γομολάστιχα, μολύβι»</p>	<p>«Το λαμπάκι σβήνει γιατί δεν μπορούν να περάσουν τα ηλεκτρικά φορτία»</p> <p>«Είναι μονωτής επειδή δεν περνάνε ηλεκτρικά φορτία μέσα του»</p> <p>«Είναι αγωγός γιατί περνάνε ηλεκτρικά φορτία μέσα του»</p>	<p>«Τα ηλεκτρικά φορτία δεν μπορούν να περάσουν μέσα από όλα τα υλικά»</p>
					<p>ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ</p>









	<p>άλλα φορτία να περνούν» «Το πηνίο αποθηκεύει φορτία και αφήνει τα άλλα φορτία να περνούν» «Ο αντιστάτης ρυθμίζει τη ταχύτητα των ηλεκτρικών φορτίων» «Αγωγοί είναι ο συνδετήρας, το νόμισμα, το μολύβι. Μονωτές είναι το χαρτονόμισμα, η γομολάστιχα, ο χέρι και ο σκύλος» «Οι προβλέψει μας δεν ήταν όλες σωστές. Τα υλικά που προβλέψαμε λάθος ήταν το χέρι, το μολύβι και ο σκύλος»</p>				<p>ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ</p>
<p>Απίθανοι (Ομ. 4)</p>	<p>«Όταν ανοίγουμε το διακόπτη το φως ανάβει ενώ όταν τον κλείνουμε το φως σβήνει» «Όταν βάζουμε την πηγή AC αντί για την κανονική μπαταρία ο κύκλος των ηλεκτρικών φορτίων αλλάζει και από κυκλικά κινούνται αριστερά – δεξιά και το φως αναβοσβήνει»</p>		<p>«Αγωγοί: χαρτονόμισμα, συνδετήρας, νόμισμα, χέρι» «Μονωτές: γομολάστιχα, μολύβι, σκύλος»</p>	<p>«Είναι μονωτής γιατί δεν περνάει ηλεκτρικό ρεύμα, και είναι αγωγός επειδή περνάει ηλεκτρικό ρεύμα» «Από το μολύβι περνά ηλεκτρικό ρεύμα αλλά πολύ αργά γιατί μόνο ο γραφίτης είναι αγωγός, όχι το ξύλο, κι έτσι τα ηλεκτρικά φορτία κινούνται πολύ αργά»</p>	<p>«Ανακαλύψαμε πώς λειτουργεί ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και από ποια υλικά αποτελείται και σε τι χρησιμεύουν»</p>

					ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ
	<p>«Ο πυκνωτής γεμίζει με ενέργεια και κάποια στιγμή σταματάει την κυκλοφορία των ηλεκτρονίων ενώ όταν βγάσουμε τη μπαταρία ο πυκνωτής λειτουργεί σαν μπαταρία με την ενέργεια που έχει αποθηκεύσει»</p> <p>«Στην αρχή το πηνίο παίρνει κάποια ενέργεια και αφήνει την υπόλοιπη να περάσει. Όταν βγάσουμε τη μπαταρία το πηνίο λειτουργεί σα μπαταρία με την ενέργεια που έχει μαζέψει»</p> <p>«Με τον αντιστάτη πρώτα το φως ανάβει λίγο, όσο μικραίνουμε την αντίσταση ανάβει περισσότερο»</p> <p>«Αγωγοί: συνδετήρας, νόμισμα, μολύβι»</p> <p>«Οι περισσότερες από τις προβλέψεις μας ήταν σωστές αλλά τα 3 από τα 7 υλικά τα κάναμε λάθος»</p>				
Σαΐνια (Ομ. 5)	<p>«Όταν κλείνουμε το διακόπτη η ενέργεια διαδίδεται και ανάβει το λαμπάκι, όταν ανοίγουμε το διακόπτη σβήνει»</p> <p>«Παρατηρούμε πως η πηγή AC ελέγχει τη ροή και την κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων»</p>		<p>«Αγωγοί: συνδετήρας, χέρι, σκύλος»</p> <p>«Μονωτές: χαρτονόμισμα, νόμισμα, γομολάστιχα, μολύβι»</p>	<p>«Είναι μονωτής γιατί δεν περνάει το ρεύμα»</p> <p>«Είναι αγωγός γιατί περνάει το ρεύμα»</p>	<p>«Σε πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούμε καθημερινά δεν περνάει ηλεκτρικό ρεύμα και είναι μονωτές και άλλα που περνάει το ηλεκτρικό ρεύμα είναι αγωγοί»</p>

	<p>«Η μπαταρία κήκε και ο πυκνωτής άλλαζε χρώμα. Όταν βγάλαμε τη μπαταρία και κλείσαμε το κύκλωμα ο πυκνωτής επανήλθε στην αρχική του μορφή» «Με το πηνίο η λάμπα ανάβει σταδιακά και όταν βγάλαμε τη μπαταρία το λαμπάκι έσβησε» «με τον αντιστάτη το λαμπάκι άναψε λίγο, όσο μειώνουμε την αντίσταση τα ηλεκτρικά φορτία γυρίζουν πιο γρήγορα και όταν μεγαλώνουμε τον αριθμό αντίστασης τα ηλεκτρόνια κινούνται πιο αργά και το φως λιγοστεύει» «Αγωγοί: συνδετήρας, νόμισμα» «Μονωτές: χαρτονόμισμα, γόμα, μολύβι, χέρι, σκύλος» «Οι προβλέψεις μας ήταν κάποιες σωστές και κάποιες λάθος»</p>				ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ



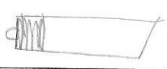





Παρακάτω εκτίθενται κάποια πινακάκια με τις παρατηρήσεις που έκαναν οι μαθητές από τις δοκιμές των εργαλείων που πραγματοποίησαν στα ηλεκτρικά κυκλώματα που είχαν κατασκευάσει στον προσομοιωτή.

Ομάδα 1

Εργαλεία - Εικόνα (Σχεδιάστε το εργαλείο)	Τι παρατηρήσαμε από τη δοκιμή; Σε τι χρησιμεύει αυτό το εργαλείο;
Καλώδιο 	Να ενώνει και να μεταφέρει.
Αντιστάτης 	αντίσταση στα ηλεκτρικά φορτία.
Μπαταρία 	δίνει ενέργεια.
Λαμπτήρας 	μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτισμό.
Διακόπτης 	διακοπή σε σύστημα.
Πηγή AC 	Δίνει ενέργεια και μπορεί να μετακινηθούν τα φορτία.
Πυκνωτής 	αποθηκεύει, κρατάει, σταματά ηλεκτρικά φορτία αλλά τα αφήνει να περάσουν.
Πηνίο 	Δίνει ενέργεια και μετακινεί τα ηλεκτρικά φορτία.

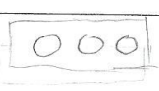





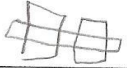

Εικόνα 5.3. Απαντήσεις μαθητών από το ομαδικό φύλλο εργασίας Γ.

Ομάδα 2

Εργαλεία - Εικόνα (Σχεδιάστε το εργαλείο)	Τι παρατηρήσαμε από τη δοκιμή; Σε τι χρησιμεύει αυτό το εργαλείο;
Καλώδιο 	χρησιμοποιεί στο να ενώνει τα όπλα ώστε να ανάψει το λαμπτήρακι.
Αντιστάτης 	χρησιμοποιεί ώστε όταν θα έχει αντίσταση θα κοίξει πιο αργά.
Μπαταρία 	χρησιμεύει ώστε να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα απλό.
Λαμπτήρας 	χρησιμοποιεί ώστε να ανάψει όταν θα το εντάξουμε με το κύκλωμα.
Διακόπτης 	χρησιμοποιεί στο να όταν θα είναι ανοιχτός να διακόπτε να περάσουν τα φορτία.
Πηγή AC 	χρησιμεύει και αυτό για να αποθηκεύει ενέργεια.
Πυκνωτής 	χρησιμεύει αποθηκεύει ενέργεια.
Πηνίο 	χρησιμεύει στο να αποθηκεύει ενέργεια.









Εικόνα 5.4. Απαντήσεις μαθητών από το ομαδικό φύλλο εργασίας Γ.

Ομάδα 3

Εργαλεία - Εικόνα (Σχεδιάστε το εργαλείο)	Τι παρατηρήσαμε από τη δοκιμή; Σε τι χρησιμεύει αυτό το εργαλείο;
Καλώδιο 	Στην μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας
Αντιστάτης 	Ρυθμίζει την ταχύτητα των ηλεκτρικών φορτίων
Μπαταρία 	Κινεί τα ηλεκτρικά φορτία στο κύκλωμα
Λαμπτήρας 	Μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή
Διακόπτης 	Να διακόπτει την κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων
Πηγή AC 	Αλλάζει την φορά των ηλεκτρικών φορτίων
Πυκνωτής 	Αποθηκεύει το φορτίο και δεν αφήνει τα φορτία να φύγουν
Πηνίο 	Αποθηκεύει το φορτίο και αφήνει τα φορτία να πάνε









Εικόνα 5.5. Απαντήσεις μαθητών από το ομαδικό φύλλο εργασίας Γ.

Ομάδα 4

Εργαλεία - Εικόνα (Σχεδιάστε το εργαλείο)	Τι παρατηρήσαμε από τη δοκιμή; Σε τι χρησιμεύει αυτό το εργαλείο;
Καλώδιο 	Συνδέει απίως τον φαίνορα με τη μπαταρία
Αντιστάτης 	Ρυθμίζει την ταχύτητα που κινούνται τα ηλεκτρικά φορτία
Μπαταρία 	Κινεί τα ηλεκτρικά φορτία
Λαμπτήρας 	Μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή
Διακόπτης 	Όταν είναι ανοικτός διακόπτει το αμπερίωμα.
Πηγή AC 	Λειτουργεί σαν εναλλασσόμενη μπαταρία
Πυκνωτής 	Μαγειρεύει ενέργεια και μαγειρεύει την μπαταρία διευκολύνει όπως σαν μπαταρία
Πηνίο 	Κάνει την ίδια πράξη με το πυκνωτήμονο που δεν μαγειρεύει στην ενέργεια.

Εικόνα 5.6. Απαντήσεις μαθητών από το ομαδικό φύλλο εργασίας Γ.

Ομάδα 5

Εργαλεία - Εικόνα (Σχεδιάστε το εργαλείο)	Τι παρατηρήσαμε από τη δοκιμή; Σε τι χρησιμεύει αυτό το εργαλείο;
Καλώδιο 	Μετα καλώδια μπορούμε να συνδέσουμε διάφορα εργαλεία.
Αντιστάτης 	Φέρνει αντίσταση στα φορτία.
Μπαταρία 	Διακολλεί την κίνηση των φορτίων
Λαμπτήρας 	Μας φέρνει πότε λειτουργεί ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.
Διακόπτης 	Όταν είναι ανοιχτός διακόπτει την κυκλοφορία στα φορτία
Πηγή AC 	Πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος
Πυκνωτής 	Μαζεύει τα ηλεκτρικά φορτία.
Πηνίο 	Αποθηκεύει την ηλεκτρική ενέργεια.

Εικόνα 5.7. Απαντήσεις μαθητών από το ομαδικό φύλλο εργασίας Γ.

Κατά το τρίτο και τέταρτο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης οι ομάδες κλήθηκαν να κατασκευάσουν ηλεκτρικά κυκλώματα και να δοκιμάσουν διάφορα εργαλεία μέσα σε αυτά για να παρατηρήσουν τη χρησιμότητα και τη λειτουργία τους. Επίσης έπρεπε να διερευνήσουν ποια υλικά ονομάζουμε μονωτές και ποια αγωγούς και γιατί. Οι ομάδες κατάφεραν να βρουν εν μέρει σωστά τη λειτουργία όλων των εργαλείων, όπως αποτυπώνεται στις παρατηρήσεις που κατέγραψαν. Έκαναν πολλές δοκιμές με τα εργαλεία μέσα στα ηλεκτρικά κυκλώματα που είχαν κατασκευάσει και υπήρχε ζωηρός διάλογος ανάμεσα στις ομάδες με συχνή ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μαθητών. Δεν διατύπωσαν ερωτήματα, εκτός από την πρώτη ομάδα, καθώς τους δίνονταν έτοιμα στο φύλλο εργασίας. Επιπλέον, χρησιμοποιούσαν στο λεξιλόγιό τους πολλούς όρους των φυσικών επιστημών αποτελεσματικά. Τα σκιστάκια που δημιούργησαν αντιπροσωπεύουν τα ανάλογα εργαλεία που χρησιμοποίησαν. Οι ομάδες έκαναν προβλέψεις σχετικά με το ποια υλικά είναι μονωτές και ποια αγωγοί. Σχεδόν όλες οι ομάδες κατέγραψαν αρκετές λανθασμένες προβλέψεις τις οποίες αντικατέστησαν αργότερα με σωστές αντιλήψεις στις οποίες κατέληξαν μετά από διερευνητικές δοκιμές που έκαναν στο κύκλωμά τους. Τέλος, τα επιχειρήματα που χρησιμοποίησαν για να κατατάξουν κάποιο υλικό στην κατηγορία των μονωτών ή των αγωγών ήταν απόλυτα ορθά.

Πέμπτο δίωρο – Φύλλο εργασίας Δ

Στο τελευταίο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές πραγματοποίησαν τρεις (3) δραστηριότητες. Στην πρώτη δραστηριότητα τους δίνονταν πραγματικά υλικά και είχαν σαν αποστολή να κατασκευάσουν ένα φακό που θα τον χρησιμοποιούσαν τα παιδιά από το σενάριο που ειπώθηκε σε προηγούμενο δίωρο. Τους ζητήθηκε να συζητήσουν και να καταγράψουν τα

κριτήρια σύμφωνα με τα οποία θα θεωρήσουμε τις κατασκευές τους επιτυχημένες. Στην επόμενη δραστηριότητα έπρεπε να εντάξουν στο πραγματικό κύκλωμά τους υλικά με τα οποία θα μπορούσαν να αντικαταστήσεις ή να επιμηκύνουν το καλώδιο. Και τέλος, στην τρίτη δραστηριότητα τους δίνονταν δύο λαμπτήρες, καλώδιο, μπαταρία και διακόπτης και έπρεπε να κατασκευάσουν δύο ηλεκτρικά κυκλώματα με διαφορετικό τρόπο σύνδεσης (σε σειρά, παράλληλα) και αφού τα κατασκευάσουν να αποτυπώσουν με σκίτσο τις κατασκευές τους χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα σύμβολα.

Στον πίνακα 5.4. παρουσιάζονται, για το πέμπτο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης, οι παρατηρήσεις (observation) που πραγματοποίησε και κατέγραψε κάθε ομάδα στα φύλλα εργασίας, τα ερωτήματα που έθεσαν είτε μεταξύ τους στην ομάδα είτε στην εκπαιδευτικό, οι υποθέσεις που διατύπωσαν και κατέγραψαν κατά τα αρχικά στάδια της διερεύνησής τους, τα επιχειρήματα που ανέπτυξε και κατέγραψε η κάθε ομάδα για να τεκμηριώσουν και να εξηγήσουν τις ιδέες και απόψεις τους, τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και κατέγραψαν και τέλος τη σύνδεση του φαινομένου, που εξετάζαν οι μαθητές, με ανάλογα περιστατικά της καθημερινής τους ζωής. Τα παραπάνω δεδομένα συλλέχθηκαν από τα ομαδικά φύλλα εργασίας (Μάθημα 4 – Φύλλο Εργασίας Δ) που συμπλήρωσαν οι μαθητές στις 5 ομάδες, κατά το πέμπτο και τελευταίο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης.

Πίνακας 5.4. Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών κατά το πέμπτο δίωρο.

ΟΝΟΜΑ ΟΜΑΔΑΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
Εξυπνοπούλια (Ομ. 1)		«Πότε ανάβουν και τα δύο λαμπάκια και πότε μπορεί να ανάψει μόνο το ένα; Ίσως χρειαζόμαστε διακόπτη. Η θέση που θα βάλουμε τον διακόπτη παίζει ρόλο;»	«Τα κριτήρια που πρέπει να πληροί η κατασκευή μας είναι να μπορεί να ανάψει το λαμπάκι όταν κλείνουμε το διακόπτη»	«Αντί για καλώδιο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε συνδετήρες, νομίσματα, ψαλίδι, μεταλλικό χαρτί γιατί είναι αγωγοί και θα περνάει από μέσα τους το ηλεκτρικό ρεύμα»	«Όταν οι λαμπτήρες είναι ο ένας δίπλα στο άλλο τότε έχουμε σύνδεση σε σειρά, όταν ο ένας είναι πάνω από τον άλλο και ενδιάμεσα ο διακόπτης έχουμε παράλληλη»
					ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ
					«Στο σπίτι μας έχουμε παράλληλη σύνδεση γιατί το κάθε φως σε κάθε δωμάτιο είναι ανεξάρτητο»
Αστέρια (Ομ. 2)			«το κριτήριό μας είναι το λαμπάκι να μπορεί να ανάψει όταν ανοίγουμε το διακόπτη»	«Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε υλικά που περνάει μέσα τους το ηλεκτρικό ρεύμα όπως συνδετήρας, νόμισμα, μολύβι, ψαλίδι, μηχανικό μολύβι. Εμείς χρησιμοποιήσαμε στο	«Συνδέσαμε όλα τα υλικά μαζί και όταν ανοίγαμε το διακόπτη άνοιξε ο ένας λαμπτήρας από τους δύο και αυτό ονομάζεται παράλληλη σύνδεση γιατί το ένα είναι παράλληλο με το άλλο»

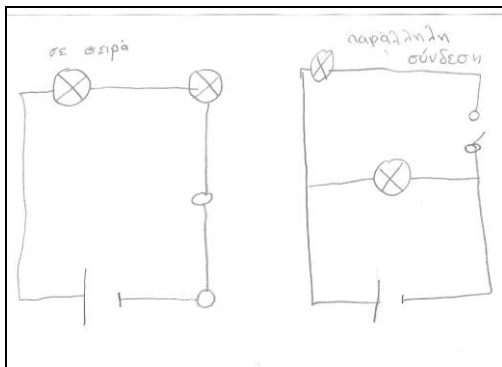
				κύκλωμά μας συνδετήρα, νόμισμα και μηχανικό μολύβι»	ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ
Ατρόμητοι (Ομ. 3)			«Πρέπει να ανάβει το λαμπάκι όταν ανοίγουμε το διακόπτη»	«Επειδή χρειαζόμαστε υλικά που περνάει μέσα τους το ηλεκτρικό ρεύμα θα χρησιμοποιήσουμε συνδετήρα, νόμισμα, μηχανικό μολύβι, μύτη μηχανικού μολυβιού και μεταλλικό χαρτόνι»	«Υπάρχουν δύο τρόποι να συνδέσουμε τους λαμπτήρες να είναι σε σειρά και παράλληλα» ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ
Απίθανοι (Ομ. 4)			«Να μπορεί να ανάβει το λαμπάκι όταν ανοίγουμε το διακόπτη»	«Χρησιμοποιήσαμε συνδετήρες, νόμισμα και το μεταλλικό μέρος από ένα ψαλίδι. Αυτά είναι αγωγοί άρα αφήνουν τα ηλεκτρόνια να περάσουν όπως το καλώδιο»	«Μπορούμε να συνδέσουμε ένα κύκλωμα με σειρά και ένα με παράλληλη σύνδεση όπως στη ζωγραφιά» ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Σαΐνια (Ομ. 5)			«Κριτήριο είναι όταν ανοίγουμε το διακόπτη να μπορεί να ανάψει το λαμπάκι»	«χρησιμοποιήσαμε νόμισμα, συνδετήρα, μεταλλικό χαρτόνι, ψαλίδι (το μεταλλικό μέρος) γιατί σε αυτά περνάνε τα ηλεκτρόνια»	«Υπάρχουν δύο είδη σύνδεσης»
					ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΑΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Κατά το πέμπτο και τελευταίο δίωρο, οι ομάδες κατασκεύασαν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που θα λειτουργούσε ως φακός. Χρησιμοποίησαν πραγματικά υλικά όπως καλώδια, λαμπτήρες, μπαταρία, χαρτόνι με γυαλιστερή επιφάνεια και διακόπτη. Πραγματικά οι κατασκευές τους όπως φαίνεται στις φωτογραφίες ήταν ευφάνταστες και δημιουργικές. Όλες οι ομάδες τοποθέτησαν σωστά τα υλικά που τους δόθηκαν και κατάφεραν να ανάβουν και να κλείνουν το λαμπτήρα όταν ανοιγόκλειναν το διακόπτη, κριτήριο που είχαν θέσει αρχικά για να αξιολογήσουν την επιτυχία και αποτελεσματικότητα της κατασκευής τους. Επιπλέον κατάφεραν να βρουν υλικά αγωγούς με τα οποία να μπορέσουν να επιμηκύνουν το κύκλωμά τους και να τα εντάξουν μέσα στο κύκλωμα αποτελεσματικά. Τέλος έγραξαν στο διαδίκτυο, με την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού, για τους τρόπους σύνδεσης και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν δύο τρόποι ο ένας είναι η σύνδεση σε σειρά και ο άλλος η παράλληλη. Επιπλέον η πρώτη ομάδα συνέδεσε το αντικείμενο προς διερεύνηση με περιστατικό από την καθημερινότητά τους, λέγοντας ότι τα ηλεκτρικά κυκλώματα στα σπίτια μας είναι σε σύνδεση παράλληλη για να μπορούν να ανάψουν τα φώτα και ταυτόχρονα αλλά και μεμονωμένα. Αυτό αποδεικνύει ότι κατανόησαν τη χρησιμότητα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και των ειδών σύνδεσης που διερεύνησαν.

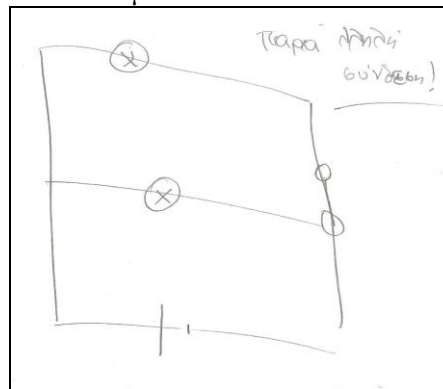
Παρακάτω παρατίθενται τα σκίτσα που έκαναν οι ομάδες για να δείξουν τη σύνδεση σε σειρά και την παράλληλη σύνδεση.

Ομάδα 1



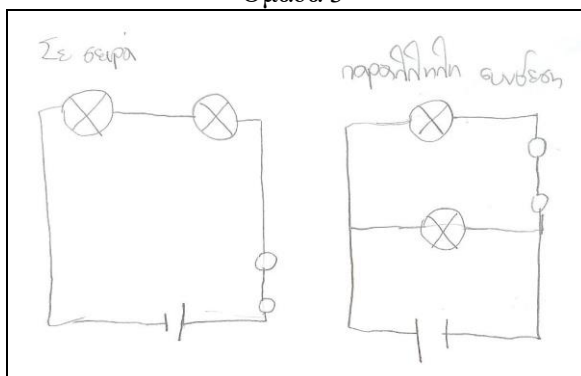
Εικόνα 5.8. Σκίτσο μαθητή.

Ομάδα 2



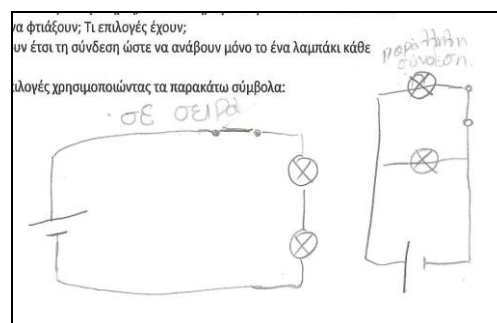
Εικόνα 5.9. Σκίτσο μαθητή.

Ομάδα 3



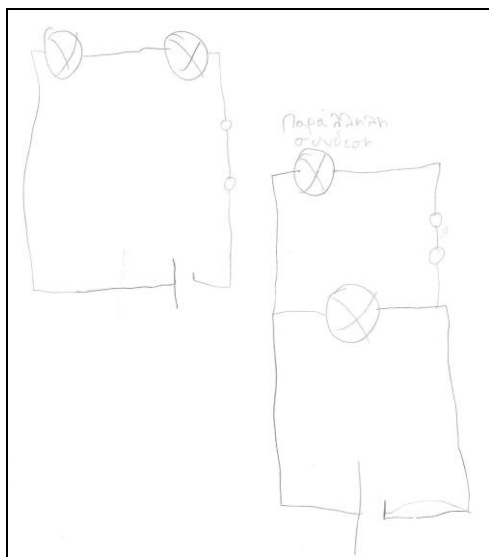
Εικόνα 5.10. Σκίτσο μαθητή.

Ομάδα 4



Εικόνα 5.11. Σκίτσο μαθητή.

Ομάδα 5



Εικόνα 5.12. Σκίτσο μαθητή.

Παρατηρούμε ότι οι ομάδες έχουν τοποθετήσει τα κατάλληλα σύμβολα στα σκίτσα τους και έχουν αποτυπώσει ορθά τη σε σειρά και την παράλληλη σύνδεση.

5.2 Γνωστικά αποτελέσματα (SOLO)

5.2.1 Ανάλυση ατομικών φύλλων αξιολόγησης και τεστ συγκράτησης

Οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτήματα των τριών φύλλων αξιολόγησης και του τεστ συγκράτησης που συμπλήρωσαν, σύμφωνα με την ταξινομία SOLO, κατατάσσονται στα πέντε επίπεδα νοητικής λειτουργίας. Πριν αναφερθούν σε ποια επίπεδα κατατάσσονται οι απαντήσεις των μαθητών, κρίνεται απαραίτητο να δοθούν κάποια ενδεικτικά παραδείγματα για κάθε επίπεδο, για κάθε ερώτηση των ατομικών φύλλων αξιολόγησης.

Να σημειωθεί ότι η ταξινομία SOLO εφαρμόστηκε στις ερωτήσεις ανάπτυξης των φύλλων εργασίας, στις οποίες ο μαθητής έπρεπε να εξηγήσει ή να ορίσει ένα φαινόμενο ή μια έννοια με δικά του λόγια και σε αρκετές περιπτώσεις να κάνει και κάποιο σκίτσο. Οι ερωτήσεις που αναλύθηκαν είναι οι εξής:

- Φύλλο Αξιολόγησης 1: Ερωτήσεις 1 και 2
- Φύλλο Αξιολόγησης 2: Ερωτήσεις 2 και 4
- Φύλλο Αξιολόγησης 3: Ερωτήσεις 2, 3 και 4
- Τεστ Συγκράτησης: Ερώτηση 6

Οι ερωτήσεις 1, 2, 3, 4 και 5 του τεστ συγκράτησης ήταν ερωτήσεις κλειστού τύπου, οι οποίες ζητούσαν από τους μαθητές να συμπληρώσουν μία λέξη ή μία σύντομη φράση ως απάντηση και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, στις οποίες οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν μια (τη σωστή) από περισσότερες προτεινόμενες απαντήσεις ή στις οποίες οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν μία από δύο δυνατές απαντήσεις (σωστό/ λάθος), σε μια σειρά από διαφορετικές

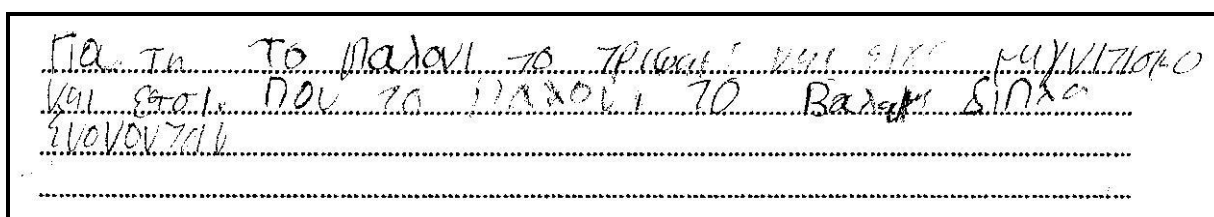
προτάσεις. Από την επεξεργασία αυτών των ερωτήσεων προέκυψαν ποσοτικά δεδομένα τα οποία παρουσιάζονται στο τέλος αυτού του κεφαλαίου.

5.2.1.1 Φύλλο αξιολόγησης 1

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινόμιας SOLO για την εξήγηση του πειράματος με το μπαλόνι που είχαν πραγματοποιήσει οι μαθητές.

Ερώτηση: Στο πείραμα που κάνατε με την ομάδα σου, γιατί πλησίασε το δεμένο μπαλόνι το άλλο που είχατε τρίψει με το χαρτομάντιλο;

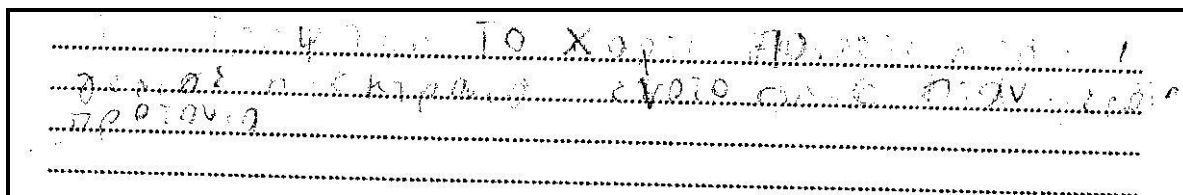
Πρώτο επίπεδο : προ – δομικό, πρόιμο



Εικόνα 5.13. Απάντηση μαθητή, εξήγηση πειράματος.

Ο μαθητής δεν προσεγγίζει σωστά την ερώτηση και η απάντησή του δεν έχει συγκεκριμένη δομή. Ο μαθητής δεν εξετάζει τους διάφορους παράγοντες και τις έννοιες που έχουν σχέση με το στατικό ηλεκτρισμό και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους. Κάνει έναν συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα αφού αναφέρεται σε «μαγνητισμό».

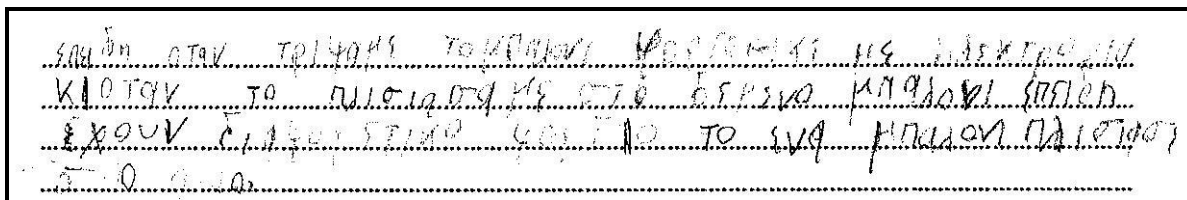
Δεύτερο επίπεδο: Μονο-δομικό ή μονο-παραγοντικό επίπεδο



Εικόνα 5.14. Απάντηση μαθητή, εξήγηση πειράματος.

Ο μαθητής αναγράφει ότι «όταν τρίψαμε το χαρτί πάνω στο μπαλόνι γέμισε ηλεκτρόνια, ενώ το άλλο ήταν γεμάτο πρωτόνια». Η απάντησή του μαθητή χαρακτηρίζεται από απουσία λογικής δομής. Ο μαθητής ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο στη δραστηριότητα, δεν συνδυάζει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις. Δεν έχει ολοκληρώσει και δεν έχει καταλήγει κάπου. Δείχνει ότι κατανόησε επιφανειακά το θέμα και αναφέρει επιμέρους στοιχεία μιας πολύπλοκης περίπτωσης.

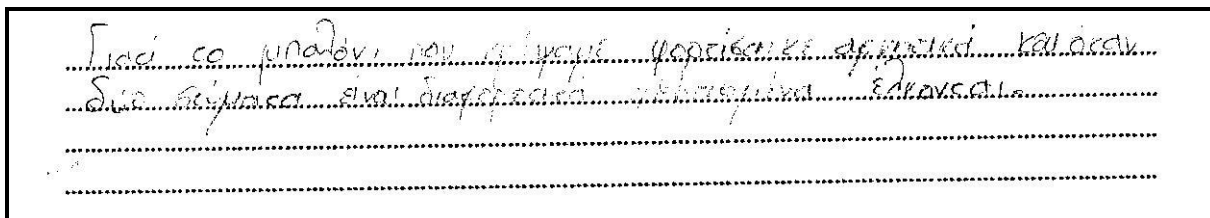
Τρίτο επίπεδο: Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο



Εικόνα 5.15. Απάντηση μαθητή, εξήγηση πειράματος.

Ο μαθητής δε χρησιμοποιεί όλες τις έννοιες και κάνει εν μέρει επαρκείς συσχετισμούς (διαφορά φορτίων - έλξη). Παραθέτει παραπάνω από μία έννοιες όπως ηλεκτρόνια, διαφορά φορτίων, έλξη και γίνεται προσπάθεια περιγραφής μιας διαδικασίας αποσπασματικά. Ο τόνος στο λόγο του είναι περιγραφικός, δηλωτικός.

Τέταρτο επίπεδο: Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο



Εικόνα 5.16. Απάντηση μαθητή, εξήγηση πειράματος.

Η απάντηση του μαθητή είναι καλά δομημένη και οι πληροφορίες ενσωματώνονται σε ένα εννοιολογικό σχήμα. Ο μαθητής δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος. Εξηγεί ότι το μπαλόνι λόγω της τριβής φορτίστηκε αρνητικά κι έτσι δημιουργήθηκε διαφορά φορτίων η οποία προκάλεσε την έλξη μεταξύ των δύο μπαλονιών. Δημιουργεί μια διαδικασία, δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση στοιχείων. Η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικά αποδεκτό συμπέρασμα. Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός.

Πέμπτο επίπεδο: Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Καμία απάντηση δεν περιείχε μια εξελιγμένη ανάλυση και καινοτόμο σκέψη από κάποιον μαθητή. Δεν υπήρχαν γενικευμένες επιστημονικές αρχές που να δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφουν είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, αυτό είναι αναμενόμενο καθώς η ηλικιακή βαθμίδα των μαθητών δεν ανήκει στο στάδιο αυτό κατά το οποίο το άτομο μπορεί να αναλύει, να σκέφτεται καινοτόμα, να γενικεύει και να εντάσσει τις έννοιες σε άλλες ανάλογες περιστάσεις, καθώς αυτό απαιτεί αφαιρετική σκέψη που παρουσιάζεται σε μεγαλύτερη ηλικία.

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινόμιας SOLO για τον ορισμό του στατικού ηλεκτρισμού.

Ερώτηση: Μπορείς να γράψεις με δικά σου λόγια τι νομίζεις πως είναι ο στατικός ηλεκτρισμός;

Πρώτο επίπεδο : προ – δομικό, πρώιμο

Γράψε με δικά σου λόγια τι νομίζεις πως είναι ο στατικός ηλεκτρισμός;

Εστιασμένα αντικείμενα είναι

.....

.....

.....

.....

Εικόνα 5.17. Απάντηση μαθητή, ορισμός στατικού ηλεκτρισμού.

Ο μαθητής δεν έχει ολοκληρώσει την απάντηση.

Δεύτερο επίπεδο: Μονο-δομικό ή μονο-παραγοντικό επίπεδο

Γράψε με δικά σου λόγια τι νομίζεις πως είναι ο στατικός ηλεκτρισμός;

Πρόκειται ότι είναι κάτι σαν το ρεύμα που εμφανίζεται όταν τριβούμε ένα σώματα

.....

.....

.....

Εικόνα 5.18. Απάντηση μαθητή, ορισμός στατικού ηλεκτρισμού.

Ο μαθητή έχει αναφέρει τις έννοιες «ρεύμα», «τριβή» και «σώματα». Δεν προσδιορίζει την έννοια του στατικού ηλεκτρισμού.

Τρίτο επίπεδο: Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο

Γράψε με δικά σου λόγια τι νομίζεις πως είναι ο στατικός ηλεκτρισμός;

Έstaticos ηλεκτρισμός είναι όταν δυο σώματα είναι διαφορετικό φορτισμένα και έλκονται ή απωθούνται για καιρό μέχρι να έλκονται ή απωθούνται.

.....

.....

.....

Εικόνα 5.19. Απάντηση μαθητή, ορισμός στατικού ηλεκτρισμού.

Ο μαθητής χρησιμοποιεί μερικές σημαντικές έννοιες όπως η διαφορά φορτίων, η έλξη και η τάση και κάνει εν μέρει επαρκείς συσχετισμούς μεταξύ τους. Παρατηρείται η προσπάθεια να ορίσει ολοκληρωμένα την έννοια του στατικού ηλεκτρισμού.

Τέταρτο επίπεδο: Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο

Γράψε με δικά σου λόγια τι νομίζεις πως είναι ο στατικός ηλεκτρισμός:

Νομίζω πως ο στατικός ηλεκτρισμός είναι το φαινόμενο που συμβαίνει με την ανταλλαγή φορτίων που γίνεται ανάμεσα στα σώματα που αλληλίστανται. Αφενός αποβάλλεται ένα αν γίνει θετικό ταρτηνικό έλκονται επίσης μπορεί να υπάρξει μια διαφορά φορτίων μεταξύ των σωμάτων να η ηλεκτρισμός.

4 ✓

Εικόνα 5.20. Απάντηση μαθητή, ορισμός στατικού ηλεκτρισμού.

Εδώ ο μαθητής χρησιμοποιεί την έννοια «φαινόμενο» για να ορίσει το στατικό ηλεκτρισμό. Περιγράφει τι τον προκαλεί και πότε γίνεται. Επιπλέον αναφέρει για τα ομώνυμα και τα ετερόνυμα σώματα, για την έλξη και την απόθεση. Δεν καταλήγει όμως στην κίνηση των ηλεκτρονίων από το ένα σώμα στο άλλο. Πρόκειται για μια αναλυτική περιγραφή στην οποία υπάρχουν συσχετισμοί μεταξύ των εννοιών καθώς ο μαθητής δεν αρκείται σε μια απλή παράθεση των εννοιών.

Πέμπτο επίπεδο: Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Καμία απάντηση δεν περιείχε μια εξελιγμένη ανάλυση και καινοτόμο σκέψη από κάποιον μαθητή. Δεν υπήρχαν γενικευμένες επιστημονικές αρχές που να δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφουν είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις.

5.2.1.2 Φύλλο αξιολόγησης 2

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινόμιας SOLO για τη βασική λειτουργία των λαμπτήρων

Ερώτηση: Ποια νομίζεις πως είναι η βασική λειτουργία των λαμπτήρων;

Πρώτο επίπεδο : προ – δομικό, πρόιμο

	Να δειμνη ου ρχει ταν στατ. ηθ ηλεκτρισμο
	ο ε φωτινη ενεργια

Εικόνα 5.21. Απάντηση μαθητή, βασική λειτουργία λαμπτήρων.

Ο μαθητής αναφέρει το στατικό ηλεκτρισμό και τη φωτεινή ενέργεια, χωρίς όμως να τις συνδέει λογικά. Προφανώς ο μαθητής δεν κατανόησε τη λειτουργία του λαμπτήρα και έγραψε απλά κάτι που θυμόταν.

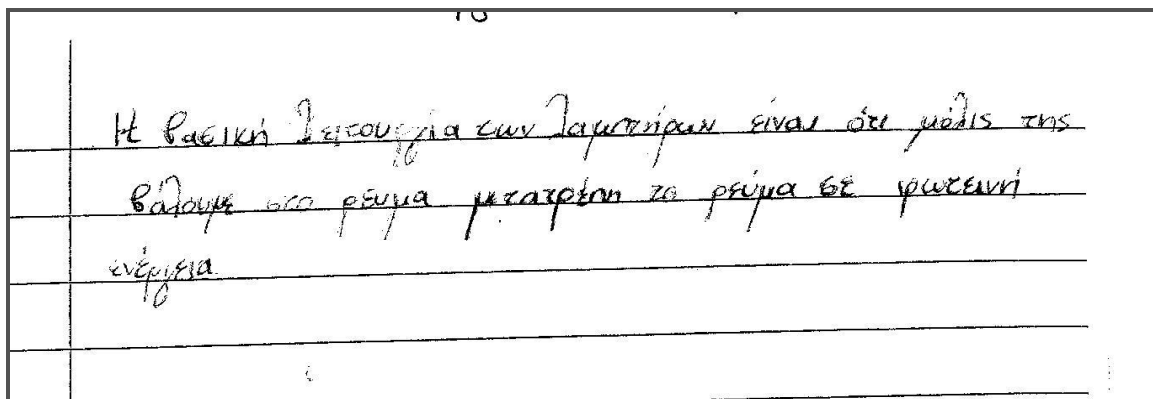
Δεύτερο επίπεδο: Μονο-δομικό ή μονο-παραγοντικό επίπεδο

	να μετατρέπη τηλ ενεργια σε θερμοτητα

Εικόνα 5.22. Απάντηση μαθητή, βασική λειτουργία λαμπτήρων.

Ο μαθητής φαίνεται να έχει κατανόησει ότι ο λαμπτήρας είναι ένας μετατροπέας όμως δεν αναφέρει ποια ενέργεια μετατρέπει. Επίσης η βασική λειτουργία του λαμπτήρα δεν είναι η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα αλλά σε φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα είναι υποβάθμιση της ενέργεια.

Τρίτο επίπεδο: Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο



Εικόνα 5.23. Απάντηση μαθητή, βασική λειτουργία λαμπτήρων.

Εδώ ο μαθητής έχει διατυπώσει μια ολοκληρωμένη απάντηση, χρησιμοποιώντας αρκετές έννοιες σχετικές με το θέμα αλλά περιγραφικά χωρίς να δηλώνει κάποια συσχέτιση. Δεν παραθέτει λεπτομέρειες για να εξηγήσει την απάντησή του.

Τέταρτο επίπεδο: Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Δεν υπήρχε απάντηση στην οποία να εμπεριέχονται όλα, ή σχεδόν όλα τα στοιχεία του θέματος και να σχετίζονται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο, χρησιμοποιώντας και άλλα στοιχεία, ώστε να δημιουργηθεί ένα συνεκτικό συμπέρασμα.

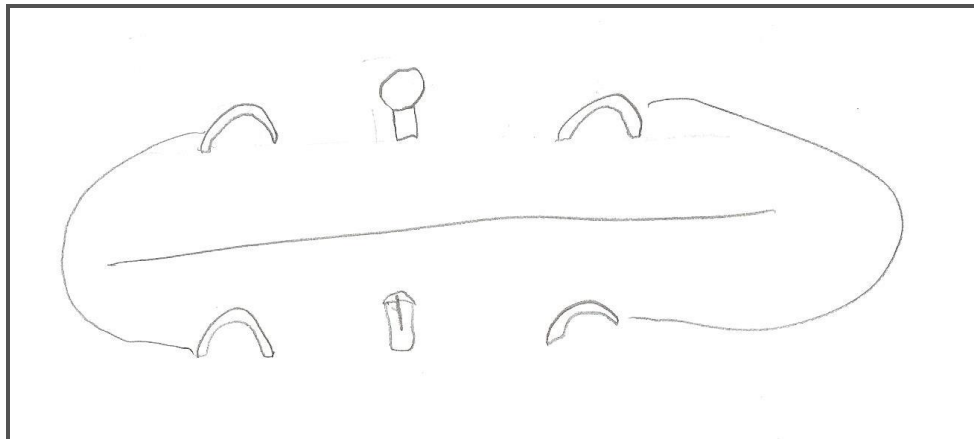
Πέμπτο επίπεδο: Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Καμία απάντηση δεν περιείχε μια εξελιγμένη ανάλυση και καινοτόμο σκέψη από κάποιον μαθητή. Δεν υπήρχαν γενικευμένες επιστημονικές αρχές που να δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφουν είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις.

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινόμιας SOLO για το τι χρειαζόμαστε για να κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ερώτηση: Τι υλικά χρειαζόμαστε για να κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;

Πρώτο επίπεδο : προ – δομικό, πρώιμο



Εικόνα 5.24. Σκίτσο μαθητή, ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ο μαθητής αναφέρει στην απάντησή του ότι «χρειαζόμαστε λάμπα, μπαταρία, καλώδια». Στο σκίτσο που έχει κάνει δεν έχει συνδέσει το λαμπτήρα με την μπαταρία μέσω καλωδίων. Ο λαμπτήρας που έχει σχεδιάσει είναι απλοϊκός χωρίς πολλές λεπτομέρειες. Επιπλέον έχει σχεδιάσει κάποια σχήματα που δεν έχουν σχέση με το ηλεκτρικό κύκλωμα.

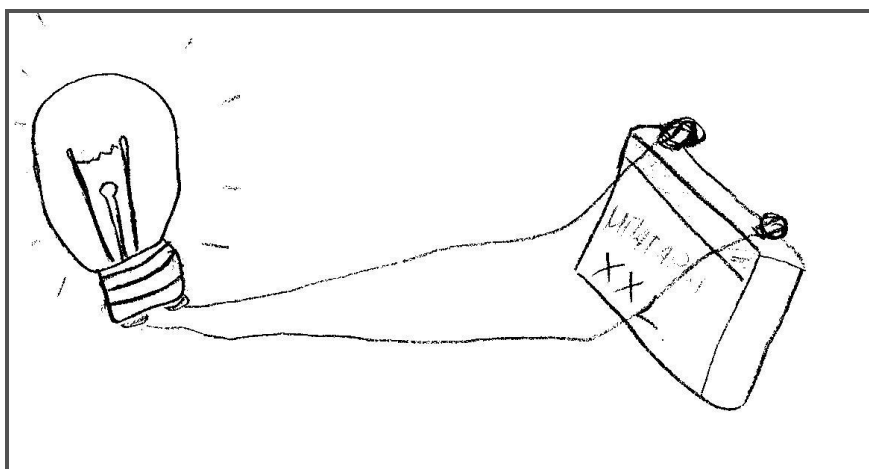
Δεύτερο επίπεδο: Μονο-δομικό ή μονο-παραγοντικό επίπεδο



Εικόνα 5.25. Σκίτσο μαθητή, ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ο μαθητής απάντησε ότι «τα υλικά που χρειαζόμαστε για να κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα είναι μπαταρία, καλώδια και λάμπα.» Στο σκίτσο που έχει σχεδιάσει έχει συνδέσει το λαμπτήρα με τους πόλους της μπαταρίας, όχι όμως σωστά καθώς έχει τοποθετήσει τη μπαταρία στη βάση του λαμπτήρα. Έχει συνδέσει το καλώδιο με το σιδεράκι της μπαταρίας το οποίο σαν λογική δεν είναι εντελώς λανθασμένη. Ο λαμπτήρας έχει αρκετές λεπτομέρειες, όμως το σκίτσο του γενικά είναι απλοϊκό και μπερδεμένο.

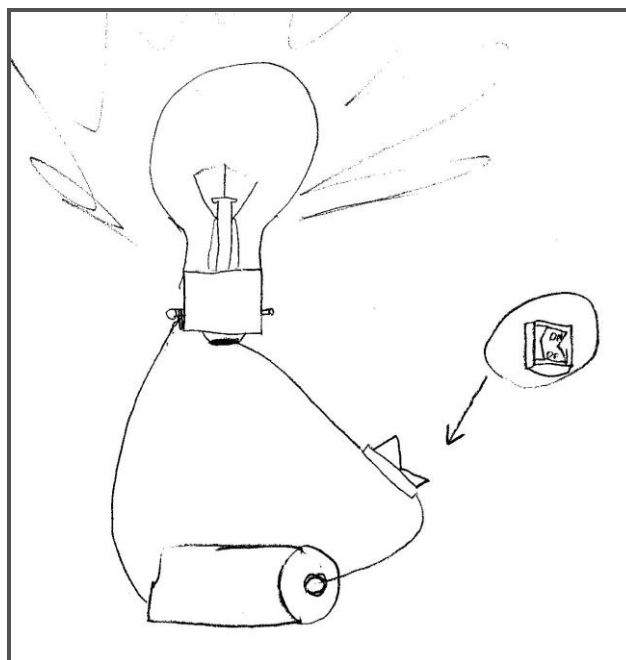
Τρίτο επίπεδο: Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο



Εικόνα 5.26. Σκίτσο μαθητή, ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ο μαθητής έχει απαντήσει πως «χρειαζόμαστε μία μπαταρία, ένα καλώδιο και μία λάμπα τα οποία συνδέουμε μεταξύ τους με ειδικό τρόπο». Το σκίτσο που έχει σχεδιάσει είναι ολοκληρωμένο. Η μπαταρία και ο λαμπτήρας έχουν δύο πόλους, η σύνδεσή τους είναι σωστή. Ο λαμπτήρας έχει σχεδιασμένες αρκετές λεπτομέρειες και δείχνει να ανάβει.

Τέταρτο επίπεδο: Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο



Εικόνα 5.27. Σκίτσο μαθητή, ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ο μαθητής στην απάντησή του αναφέρει πως «για να κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα χρειαζόμαστε ένα λαμπτήρα, δύο καλώδια, ένα διακόπτη και μία μπαταρία. Πρέπει να

προσέξουμε πώς θα τα συνδέσουμε γι' αυτό σας κάνω ένα σχέδιο». Έχει σχεδιάσει ένα λαμπτήρα «μπαγιονέτ» που ανάβει, στον οποίο έχει πολύ σωστά συνδέσει τα καλώδια και έχει σχεδιάσει πάρα πολλές λεπτομέρειες. Τα καλώδια καταλήγουν στους πόλους της μπαταρίας και έχει επιπλέον συνδέσει και έναν διακόπτη. Επιπλέον έχει προσθέσει ενδείξεις λειτουργίας στο διακόπτη.

Πέμπτο επίπεδο: Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Καμία απάντηση δεν περιείχε μια εξελιγμένη ανάλυση και καινοτόμο σκέψη από κάποιον μαθητή. Δεν υπήρχαν γενικευμένες επιστημονικές αρχές που να δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφουν είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις.

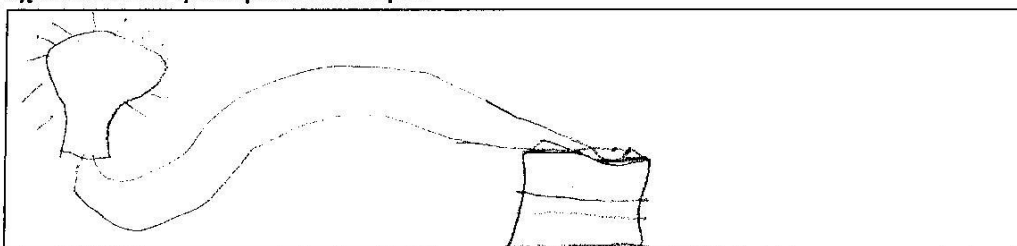
5.2.1.3 Φύλλο αξιολόγησης 3

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινομίας SOLO για την ερώτηση σχετικά με το γιατί ονομάζεται ηλεκτρικό κύκλωμα;

Ερώτηση: Σχεδίασε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και γράψε γιατί νομίζεις ότι το ονομάζουμε ηλεκτρικό κύκλωμα;

Πρώτο επίπεδο : προ – δομικό, πρώιμο

Σχεδίασε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.



Γιατί το ονομάζουμε ηλεκτρικό κύκλωμα;

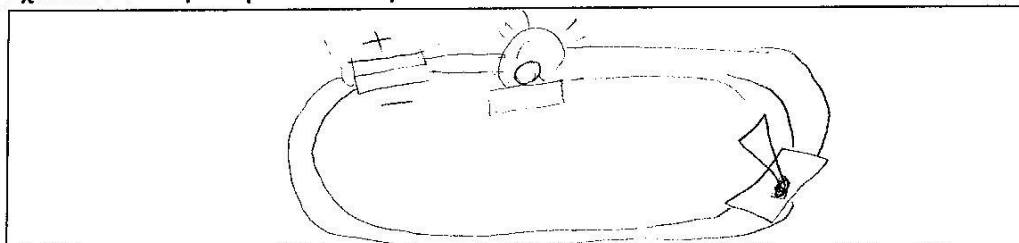
Επειδή παράγει ηλεκτρισμό.....

Εικόνα 5.28. Απάντηση και σκίτσο μαθητή, ηλεκτρικό κύκλωμα.

Η απάντηση του μαθητή κατατάσσεται στο πρώτο επίπεδο καθώς δεν προσεγγίζεται σωστά και συχνά δεν έχει συγκεκριμένη δομή. Ο μαθητής δεν εξετάζει τους διάφορους παράγοντες και τις έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους. Ο μαθητής, είτε αποφεύγει την ερώτηση, είτε κάνει έναν συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα. Το σχήμα του είναι απλοϊκό.

Δεύτερο επίπεδο: Μονο-δομικό ή μονο-παραγοντικό επίπεδο

Σχεδίασε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.



Γιατί το ονομάζουμε ηλεκτρικό κύκλωμα;

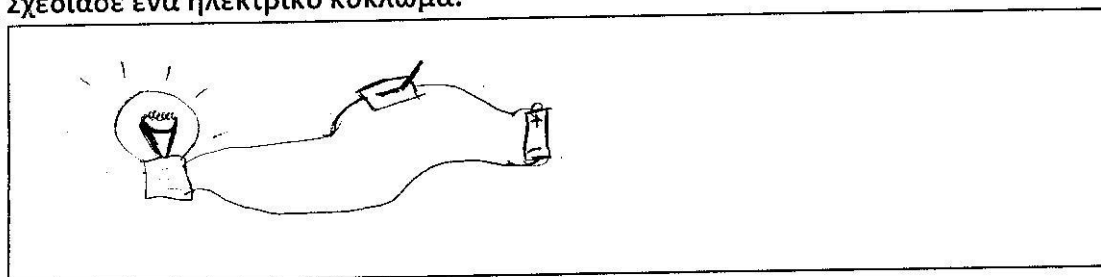
Το συνδυάζει με ηλεκτρισμό και κάνει φωτιά. Πόσει κύκλωμα.....

Εικόνα 5.29. Απάντηση και σκίτσο μαθητή, ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ο μαθητής ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο στη δραστηριότητα, δεν συνδυάζει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις. Δεν έχει καταλήξει κάπου και δείχνει ότι κατανόησε επιφανειακά το θέμα και αναφέρει επιμέρους στοιχεία μιας πολύπλοκης περίπτωσης όπως είναι το ηλεκτρικό κύκλωμα. Το σκίτσο που έχει σχεδιάσει περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία αλλά δεν δίνει βάση στις συνδέσεις μεταξύ τους.

Τρίτο επίπεδο: Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο

Σχεδίασε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.



Γιατί το ονομάζουμε ηλεκτρικό κύκλωμα;

Γιατί όταν εναχουμε της μπαταρία και την λαμπα με τα καλώδια τα ηλεκτρόνια κινούνται ευκολα

Εικόνα 5.30. Απάντηση και σκίτσο μαθητή, ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ο μαθητής δε χρησιμοποιεί όλες τις έννοιες και κάνει εν μέρει επαρκείς συσχετισμούς. Παραθέτει αρκετές έννοιες και γίνεται προσπάθεια περιγραφής μιας διαδικασίας αποσπασματικά. Ο τόνος στο λόγο του είναι περιγραφικός, δηλωτικός. Στο σκίτσο του φαίνονται αρκετές λεπτομέρειες και έχει δώσει κάποια σημασία στις συνδέσεις.

Τέταρτο επίπεδο: Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Δεν υπήρχε απάντηση στην οποία να εμπεριέχονται όλα, ή σχεδόν όλα τα στοιχεία του θέματος και να σχετίζονται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο, χρησιμοποιώντας και άλλα στοιχεία, ώστε να δημιουργηθεί ένα συνεκτικό συμπέρασμα.

Πέμπτο επίπεδο: Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Καμία απάντηση δεν περιείχε μια εξελιγμένη ανάλυση και καινοτόμο σκέψη από κάποιον μαθητή. Δεν υπήρχαν γενικευμένες επιστημονικές αρχές που να δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφουν είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις.

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινόμιας SOLO για την ερώτηση σχετικά τη λειτουργία της μπαταρίας.

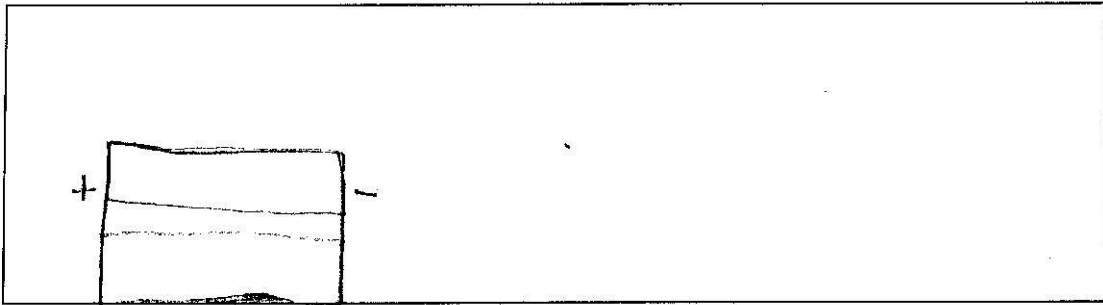
Ερώτηση: Πώς λειτουργεί μία μπαταρία; Μπορείς να σχεδιάσεις μία μπαταρία;

Πρώτο επίπεδο : προ – δομικό, πρώιμο

Πώς λειτουργεί μια μπαταρία;

Με η βε κτ ρ λ σ κ ο ρ
.....
.....
.....

Σχεδιάσε μία μπαταρία.



Εικόνα 5.31. Απάντηση και σκίτσο μαθητή, λειτουργία μπαταρίας.

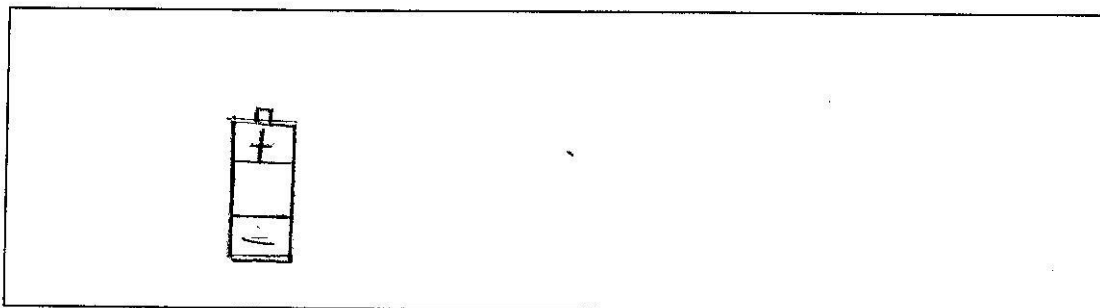
Εδώ ο μαθητής προσπαθεί να αποφύγει την ερώτηση, δεν είναι ολοκληρωμένη και το σχήμα του χαρακτηρίζεται από απλοϊκότητα. Έχει βέβαια σχεδιάσει τους δύο πόλους της μπαταρίας.

Δεύτερο επίπεδο: Μονο-δομικό ή μονο-παραγοντικό επίπεδο

Πώς λειτουργεί μια μπαταρία;

η μπαταρία εσύχει κίνηση και έτσι
αφήνει να περάσει τα ηλεκτρικά φορτία και
έτσι ανάγει ο λαμπτήρας

Σχεδιάσε μία μπαταρία.



Εικόνα 5.32. Απάντηση και σκίτσο μαθητή, λειτουργία μπαταρίας.

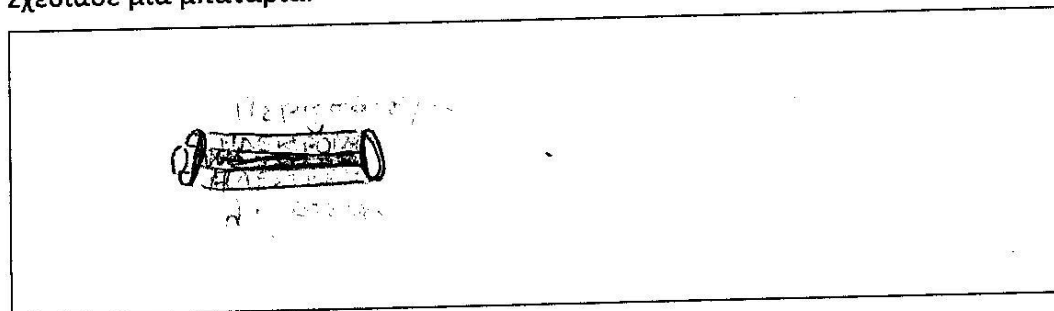
Ο μαθητής δεν έχει ανταποκριθεί επαρκώς στη δραστηριότητα, παραθέτει κάποιες έννοιες ασύνδετες μεταξύ τους και το σκίτσο έχει να κάνει μόνο με την εξωτερική όψη μιας μπαταρίας.

Τρίτο επίπεδο: Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο

Πώς λειτουργεί μια μπαταρία;

Τα περισσότερα ηλεκτρόνια είναι χωρισμένα
από τα άιόνια. Όταν ελάνουμε τους δύο
ρόλους της μπαταρίας με καλώδιο το κενό
ανοίγει και τα περισσότερα ηλεκτρόνια
αγότερα.

Σχεδιάσε μία μπαταρία.



Εικόνα 5.33. Απάντηση και σκίτσο μαθητή, λειτουργία μπαταρίας.

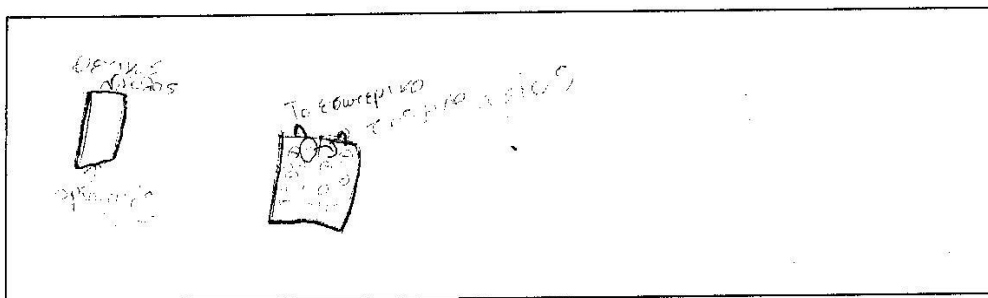
Η απάντηση του μαθητή είναι περισσότερο περιγραφική, εμπεριέχει κάποιους μη επαρκείς συσχετισμούς όπως η κίνηση των ηλεκτρονίων με τη μπαταρία. Το σκίτσο που έχει σχεδιάσει εμπεριέχει και στοιχεία από το εσωτερικό της μπαταρίας.

Τέταρτο επίπεδο: Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο

Πώς λειτουργεί μια μπαταρία;

Η μπαταρία έχει ένα πόλο. Έτσι έναν έχει περιγράφετε φορτία και στον άλλον. Η μπαταρία έτσι η μπαταρία έπειδή το φορτίο είναι την τάση για ημιαγωγή. Στο τα πόδια στα λιγότερα είναι υπάρχει μια κοπή στα κινεί

Σχεδιάσε μία μπαταρία.



Εικόνα 5.34. Απάντηση και σκίτσο μαθητή, λειτουργία μπαταρίας.

Ο λόγος του μαθητή είναι καλά δομημένος και οι πληροφορίες ενσωματώνονται σε ένα εννοιολογικό σχήμα. Ο μαθητής δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αίτιου-αποτελέσματος. Δημιουργεί μια διαδικασία, δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση στοιχείων. Η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικά αποδεκτό συμπέρασμα ότι υπάρχει μια τάση των ηλεκτρονίων να πηγαίνουν από εκεί που είναι περισσότερο προς τα εκεί που είναι λιγότερα. Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός. Τα σχήματα που έχει σχεδιάσει αποτυπώνουν το εξωτερικό και το εσωτερικό μιας μπαταρίας καθώς φαίνονται και τα ηλεκτρόνια στους δύο πόλους. Έχει σχεδιάσει ακόμα και το διαχωριστικό που υπάρχει ανάμεσα στους δύο πόλους. Δεν περιγράφει όμως ότι θα πρέπει να ενώσουμε τους δύο πόλους με έναν αγωγό για να επιτραπεί η κίνηση των ηλεκτρονίων.

Πέμπτο επίπεδο: Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Καμία απάντηση δεν περιείχε μια εξελιγμένη ανάλυση και καινοτόμο σκέψη από κάποιον μαθητή. Δεν υπήρχαν γενικευμένες επιστημονικές αρχές που να δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφουν είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις.

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινομίας SOLO για την ερώτηση σχετικά με το ποια υλικά ονομάζουμε αγωγούς και ποια μονωτές;

Ερώτηση: Ποια υλικά ονομάζουμε αγωγούς και ποια μονωτές; Γράψε μερικά παραδείγματα για κάθε περίπτωση.

Πρώτο επίπεδο : προ – δομικό, πρώιμο

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί στο πρώιμο επίπεδο.

Δεύτερο επίπεδο: Μονο-δομικό ή μονο-παραγοντικό επίπεδο

Ποια υλικά ονομάζουμε αγωγούς και ποια μονωτές; Γράψε μερικά παραδείγματα σε κάθε περίπτωση.

29
2
..... ΠΟΥ ΤΟΛΕ ΜΕ ΑΧΟΓΟΥΣ ΕΠΙΘΗ ΑΦΗΝΟΥΝ ΝΑ ΠΕΡΑΣΕΙ
..... ΑΝΤΙΘΕΤΟ ΕΝΟΜΟΝΩΤΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΚΑΕΙ ΔΙΑ ΤΟ ΑΝΤΙΘΕΤΟ

Εικόνα 5.35. Απάντηση μαθητή, αγωγοί και μονωτές.

Ο μαθητής αναφέρει τη βασική διαφορά που είναι το αν αφήνουν να περάσει το ρεύμα ή όχι, αλλά δεν δίνει παραδείγματα και ούτε εξηγεί.

Τρίτο επίπεδο: Πολύ-δομικό, ή παραθετικό, ή πολύ-παραγοντικό επίπεδο

Ποια υλικά ονομάζουμε αγωγούς και ποια μονωτές; Γράψε μερικά παραδείγματα σε κάθε περίπτωση.

..... ΕΤΟΥΣ ΑΦΗΝΟΥΝ ΝΑ ΠΕΡΑΣΕΙ ΤΟ
..... ΔΙΑ ΤΟ ΑΝΤΙΘΕΤΟ ΕΝΟΜΟΝΩΤΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΚΑΕΙ ΔΙΑ ΤΟ ΑΝΤΙΘΕΤΟ
..... Η ΔΙΑΦΕΡΕΙΑ ΕΙΝΑΙ ΣΤΗ ΔΙΑΦΕΡΕΙΑ ΔΕΝ ΠΑΙΡΝΕΙ
..... ΕΝΟΜΟΝΩΤΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΚΑΕΙ ΔΙΑ ΤΟ ΑΝΤΙΘΕΤΟ

Εικόνα 5.36. Απάντηση μαθητή, αγωγοί και μονωτές.

Ο μαθητής αναφέρει ότι τα ηλεκτρόνια περνούν από τους αγωγούς ενώ συμβαίνει το αντίθετο στους μονωτές. Δίνει επίσης κάποια σωστά παραδείγματα αλλά ο λόγος του είναι περιγραφικός. Δεν δίνει εξηγήσεις ούτε λεπτομέρειες και δεν εμβαθύνει σε συσχετισμούς.

Τέταρτο επίπεδο: Συσχετιστικό ή συνθετικό ή συνδυαστικό επίπεδο

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Δεν υπήρχε απάντηση στην οποία να εμπεριέχονται όλα, ή σχεδόν όλα τα στοιχεία του θέματος και να σχετίζονται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο, χρησιμοποιώντας και άλλα στοιχεία, ώστε να δημιουργηθεί ένα συνεκτικό συμπέρασμα.

Πέμπτο επίπεδο: Επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης ή εκτεταμένης θεώρησης

Δεν βρέθηκε καμία απάντηση που να μπορεί να καταταχθεί σε αυτό το επίπεδο. Καμία απάντηση δεν περιείχε μια εξελιγμένη ανάλυση και καινοτόμο σκέψη από κάποιον μαθητή. Δεν υπήρχαν γενικευμένες επιστημονικές αρχές που να δείχνουν ότι, αυτά τα οποία γράφουν είναι περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις.

5.2.1.4 Τεστ συγκράτησης (μετά το πέρας δύο μηνών)

Ενδεικτικά παραδείγματα της ταξινομίας SOLO στο να εξηγήσουν με δικά τους λόγια τις έννοιες ηλεκτρικό κύκλωμα, ηλεκτρικό ρεύμα, στατικός ηλεκτρισμός και μπαταρία.

6. Εξηγήστε με απλά λόγια τις παρακάτω έννοιες:

Ηλεκτρικό κύκλωμα
Είναι το κλειστό κύκλωμα που κινεί ηλεκτρόνια
στο ρεύμα

Ηλεκτρικό Ρεύμα
.....
.....
.....

Στατικός Ηλεκτρισμός
Είναι ο ηλεκτρικός φορτίο είναι σταθερό
.....
.....

Μπαταρία
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Εικόνα 5.37. Απαντήσεις μαθητή στο τεστ συγκράτησης.

Ο μαθητής έχει προσπαθήσει να εξηγήσει τις τρεις από τις τέσσερις έννοιες. Η εξήγηση που έχει δώσει για το ηλεκτρικό κύκλωμα και το στατικό ηλεκτρισμό κατατάσσονται βάσει της ταξινομίας SOLO στο πρώτο επίπεδο, στο οποίο κατατάσσουμε και το ηλεκτρικό ρεύμα αφού δεν προσπάθησε καν να δώσει μια εξήγηση. Η τελευταία απάντησή του, στην οποία εξηγεί τη μπαταρία, κατατάσσεται στο δεύτερο επίπεδο. Η απάντησή του χαρακτηρίζεται από απουσία λογικής δομής. Ο μαθητής ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο στη δραστηριότητα, δεν συνδυάζει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις. Δεν έχει ολοκληρώσει και δεν έχει καταλήγει κάπου. Δείχνει ότι κατανόησε επιφανειακά το θέμα και αναφέρει επιμέρους στοιχεία μιας πολύπλοκης περίπτωσης

6. Εξηγήστε με απλά λόγια τις παρακάτω έννοιες:

Ηλεκτρικό κύκλωμα

Η κυκλική κίνηση των ηλεκτρονίων. ✓

Ηλεκτρικό Ρεύμα

Η κίνηση των ηλεκτρονίων. ✓

Στατικός Ηλεκτρισμός

Η στάσιμη βεβαρσρα ηλεκτρονίων από ένα σώμα για ένα άλλο ή από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφοράς φορτίων.

Μπαταρία

Προκαλεί την κίνηση των ηλεκτρονίων από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο μέχρι έρθει η ισορροπία.

Εικόνα 5.38. Απαντήσεις μαθητή στο τεστ συγκράτησης.

Εδώ οι απαντήσεις του μαθητή είναι ολοκληρωμένες. Η πρώτη και η δεύτερη είναι καθαρά περιγραφικές οπότε εντάσσονται στο τρίτο επίπεδο. Οι επόμενες δύο εντάσσονται στο τέταρτο καθώς υπάρχουν στοιχεία συσχετισμών και μια δομημένη λογική η οποία καταλήγει σε ένα συμπέρασμα.

6. Εξηγήστε με απλά λόγια τις παρακάτω έννοιες:

Ηλεκτρικό κύκλωμα

Η κυκλική κίνηση των ηλεκτρονίων ✓

Ηλεκτρικό Ρεύμα

Η κίνηση των ηλεκτρονίων. ✓

Στατικός Ηλεκτρισμός

Η στατική βεβαφραση ηλεκτρονίων από ένα σώμα σε ένα άλλο ή από ένα σφαιρο σε ένα άλλο σώμα ως διαφορά φορτίων

Μπαταρία

Προκαλεί την κίνηση των ηλεκτρονίων από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο μέχρι ερθει η ισορροπία,

Εικόνα 5.39. Απαντήσεις μαθητή στο τεστ συγκράτησης.

Οι δύο πρώτες απαντήσεις του μαθητή εντάσσονται στο τρίτο επίπεδο της ταξινομία SOLO καθώς αποτυπώνει περιγραφικά τις έννοιες χωρίς εξηγήσεις και συσχετισμούς. Η τέταρτη απάντηση εντάσσεται στο τέταρτο επίπεδο καθώς ο μαθητής χρησιμοποιεί όλες τις βασικές έννοιες και περιγράφει αναλυτικά τη διαδικασία. Συσχετίζει επαρκώς τις κύριες έννοιες μεταξύ τους και καταλήγει σε ένα ολοκληρωμένο συμπέρασμα. Η τρίτη απάντηση του μαθητή σχετικά με την μπαταρία εντάσσεται στο πέμπτο επίπεδο, καλύπτει πλήρως το θέμα και προχωρά σε ευρύτερες θεωρήσεις. Το συγκεκριμένο σύστημα εννοιών σχετίζεται με του γενικότερου συστήματος του ηλεκτρισμού. Η απάντηση χαρακτηρίζεται από υψηλό επίπεδο αφαίρεσης.

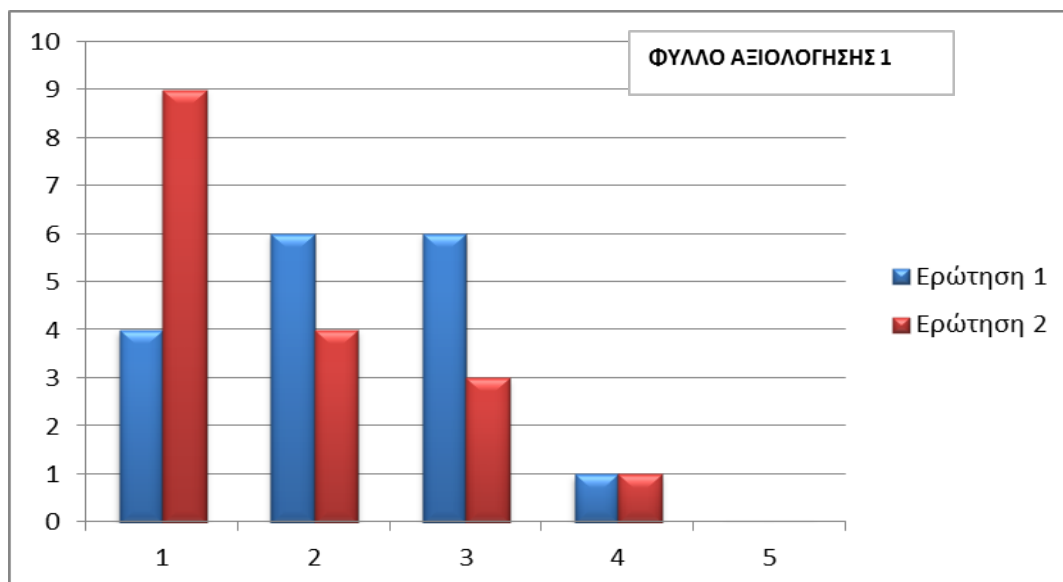
5.3 Κατάταξη των απαντήσεων των μαθητών με βάση την ταξινομία SOLO και σύγκριση

Σύμφωνα με τα παραπάνω, όλες οι απαντήσεις των μαθητών κατατάχθηκαν στα πέντε επίπεδα της ταξινομίας SOLO στις εξής ερωτήσεις:

- Φύλλο Αξιολόγησης 1: Ερωτήσεις 1 και 2
- Φύλλο Αξιολόγησης 2: Ερωτήσεις 2 και 4
- Φύλλο Αξιολόγησης 3: Ερωτήσεις 2, 3 και 4
- Τεστ Συγκράτησης: Ερώτηση 6

Στο σχήμα 5.1. φαίνονται τα αποτελέσματα της κατάταξης των απαντήσεων των μαθητών στο πρώτο φύλλο αξιολόγησης, σύμφωνα με την ταξινομία SOLO. Στην πρώτη ερώτηση τέσσερις (4) μαθητές κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο, έξι (6) στο μόνο-δομικό και στο πολύ-δομικό επίπεδο και μόνο ένας (1) στο συσχετιστικό. Δεν υπήρχε κανείς μαθητής που να κατατάχθηκε στο ανώτερο επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης. Φάνηκε ότι περισσότεροι από τους μισούς μαθητές κατανόησαν το πείραμα που πραγματοποίησαν αφού δεκατρείς (13) μαθητές βρίσκονται από το επίπεδο δύο και πάνω. Οι επτά (7) μαθητές κατανόησαν ικανοποιητικά το πείραμα και μπορούσαν να το περιγράψουν. Ωστόσο, ο ένας (1) μόνο μαθητής έδωσε εξηγήσεις σχετικά με το φαινόμενο του στατικού ηλεκτρισμού στα μπαλόνια.

Στη δεύτερη ερώτηση, που ζητούσε στους μαθητές να εξηγήσουν τι είναι στατικός ηλεκτρισμός και απαιτούσε πιο αφαιρετική σκέψη, εννέα (9) μαθητές κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο, βάσει της ταξινομίας SOLO, τέσσερις (4) στο μόνο-δομικό επίπεδο, μόλις τρεις (3) στο πολύ-δομικό και μόνο ένας (1) στο συσχετιστικό επίπεδο, το οποίο ήταν και το ανώτερο σε αυτή τη δραστηριότητα. Το γεγονός ότι η ερώτηση απαιτούσε αφαιρετική σκέψη και συσχετισμούς ώστε να καταλήξει κανείς σε συμπεράσματα δυσκόλεψε τους μαθητές και αυτό αποτυπώνεται στην κατάταξη των απαντήσεών τους.

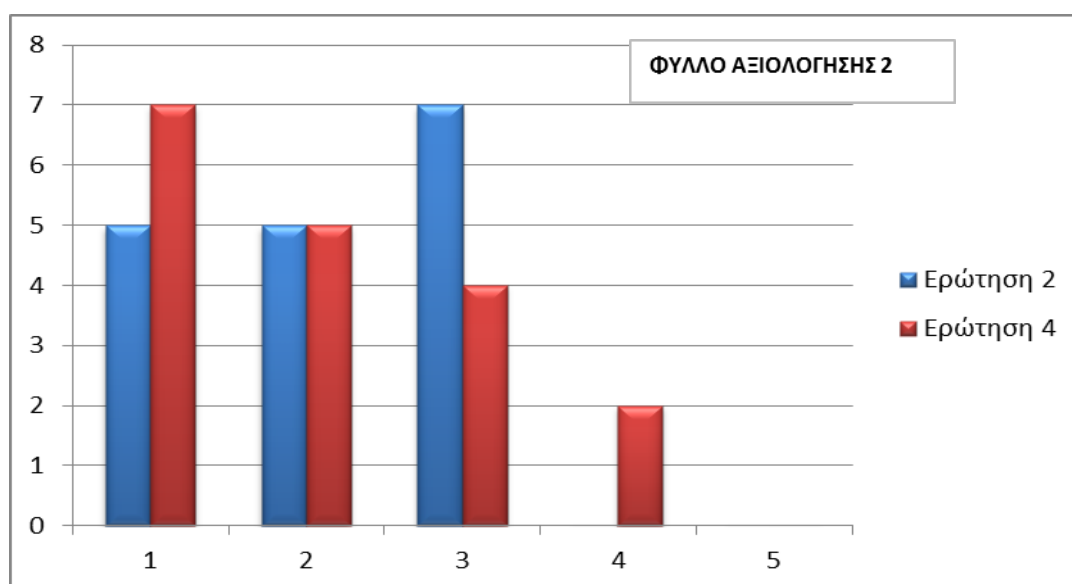


Σχήμα 5.1. Απαντήσεις μαθητών στο Φ.Α.1 κατά SOLO.

Στο σχήμα 5.2. φαίνονται τα αποτελέσματα της κατάταξης των απαντήσεων των μαθητών στο δεύτερο φύλλο αξιολόγησης. Η γενικότερη εικόνα των απαντήσεων των μαθητών είναι καλύτερη σε αυτό το φύλλο αξιολόγησης. Τα θέματα που ερεύνησαν οι μαθητές τους ήταν τα μέρη, τα είδη και η λειτουργία των λαμπτήρων καθώς και το τι υλικά απαιτούνται για την

κατασκευή ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Οι παραπάνω έννοιες φάνηκαν να είναι πιο κατανοητές για τους μαθητές συγκριτικά με το στατικό ηλεκτρισμό. Στη δεύτερη ερώτηση του φύλλου αξιολόγησης, η οποία ζητούσε από τους μαθητές να περιγράψουν και να εξηγήσουν με δικά τους λόγια τη λειτουργία ενός λαμπτήρα, πέντε (5) μαθητές κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο, επίσης πέντε (5) στο μόνο-δομικό και επτά (7) μαθητές στο πολύ-δομικό. Καμία απάντηση δεν κατατάχθηκε στα δύο ανώτερα επίπεδα της ταξινόμια SOLO.

Στην τέταρτη ερώτηση του Φ.Α. 2 που ζητούσε από τους μαθητές να περιγράψουν τα υλικά που απαιτούνται για ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και να κάνουν ένα σκίτσο ενός ηλ. κυκλώματος, επτά (7) μαθητές κατατάχθηκαν στο προ-δομικό καθώς τα σκίτσα τους χαρακτηρίστηκαν πολύ απλοϊκά με πολλές βασικές ελλείψεις, πέντε (5) μαθητές κατατάχθηκαν στο μόνο-δομικό επίπεδο, τέσσερις (4) στο πολύ-δομικό και δύο (2) στο συσχετιστικό, το οποίο ήταν και το ανώτερο επίπεδο σε αυτή τη δραστηριότητα. Οι μαθητές του τρίτου και τέταρτου επιπέδου απεικόνισαν σωστά ηλεκτρικά κυκλώματα, με σωστές συνδέσεις και αρκετές λεπτομέρειες στο λαμπτήρα και στη μπαταρία. Οι δύο μαθητές του ανώτερου επιπέδου σχεδίασαν στο κύκλωμά τους και διακόπτη με ενδείξεις on – off.



Σχήμα 5.2. Απαντήσεις μαθητών στο Φ.Α.2 κατά SOLO.

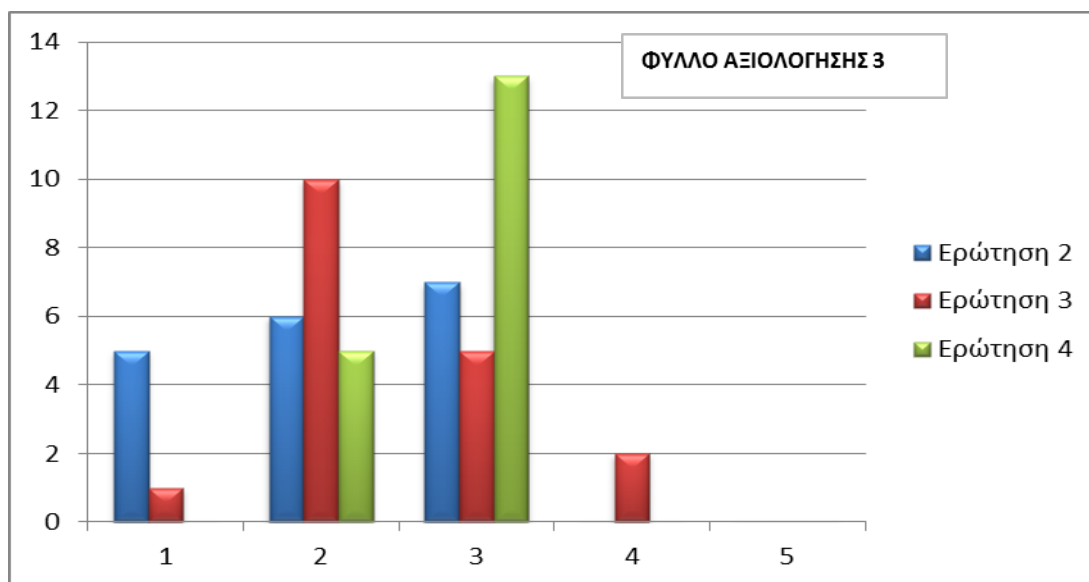
Στο σχήμα 5.3. φαίνονται τα αποτελέσματα της κατάταξης των απαντήσεων των μαθητών στο τρίτο φύλλο αξιολόγησης. Οι μαθητές φαίνονται να τα πηγαίνουν καλύτερα σε σχέση με τα δύο προηγούμενα φύλλα αξιολόγησης.

Πιο αναλυτικά, παρατηρούμε ότι στην δεύτερη ερώτηση του τρίτου Φ.Α., η οποία ζητούσε από τους μαθητές πρώτο να εξηγήσουν γιατί θεωρούν ότι ονομάζεται έτσι το ηλεκτρικό κύκλωμα

και δεύτερον να σχεδιάσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, πέντε (5) μαθητές κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο, έξι (6) στο μόνο-δομικό και οι υπόλοιποι επτά (7) μαθητές στο πολύ-δομικό.

Στην επόμενη ερώτηση, η οποία ζητούσε από τους μαθητές να περιγράψουν και να εξηγήσουν πως λειτουργεί μια μπαταρία και να κάνουν ένα σχέδιο, μόνο ένας (1) μαθητής κατατάχθηκε στο προ-δομικό επίπεδο, δέκα (10) στο μόνο-δομικό, πέντε (5) στο πολύ-δομικό και δύο (2) στο συσχετιστικό. Τα σκίτσα που κατατάχθηκαν στα δύο κατώτερα επίπεδα είχαν στοιχεία απλούστευσης και απεικόνιζαν μόνο το εξωτερικό μέρος μιας μπαταρίας και παρουσίαζαν σημαντικές ελλείψεις. Τα σκίτσα που κατατάχθηκαν στο τρίτο και τέταρτο επίπεδο απεικόνιζαν και το εξωτερικό αλλά και το εσωτερικό μέρος μιας μπαταρίας. Οι απαντήσεις των μαθητών που κατατάχθηκαν στο πολύ-δομικό επίπεδο ήταν περιγραφικές, έδειχναν όμως ότι είχαν κατανοήσει τη λειτουργία της μπαταρίας. Οι δύο μαθητές του τετάρτου επιπέδου απάντησαν ολοκληρωμένα, με λογική η οποία κατέληγε σε συμπεράσματα μέσω συσχετίσεων.

Στη τελευταία ερώτηση για τους αγωγούς και τους μονωτές, κανένας μαθητής δεν κατατάχθηκε στο προ-δομικό επίπεδο, πέντε (5) κατατάχθηκαν στο μόνο-δομικό και είχαν κατανοήσει έστω επιφανειακά τους αγωγούς και τους μονωτές και οι υπόλοιποι δεκατρείς (13) κατατάχθηκαν στο τρίτο επίπεδο, το πολύ-δομικό. Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι η τάση των μαθητών να μετακινούνται προς τα ανώτερα επίπεδα φανερώνει μία πρόοδο.

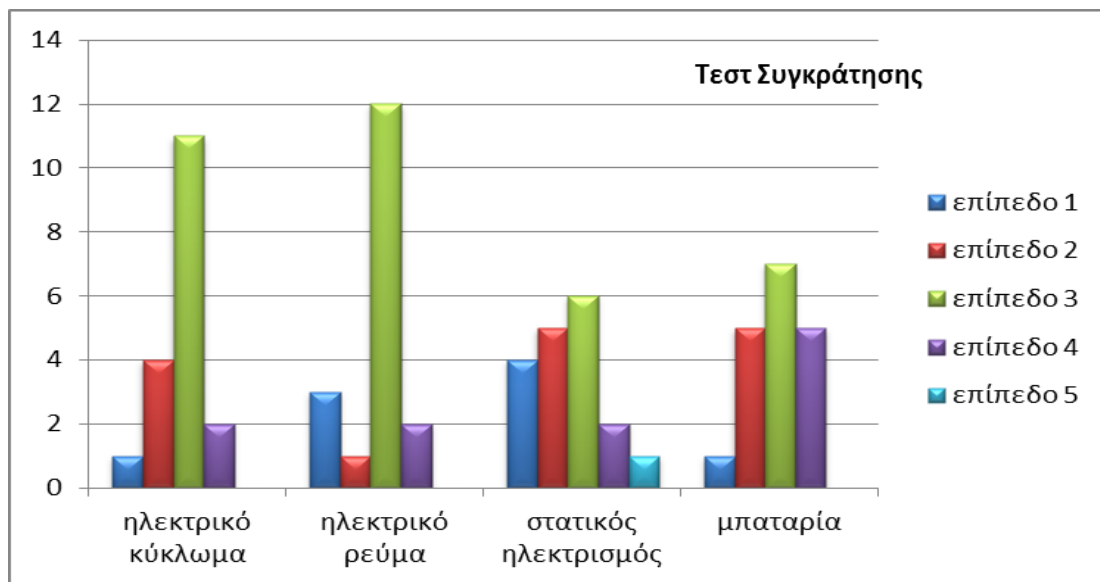


Σχήμα 5.3. Απαντήσεις μαθητών στο Φ.Α.3 κατά SOLO.

Στο σχήμα 5.4. παρακάτω, παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών, ταξινομημένες βάσει SOLO, αλλά ομαδοποιημένες ανά έννοια. Μπορούμε λοιπόν να παρατηρήσουμε πως στις έννοιες «ηλεκτρικό κύκλωμα» και «ηλεκτρικό ρεύμα» οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών κατατάσσονται στο τρίτο επίπεδο (πολύ-δομικό). Στις έννοιες «στατικός ηλεκτρισμός» και

«μπαταρία» είναι περισσότερο αυξημένος ο αριθμός των μαθητών στα κατώτερα επίπεδα. Οι απαντήσεις των μαθητών που κατατάχθηκαν στο δύο ανώτερα επίπεδα ήταν περισσότερες συγκριτικά με τις έννοιες «ηλεκτρικό κύκλωμα» και «ηλεκτρικό ρεύμα». Επομένως οι έννοιες «στατικός ηλεκτρισμός» και «μπαταρία» δυσκόλεψαν περισσότερο την πλειοψηφία των μαθητών. Το ίδιο περίπου είχαμε παρατηρήσει και στα φύλλα αξιολόγησης.

Να τονίσουμε ότι η μόνη απάντηση που κατατάχθηκε στο ανώτερο επίπεδο, θεωρητικής γενίκευσης, ήταν στην ερώτηση του Τ.Σ. για το στατικό ηλεκτρισμό.



Σχήμα 5.4. Απαντήσεις μαθητών στο Τ.Σ. κατά SOLO.

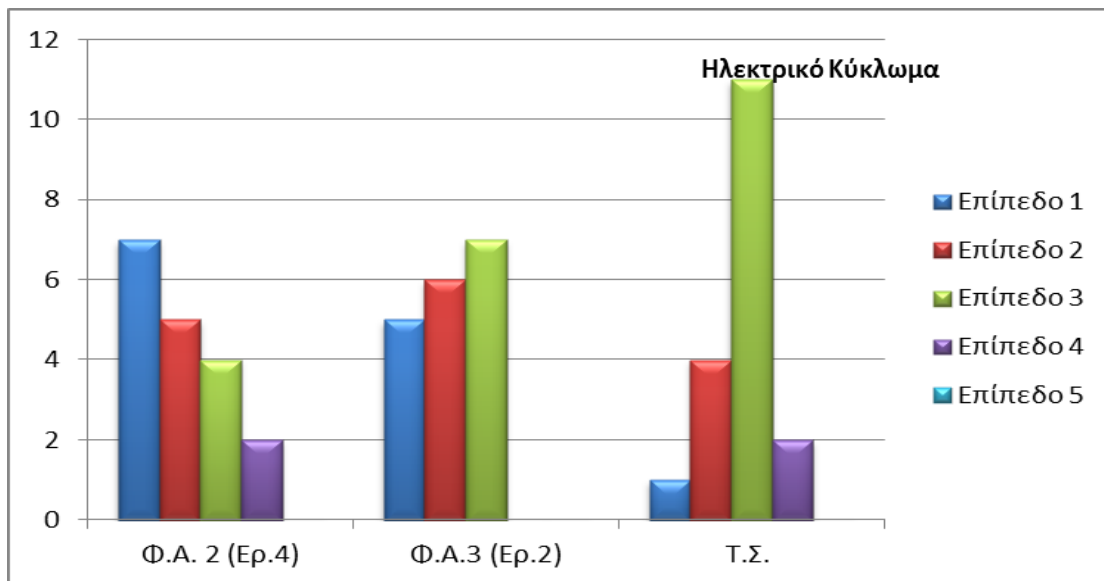
Στα σχήματα 5.5., 5.6. και 5.7. αποτυπώνεται η σύγκριση των απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις που αφορούν στις ίδιες έννοιες, ταξινομημένες βάσει SOLO, μεταξύ των φύλλων αξιολόγησης (Φ.Α.) και του τεστ συγκράτησης (Τ.Σ.).

Το σχήμα 5.5. αφορά στις ερωτήσεις που έχουν σχέση με την έννοια «ηλεκτρικό κύκλωμα». Συγκεκριμένα, στο ηλεκτρικό κύκλωμα αναφέρονται οι ερωτήσεις 4 από το Φ.Α.2, η 2 από το Φ.Α.3 και η 6 από το Τ.Σ. Στο δεύτερο Φ.Α. οι μαθητές που κατατάχθηκαν στα δύο πρώτα επίπεδα είναι δώδεκα (12) ενώ στο τρίτο και στο τέταρτο επίπεδο είναι έξι (6).

Στο τρίτο Φ.Α. στα δύο κατώτερα επίπεδα κατατάχθηκαν έντεκα (11) μαθητές και στο επόμενο, πολύ-δομικό, επτά (7), αφού κανείς δεν υπήρχε στα δύο τελευταία.

Στο Τ.Σ. έχει μειωθεί πάρα πολύ ο αριθμός των μαθητών στο προ-δομικό επίπεδο στο ένα (1), στο μόνο-δομικό υπάρχουν μόνο τέσσερις (4) μαθητές, έχει αυξηθεί κατά πολύ ο αριθμός των μαθητών στο πολύ-δομικό επίπεδο στους έντεκα (11) μαθητές και στο συσχετιστικό επίπεδο υπάρχουν δύο μαθητές.

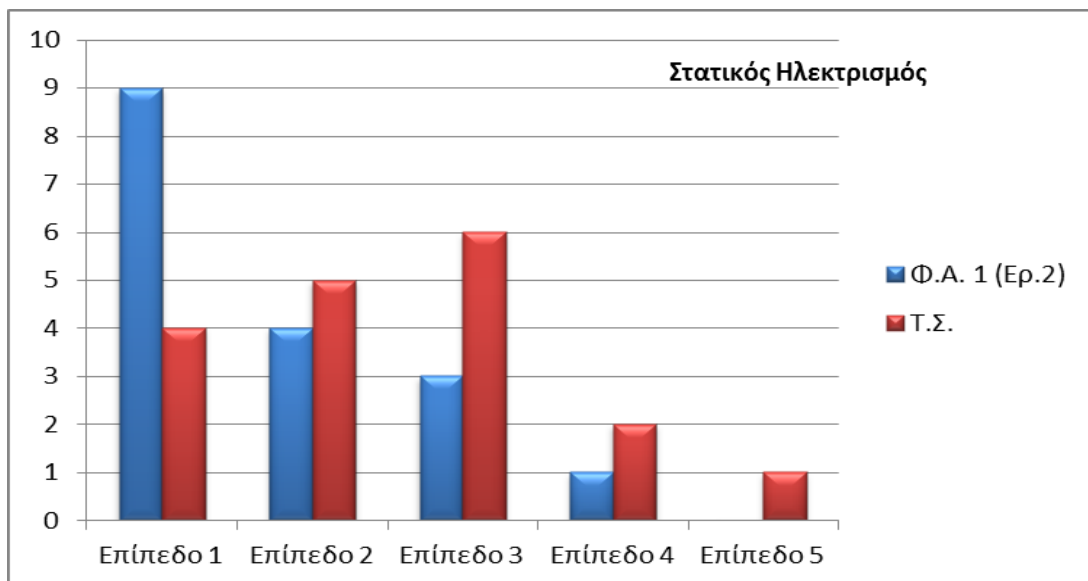
Η πορεία των μαθητών αντικατοπτρίζει πρόοδο και βελτίωση, καθώς όσο φτάνει προς την ολοκλήρωση η διδακτική παρέμβαση αλλά και μετά το πέρας της, οι μαθητές μετακινούνται προς τα ανώτερα επίπεδα, βάσει ταξινόμιας SOLO.



Σχήμα 5.5. Συγκριτική κατάταξη απαντήσεων μαθητών μεταξύ Φ.Α. και Τ.Σ. κατά SOLO, ως προς την έννοια του ηλεκτρικού κυκλώματος.

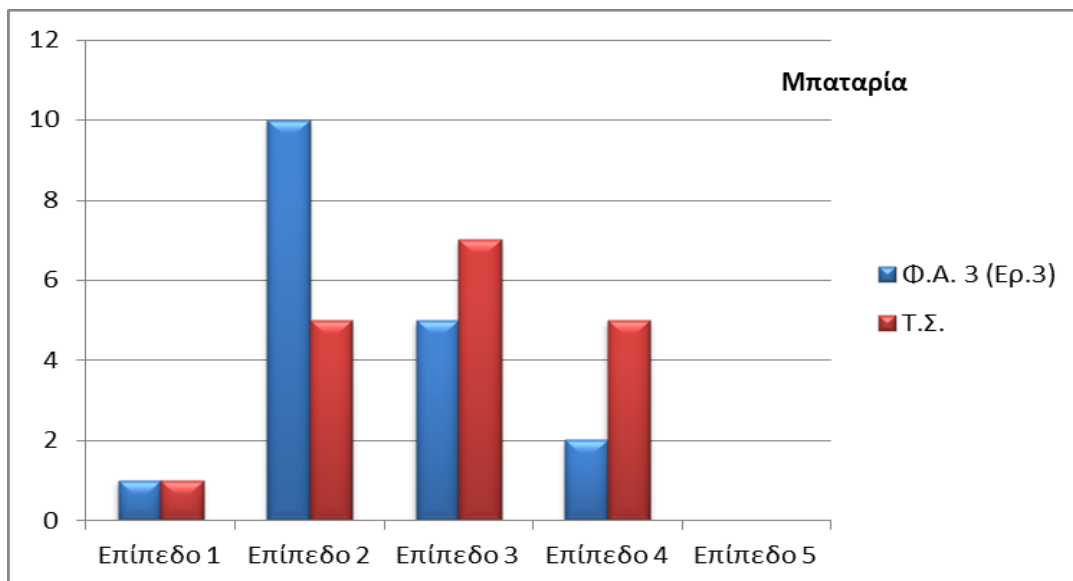
Το σχήμα 5.6. αφορά στις ερωτήσεις που σχετίζονται με τον «στατικό ηλεκτρισμό». Αυτές είναι οι ερωτήσεις 2 από το Φ.Α.1 και 6 από το Τ.Σ.

Παρατηρούμε και σε αυτό το διάγραμμα ότι οι μαθητές έχουν μετακινηθεί σε ανώτερα επίπεδα κατά το Τ.Σ. σε σχέση με το πρώτο Φ.Α.1. Αναλυτικότερα στο προ-δομικό επίπεδο κατατάχθηκαν εννέα (9) μαθητές στο Φ.Α. 1 ενώ μόλις τέσσερις (4) στο Τ.Σ., στο μόνο-δομικό επίπεδο τέσσερις (4) στο Φ.Α.1 ενώ πέντε (5) στο Τ.Σ.. Όσον αφορά στο πολύ-δομικό επίπεδο, μόνο τρεις (3) μαθητές είχαν καταταχθεί στο Φ.Α. 1 ενώ οι διπλάσιοι (6) στο Τ.Σ., στο συσχετιστικό επίπεδο ένας (1) μαθητής στο Φ.Α.1 και δύο (2) στο Τ.Σ. Τέλος στο ανώτατο επίπεδο, θεωρητικής γενίκευσης, κατατάχθηκε η απάντηση ενός μαθητή στο Τ.Σ. η οποία γενικότερα ήταν και η μοναδική απάντηση που κατατάχθηκε σε αυτό το επίπεδο.



Σχήμα 5.6. Συγκριτική κατάταξη απαντήσεων μαθητών μεταξύ Φ.Α. και Τ.Σ. κατά SOLO, ως προς την έννοια του στατικού ηλεκτρισμού.

Το σχήμα 5.7. αφορά στις ερωτήσεις που σχετίζονται με την «μπαταρία». Αυτές είναι οι ερωτήσεις 3 από το Φ.Α.3 και 6 από το Τ.Σ. Φαίνεται και σε αυτό το διάγραμμα, ξεκάθαρα, η μετακίνηση των μαθητών προς τα δεξιά, δηλαδή προς τα ανώτερα επίπεδα. Χαρακτηριστική είναι η αύξηση του αριθμού των μαθητών στο πολύ-δομικό και συσχετιστικό επίπεδο στο Τ.Σ. σε σύγκριση με το τρίτο Φ.Α. Να επισημάνουμε ότι μετά το πέμπτο και τελευταίο δίωρο της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές δεν συμπλήρωσαν κάποιο τεστ. Το τρίτο φύλλο αξιολόγησης συμπληρώθηκε μετά τη λήξη του τρίτου και τέταρτου δίωρου, δηλαδή μετά την ολοκλήρωση της τρίτης ενότητας.

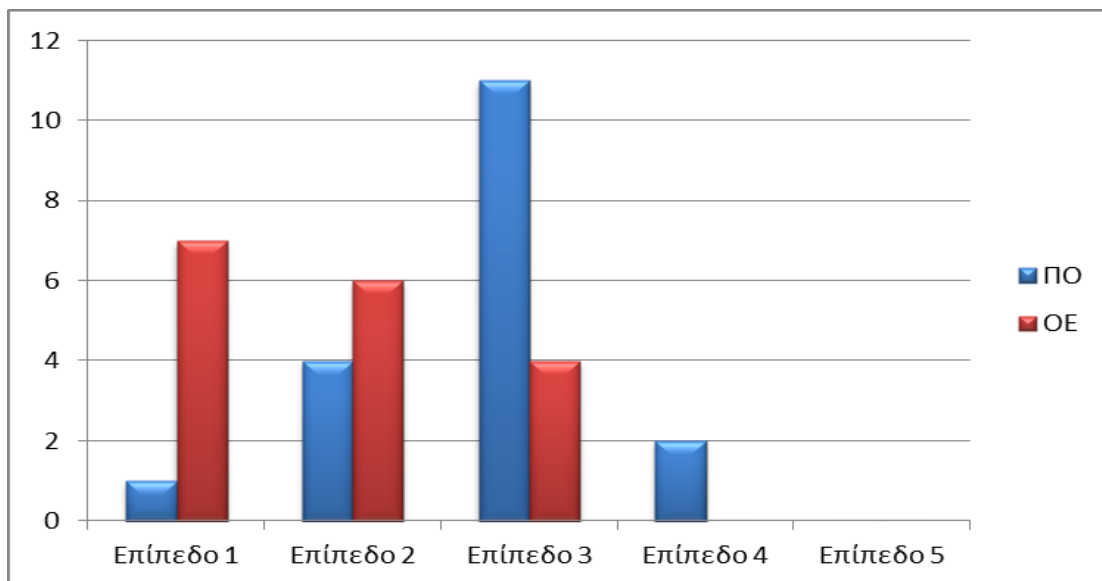


Σχήμα 5.7. Συγκριτική κατάταξη απαντήσεων μαθητών μεταξύ Φ.Α. και Τ.Σ. κατά SOLO, ως προς την έννοια της μπαταρίας.

5.4 Συγκριτική κατάταξη μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου

Στο σχήμα 5.8. απεικονίζεται η συγκριτική κατάταξη, βάσει SOLO, των απαντήσεων των μαθητών της ΠΟ και της ΟΕ για το ηλεκτρικό κύκλωμα από το τεστ συγκράτησης.

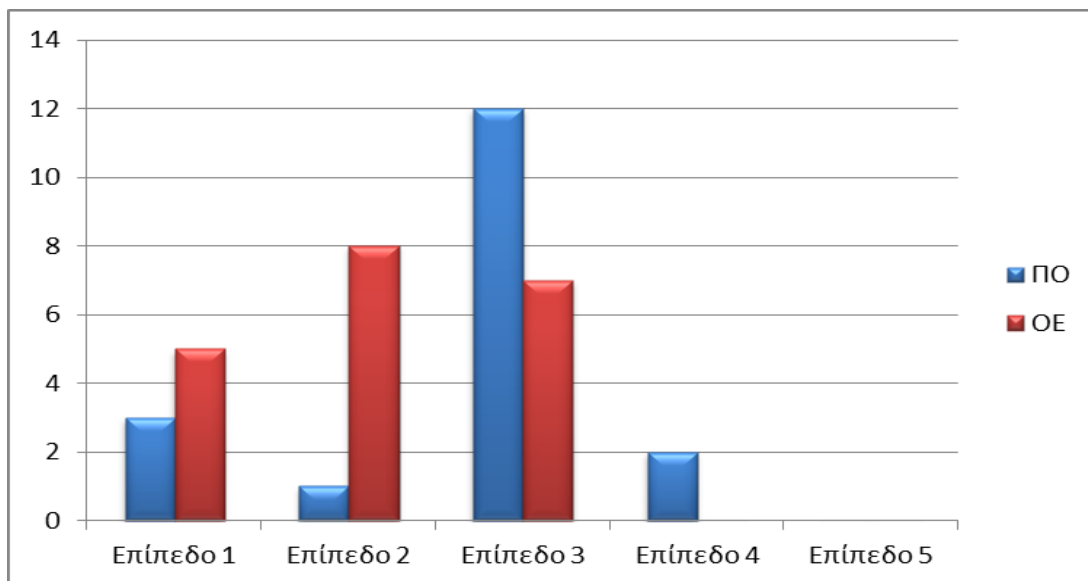
Οι απαντήσεις που κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο των μαθητών της ΠΟ ήταν μόλις μία (1) ενώ της ΟΕ ήταν επτά (7). Στο μόνο-δομικό επίπεδο τέσσερεις (4) από την ΠΟ και έξι (6) από την ΟΕ. Στο πολύ-δομικό επίπεδο έντεκα (11) από την ΠΟ και μόνο τέσσερεις (4) από την ΟΕ. Τέλος, στο συσχετιστικό επίπεδο κατατάχθηκαν δύο (2) απαντήσεις μαθητών από την ΠΟ. Φαίνεται, λοιπόν, πως οι μαθητές της ΠΟ έχουν κατανοήσει σε υψηλότερο βαθμό την έννοια του ηλεκτρικού κυκλώματος.



Σχήμα 5.8. Απαντήσεις μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα.

Στο σχήμα 5.9. απεικονίζεται η συγκριτική κατάταξη, βάσει SOLO, των απαντήσεων των μαθητών της ΠΟ και της ΟΕ για το ηλεκτρικό ρεύμα από το τεστ συγκράτησης.

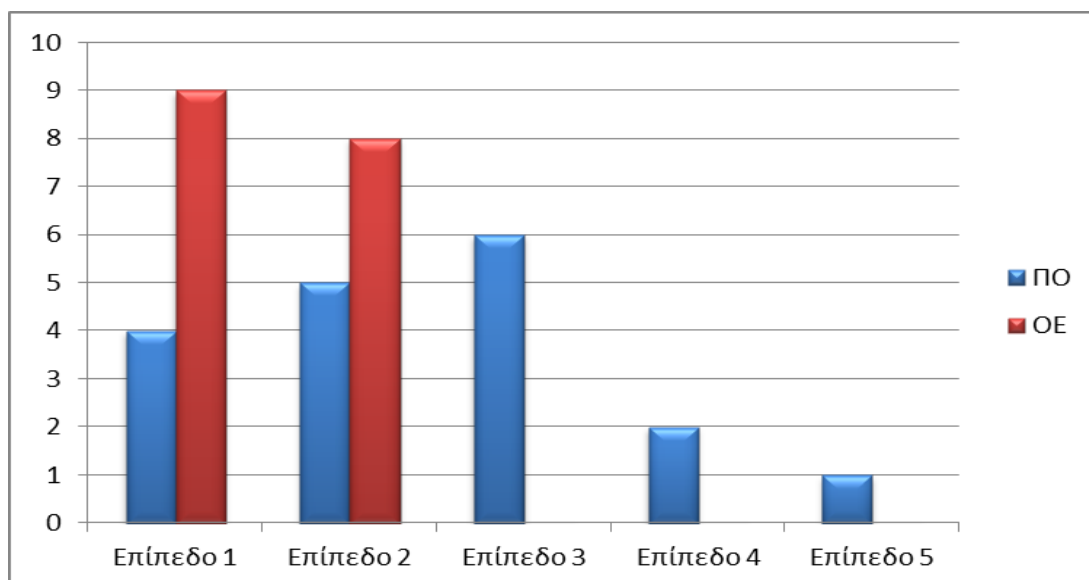
Οι απαντήσεις που κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο των μαθητών της ΠΟ ήταν δύο (2) ενώ της ΟΕ ήταν πέντε (5). Στο μόνο-δομικό επίπεδο μία (1) από την ΠΟ και οχτώ (8) από την ΟΕ. Στο πολύ-δομικό επίπεδο δώδεκα (12) από την ΠΟ και έξι (6) από την ΟΕ. Τέλος, στο συσχετιστικό επίπεδο κατατάχθηκαν δύο (2) απαντήσεις μαθητών από την ΠΟ. Φαίνεται, λοιπόν, πως οι μαθητές της ΠΟ έχουν κατανοήσει σε υψηλότερο βαθμό την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος.



Σχήμα 5.9. Απαντήσεις μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα.

Στο σχήμα 5.10. απεικονίζεται η συγκριτική κατάταξη, βάσει SOLO, των απαντήσεων των μαθητών της ΠΟ και της ΟΕ για το στατικό ηλεκτρισμό από το τεστ συγκράτησης.

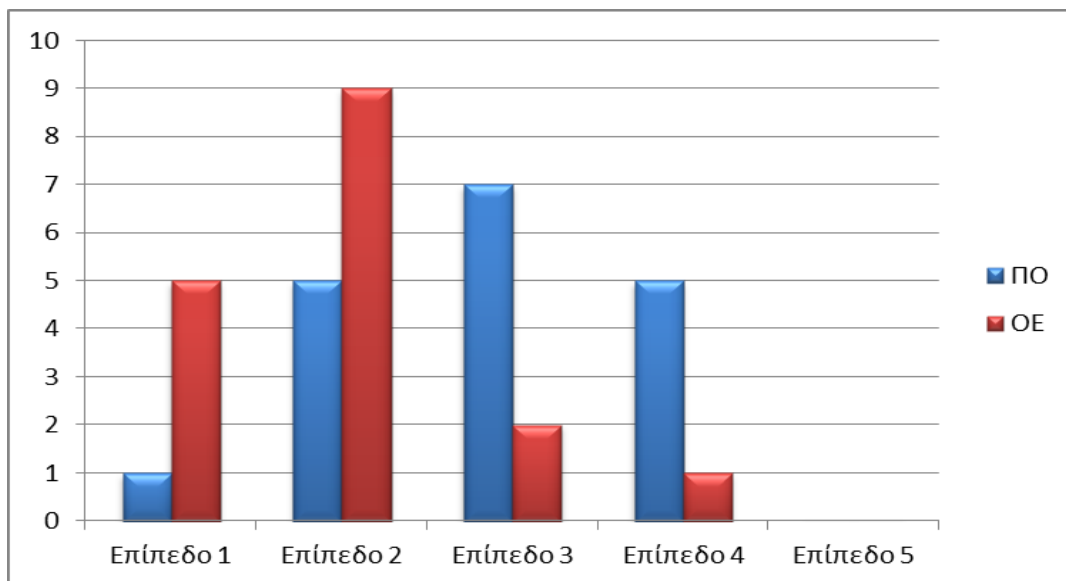
Οι απαντήσεις που κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο των μαθητών της ΠΟ ήταν τρεις (3) ενώ της ΟΕ ήταν εννέα (9). Στο μόνο-δομικό επίπεδο πέντε (5) από την ΠΟ και οχτώ (8) από την ΟΕ. Στο πολύ-δομικό επίπεδο έξι (6) από την ΠΟ και καμία από την ΟΕ. Στο συσχετιστικό επίπεδο κατατάχθηκαν δύο (2) απαντήσεις μαθητών από την ΠΟ και στο επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης μία (1) από την ΠΟ. Φαίνεται, λοιπόν, πως οι μαθητές της ΠΟ έχουν κατανοήσει σε υψηλότερο βαθμό την έννοια του στατικού ηλεκτρισμού.



Σχήμα 5.10. Απαντήσεις μαθητών για το στατικό ηλεκτρισμό.

Στο σχήμα 5.11. απεικονίζεται η συγκριτική κατάταξη, βάσει SOLO, των απαντήσεων των μαθητών της ΠΟ και της ΟΕ για τη μπαταρία από το τεστ συγκράτησης.

Οι απαντήσεις που κατατάχθηκαν στο προ-δομικό επίπεδο των μαθητών της ΠΟ ήταν μόλις μία (1) ενώ της ΟΕ ήταν πέντε (5). Στο μόνο-δομικό επίπεδο πέντε (5) από την ΠΟ και εννέα (9) από την ΟΕ. Στο πολύ-δομικό επίπεδο επτά (7) από την ΠΟ και δύο (2) από την ΟΕ. Τέλος, στο συσχετιστικό επίπεδο κατατάχθηκαν πέντε (5) απαντήσεις μαθητών από την ΠΟ και μόλις μία (1) από την ΟΕ. Φαίνεται, λοιπόν, πως οι μαθητές της ΠΟ έχουν κατανοήσει σε υψηλότερο βαθμό την έννοια της μπαταρίας.

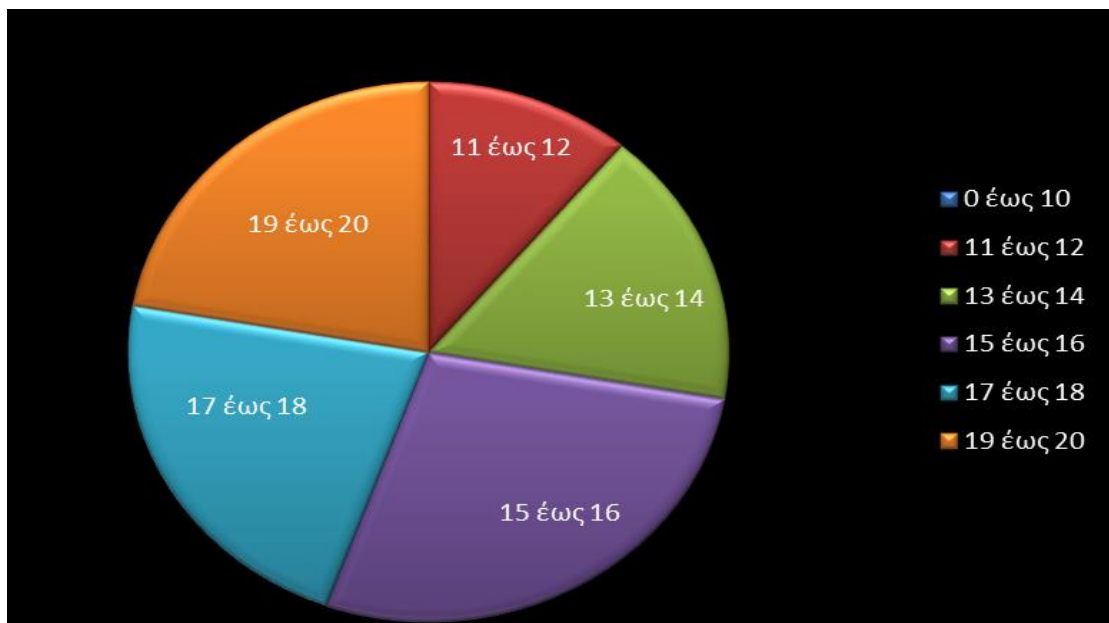


Σχήμα 5.11. Απαντήσεις μαθητών για τη μπαταρία.

5.5 Ποσοτικά δεδομένα του τεστ συγκράτησης από τις ερωτήσεις κλειστού τύπου και πολλαπλής επιλογής και σύγκριση μεταξύ ΠΟ και ΟΕ

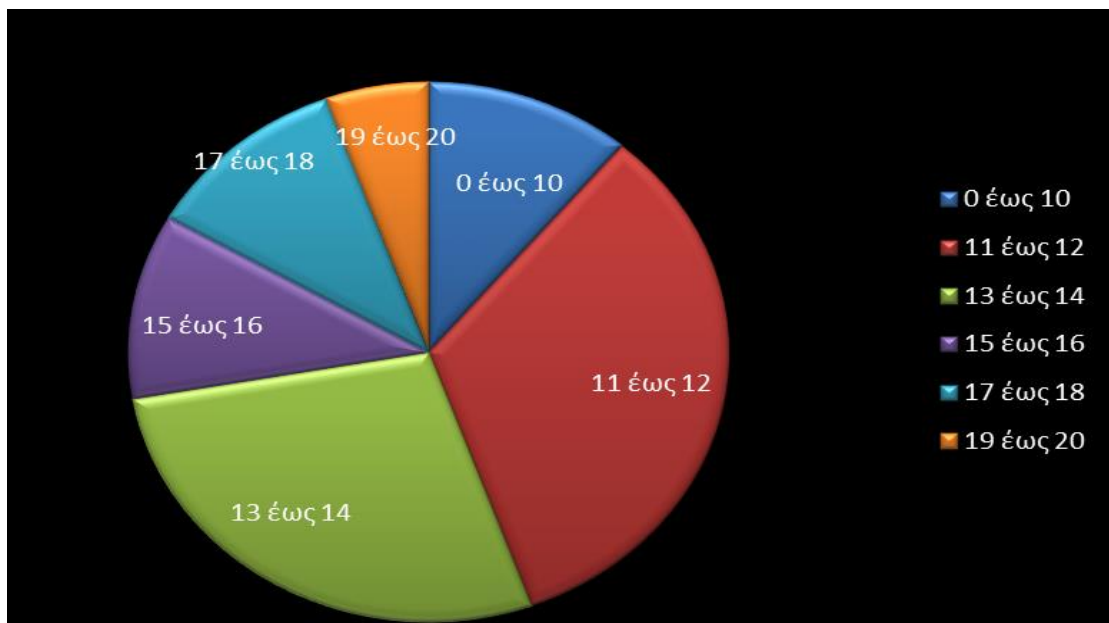
Το τεστ συγκράτησης (retention test), το οποίο συμπληρώθηκε μετά το πέρας δύο μηνών από την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, τόσο από τους μαθητές της πειραματικής ομάδας (ΠΟ) όσο και από αυτούς της ομάδας ελέγχου (ΟΕ), περιείχε εκτός από την ανοιχτού τύπου ερώτηση (6), η οποία αναλύθηκε με βάση την ταξινόμια SOLO, και πέντε ερωτήσεις κλειστού τύπου και πολλαπλής επιλογής. Οι απαντήσεις που έπρεπε να συμπληρώσουν οι μαθητές στις πέντε ερωτήσεις ήταν είκοσι.

Στο παρακάτω σχήμα 5.12. παρουσιάζονται πόσοι μαθητές από την ΠΟ είχαν από 0 έως 10 απαντήσεις σωστές (κανένας μαθητής), πόσοι είχαν από 11 έως 12 σωστές απαντήσεις (2 μαθητές), πόσοι είχαν από 13 έως 14 σωστές απαντήσεις (3 μαθητές), πόσοι από 15 έως 16 (5 μαθητές), πόσοι από 17 έως 18 (4 μαθητές) και τέλος πόσοι από 19 έως 20 (4 μαθητές). Παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές είχαν από 15 έως και 20 σωστές απαντήσεις.



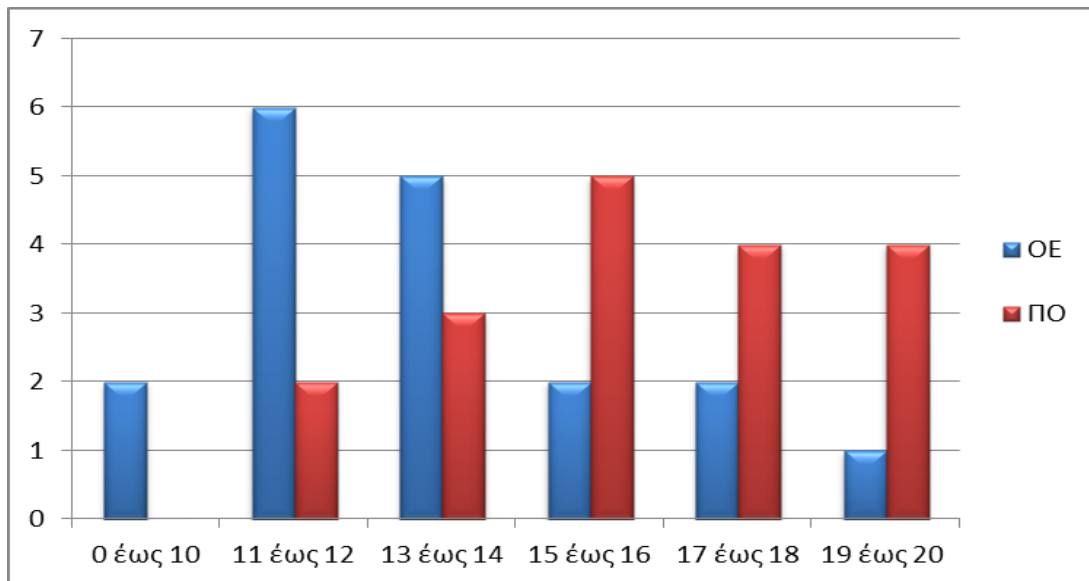
Σχήμα 5.12. Σωστές απαντήσεις μαθητών ΠΟ στο τεστ συγκράτησης.

Στο σχήμα 5.13. παρουσιάζονται πόσοι μαθητές από την ΟΕ είχαν από 0 έως 10 απαντήσεις σωστές (2 μαθητές), πόσοι είχαν από 11 έως 12 σωστές απαντήσεις (6 μαθητές), πόσοι είχαν από 13 έως 14 σωστές απαντήσεις (5 μαθητές), πόσοι από 15 έως 16 (2 μαθητές), πόσοι από 17 έως 18 (2 μαθητές) και τέλος πόσοι από 19 έως 20 (1 μαθητής). Παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές είχαν από 11 έως και 14 σωστές απαντήσεις. Επιπλέον, υπήρχαν δύο μαθητές που απάντησαν σωστά λιγότερες από τις μισές ερωτήσεις.



Σχήμα 5.13. Σωστές απαντήσεις μαθητών ΟΕ στο τεστ συγκράτησης.

Παρακάτω, στο σχήμα 5.14. απεικονίζεται η σύγκριση του αριθμού των σωστών απαντήσεων στο τεστ συγκράτησης των μαθητών της πειραματικής ομάδας και αυτών της ομάδας ελέγχου. Παρατηρούμε πως η ομάδα ελέγχου είχε λιγότερες σωστές απαντήσεις συγκριτικά με την πειραματική ομάδα. Αυτό μας οδηγεί στο ότι η πειραματική ομάδα, η οποία διδάχθηκε το κεφάλαιο του ηλεκτρισμού με διερευνητικές δραστηριότητες υποστηριζόμενες από τη χρήση ΤΠΕ, πέτυχε καλύτερο γνωστικό αποτέλεσμα από την ομάδα ελέγχου που διδάχθηκε με συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας.



Σχήμα 5.14. Σύγκριση σωστών απαντήσεων μεταξύ μαθητών ΠΟ και ΟΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο το οποίο αποτελεί το τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας έρευνας γίνεται συζήτηση με βάση την ανάλυση των δεδομένων, που προηγήθηκε. Δίνονται απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν πριν τη διεξαγωγή της έρευνας και γίνεται σύγκριση με συναφείς μελέτες, που παρουσιάστηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση. Επιπλέον, αναφέρονται οι περιορισμοί της έρευνας, καθώς και οι όποιες προοπτικές υπάρχουν για περαιτέρω έρευνα. Το κεφάλαιο κλείνει με την παράθεση προτάσεων για την ένταξη των διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από τη χρήση ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική του δημοτικού σχολείου.

6.1 Συζήτηση

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκαν οι διερευνητικές δραστηριότητες βασισμένες σε ΤΠΕ ως μαθησιακό εργαλείο για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών και πιο συγκεκριμένα για τον ηλεκτρισμό σε μαθητές δημοτικού σχολείου.

Η διδακτική παρέμβαση, η οποία χωριζόταν σε τέσσερις ενότητες σχεδιασμένες με διερευνητικές δραστηριότητες, για την πραγματοποίηση των οποίων απαιτούνταν η χρήση νέων τεχνολογιών, καταλήγοντας στην κατασκευή ηλεκτρικών κυκλωμάτων σε προσομοιωτή αλλά και με πραγματικά υλικά από τους μαθητές, εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο του εποικοδομισμού και ειδικότερα στο πεδίο της διερευνητικής μάθησης. Μέσω της ανάλυσης των ερευνητικών αποτελεσμάτων αποδείχθηκε η οικοδόμηση της γνώσης από τους μαθητές και η επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής σχετικά με τον ηλεκτρισμό.

Αναλυτικότερα, αναδείχθηκε η αξία, η χρησιμότητα και η συμβολή των διερευνητικών δραστηριοτήτων, υποστηριζόμενες από ΤΠΕ, ως διδακτική στρατηγική σε σύγκριση με τις συμβατικές παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Η έρευνα αυτή δείχνει ότι:

- οι μαθητές που διδάχτηκαν με βάση τη διερευνητική μάθηση βασισμένη στις νέες τεχνολογίες οικοδόμησαν καλύτερα τις έννοιες και τα φαινόμενα του ηλεκτρισμού.
- οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ είναι ένα εργαλείο που μπορεί να ενταχθεί στην εκπαιδευτική πρακτική οδηγώντας σε επιτυχή γνωστικά αποτελέσματα.
- η διαδικασία της διερεύνησης προκαλεί μεγάλο ενδιαφέρον στους μαθητές και τους ωθεί να θέλουν να μάθουν, έτσι οι διερευνητικές μαθησιακές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ οδηγούν τους μαθητές ευχάριστα προς την ενεργή μάθηση.
- εκπαιδευτικά λογισμικά, προσομοιωτές, εκπαιδευτικά βίντεο και ιστοεξερευνήσεις μπορούν να αποτελέσουν εργαλεία που ενταγμένα στο πλαίσιο της διερευνητικής μάθησης συμβάλουν στην καλύτερη και βαθύτερη οικοδόμηση της γνώσης.

Στη συνέχεια της συγκεκριμένης ενότητας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων και γίνεται μία προσπάθεια ερμηνείας τους βασιζόμενοι στο θεωρητικό πλαίσιο, απαντώντας ταυτόχρονα στα ερευνητικά ερωτήματα.

Ερευνητικό ερώτημα 1: «Η διερευνητική μάθηση με τη χρήση ΤΠΕ, ως εκπαιδευτική, μαθησιακή στρατηγική, συμβάλλει και πώς στην οικοδόμηση εννοιών του ηλεκτρισμού;»

Η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων κατέδειξε ότι οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση νέων τεχνολογιών είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο οικοδόμησης της γνώσης των φαινομένων του ηλεκτρισμού. Και στις τέσσερις ενότητες της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές κατάφεραν να ξεπεράσουν τις παρανοήσεις που είχαν διαμορφώσει για το εν λόγω θέμα.

Σύμφωνα με τους Kahle and Meece (1994) οι παρανοήσεις είναι εντονότερες στα κορίτσια και λιγότερες στα αγόρια. Η άποψη αυτή επικρατεί και στην ευρύτερη βιβλιογραφία που κατατάσσει τους αρσενικούς μαθητές σε πιο υψηλές επιδόσεις στο μάθημα της φυσικής από τους θηλυκούς, αποδίδοντας την αιτία στο γεγονός ότι τα κορίτσια δημιουργούν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από τα αγόρια λανθασμένες αντιλήψεις σε έννοιες και φαινόμενα των φυσικών επιστημών (Sencar et al., 2011). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας καθώς τα κορίτσια του δείγματος ανταποκρίθηκαν αποτελεσματικότερα στις διερευνητικές δραστηριότητες που τους ζητήθηκαν να πραγματοποιήσουν. Οι ομάδες των μαθητών ήταν μικτές, αποτελούνταν και από αγόρια και από κορίτσια, τα κορίτσια είχαν αναλάβει συντονιστικό και

καθοδηγητικό ρόλο καθώς επίσης ήταν εκείνα που αναλάμβαναν πρωτοβουλίες και έδειχναν μεγαλύτερη προθυμία να παρουσιάσουν τα συμπεράσματα της ομάδας τους.

Μία από τις πιο συχνές παρανοήσεις για τον ηλεκτρισμό, που παρουσίασαν και οι μαθητές του δείγματος της παρούσας έρευνας, είναι η λειτουργία και η φόρτιση της μπαταρίας. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην εργασία των McDermott & Shaffer ακόμα και οι μαθητές με καλή επίδοση που διδάχθηκαν με την παραδοσιακή διδασκαλία δεν μπόρεσαν να συνδέσουν την ενδεχόμενη καταστροφή συσκευής στο κύκλωμα με την αλλαγή στην τιμή του ρεύματος. Η αντίληψη ότι η μπαταρία παρέχει στο κύκλωμα σταθερό ρεύμα και όχι σταθερή τάση (Cohen et al., 1983) ήταν επίμονα ριζωμένη. Το αντίθετο συνέβη σε αυτούς τους μαθητές που διδάχθηκαν την ενότητα με τη χρήση υπολογιστή. Τα ίδια αποτελέσματα με την παραπάνω έρευνα παρουσιάζει και η παρούσα. Οι μαθητές που διδάχθηκαν με τις διερευνητικές δραστηριότητες βασισμένες σε ΤΠΕ, κατάφεραν σε μεγαλύτερο βαθμό να καταρρίψουν την παραπάνω παρανόηση σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου που διδάχθηκαν με παραδοσιακό τρόπο.

Επιπλέον οι μαθητές είχαν την παρανόηση, που συναντάμε και στη βιβλιογραφία, ότι σε ένα κύκλωμα παρέχεται ρεύμα από την μπαταρία και μεταφέρεται στο λαμπτήρα, όπου ορισμένο από αυτό έχει εξαντληθεί. Οι μαθητές θεωρούσαν ότι ορισμένο από το ρεύμα επιστρέφεται στην μπαταρία για να επαναλάβει τον κύκλο, γεγονός που αποδεικνύεται από το γεγονός ότι χρειάζεστε ένα καλώδιο επιστροφής.

Οι παρανοήσεις των μαθητών του δείγματος, συμφωνούσαν με τις παρανοήσεις των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου (ΥΠΕΠΘ, 2006) μόνο που παρουσίαζαν και κάποιες επιπλέον παρανοήσεις. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές αντιμετώπισαν αρχικά δυσκολία στο να διακρίνουν τις έννοιες «ηλεκτρικό ρεύμα», «στατικός ηλεκτρισμός», «φορτίο», «ηλεκτρική ενέργεια». Στην έρευνα του Shipstone (1984) αναφέρεται ότι οι μαθητές, όπως και οι μαθητές του δείγματος της παρούσας έρευνας, συγχέουν συχνά τις παραπάνω έννοιες. Θεωρούν πως το ρεύμα και η τάση ρέουν μέσα στο κύκλωμα και μάλιστα πιστεύουν ότι η τάση είναι το αποτέλεσμα του ρεύματος και όχι η αιτία. Στην παραπάνω έρευνα οι μαθητές μπερδεύαν τις έννοιες «τάση» και «ηλεκτρικό ρεύμα».

Είχαν την παρανόηση σχετικά με τη «διατήρηση φορτίου» και διαπιστώθηκαν παρανοήσεις σχετικά με το μοντέλο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Διαπιστώθηκαν παρανοήσεις που αφορούσαν το μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων αφού θεωρούσαν ότι υπάρχουν δύο ρεύματα που συναντιούνται, συγκρούονται και παράγουν «ηλεκτρισμό» που ανάβει τη λάμπα (Osborne, 1983). Επίσης αυτό της εξασθένισης του ρεύματος αφού θεωρούσαν ότι όταν συνδέουμε σε ένα κλειστό κύκλωμα δύο λαμπτήρες σε σειρά, ο δεύτερος λαμπτήρας θα φωτοβολεί λιγότερο από τον προηγούμενό του (Osborne, 1983). Τέλος, διαπιστώθηκε παρανόηση σχετική με τη λειτουργία του λαμπτήρα. Οι μαθητές θεωρούσαν ότι ο λαμπτήρας «παράγει ενέργεια και έτσι φωτίζει». Η ίδια παρανόηση παρουσιάζεται και στη βιβλιογραφία σε μαθητές δημοτικού σύμφωνα με τους Suchai & Thasaneeya (2012).

Μέσα από τη διδακτική παρέμβαση, που κατέληγε στην κατασκευή ηλεκτρικών κυκλωμάτων τόσο εικονικά όσο και πραγματικά, οι μαθητές διόρθωσαν τις παρανοήσεις τους και οικοδόμησαν τη γνώση για τον ηλεκτρισμό. Η αποτελεσματική χρήση των διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από ΤΠΕ σε συνδυασμό με πραγματικά πειράματα και η οικοδόμηση της γνώσης, αποδείχθηκε και στην τελευταία φάση της διεξαγωγής της έρευνας στο τεστ συγκράτησης. Στις τέσσερις πρώτες ερωτήσεις, στις οποίες έπρεπε να επιλέξουν τα σωστά σκίτσα έτσι ώστε να ανάβουν οι λαμπτήρες στα ηλεκτρικά κυκλώματα, να υπάρχει σωστή συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος και να αναπαρίσταται το σωστό είδος σύνδεσης, οι μαθητές ανταποκρίθηκαν πολύ καλά. Το ίδιο καλά ανταποκρίθηκαν οι μαθητές και στην ερώτηση 5, στην οποία έπρεπε να διακρίνουν τις έννοιες «ηλεκτρικό ρεύμα», «ηλεκτρισμός», «ηλεκτρική ενέργεια», «φορτίο», «ηλεκτρική πηγή», «αγωγός», «μονωτές» και «διακόπτης». Τέλος, στην ερώτηση 6, η οποία ζητούσε από τους μαθητές να εξηγήσουν με δικά τους λόγια τις έννοιες «ηλεκτρικό κύκλωμα», «ηλεκτρικό ρεύμα», «στατικός ηλεκτρισμός» και «μπαταρία», ανταποκρίθηκαν σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό.

Ανάλογα αποτελέσματα, που αφορούν στις φυσικές επιστήμες και συγκεκριμένα στον ηλεκτρισμό σε μαθητές Γυμνασίου, συναντάμε στην έρευνα σε διπλωματικό επίπεδο της Κορίκη (2014), όπου οι μαθητές παρουσίαζαν παρανοήσεις σχετικά με το μοντέλο του ηλεκτρικού κυκλώματος, όπως και στην παρούσα έρευνα. Συγκεκριμένα παρουσίαζαν την παρανόηση ότι η μπαταρία παράγει ηλεκτρισμό, επίσης ότι οι λαμπτήρες καταναλώνουν ηλεκτρισμό και τέλος παρουσίαζαν παρανοήσεις που αφορούσαν στο μοντέλο του ηλεκτρικού κυκλώματος και συγκεκριμένα παρουσίασαν τα μοντέλα συγκρουόμενων ρευμάτων και εξασθένησης του ρεύματος. Κατά τη διδακτική παρέμβαση της παραπάνω έρευνας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Edison και το οποίο βοήθησε τους μαθητές να οικοδομήσουν καλύτερα τη γνώση σε σχέση με τους μαθητές που διδάχθηκαν την ενότητα του ηλεκτρισμού με παραδοσιακές μεθόδους.

Αντίθετα, στην έρευνα των Kock et al., (2011), που αφορούσε στις φυσικές επιστήμες και συγκεκριμένα στον ηλεκτρισμό σε μαθητές όμως Γυμνασίου, στην οποία έγινε προσπάθεια να αυξήσουν την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, μέσω δημιουργίας μίας κουλτούρας στην τάξη στην οποία οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά μέσω διερευνητικών δραστηριοτήτων και μοιράζονταν τις διαπιστώσεις τους, αποδείχθηκε ότι τόσο η αλλαγή της κουλτούρας της τάξης όσο και η αύξηση της εννοιολογικής κατανόησης μπόρεσε εν μέρει να υλοποιηθεί. Αυτό το αποδίδουν σε τρεις παράγοντες, πρώτον στο γεγονός ότι οι ανοιχτές έρευνες μαθητών (open student investigations) πρέπει να είναι πολύ καλά δομημένες, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορέσουν να βρουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων, πάνω στα οποία μπορούν να βασιστούν. Δεύτερον, στο ότι πρέπει να προσφέρεται στους μαθητές μια πρώτη θεωρητική αφετηρία για να μπορέσουν να κατασκευάσουν σωστές θεωρίες από εμπειρικά δεδομένα. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να προσφέρουν στους μαθητές σημαντική στήριξη έτσι ώστε να τους βοηθήσουν να προσανατολίσουν τα κίνητρά τους από το σχολείο στην επιστήμη (Kock et al., 2011).

Όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφική επισκόπηση της παρούσας εργασίας στην παρούσα έρευνα, σε αντίθεση με την παραπάνω, οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν έχοντας λάβει υπόψη μας τους τρεις παραπάνω παράγοντες και έτσι επιλέξαμε να ανήκουν στον τύπο της καθοδηγούμενης διερεύνησης. Παρείχαμε μία θεωρητική αφετηρία στους μαθητές καθώς και υποστήριξη (scaffolding) όταν το χρειαζόνταν. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματά της παρούσας έρευνας με αυτήν των Kock et al διαφέρουν.

Ερευνητικό ερώτημα 2: «Πώς συνέβαλαν στη μάθηση οι διερευνητικές δραστηριότητες της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης; Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα, ανάμεσα στη διδακτική παρέμβαση με χρήση διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από ΤΠΕ και στην παραδοσιακή διδασκαλία;»

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης, οι μαθητές διεξάγοντας διερευνητικές δραστηριότητες διατυπώνουν ερωτήματα, αναπτύσσουν υποθέσεις, σχεδιάζουν και πραγματοποιούν πειράματα, καταγράφουν δεδομένα, τα αναλύουν και εξάγουν συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας κατέδειξαν ότι οι μαθητές οργανωμένοι σε ομάδες κατάφεραν να διατυπώνουν ερωτήματα σχετικά με το προς διερεύνηση γνωστικό αντικείμενο κάθε φορά, να αναπτύσσουν υποθέσεις, να πραγματοποιούν πειράματα, να καταγράφουν τις παρατηρήσεις και τα δεδομένα τους, να τα αναλύουν και να εξάγουν συμπεράσματα. Τις παραπάνω διαδικασίες τις ακολούθησαν οι μαθητές σε όλα τα δίωρα της διδακτικής παρέμβασης. Αυτό αποδεικνύεται από τα ομαδικά φύλλα εργασίας που συμπλήρωναν οι μαθητές και από τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας καθώς και από τις βιντεοσκοπήσεις της διδακτικής παρέμβασης.

Οι μαθητές ανταποκρίθηκαν πολύ καλά σε όλες τις διερευνητικές δραστηριότητες υποστηριζόμενες με ΤΠΕ, οι οποίες τους ώθησαν να ερευνήσουν και να ακολουθήσουν τα βήματα μεθοδολογίας της επιστημονικής έρευνας.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας επιβεβαιώνονται και από την έρευνα των Sickel et al. (2013), στην οποία σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μία διδακτική παρέμβαση σε μαθητές δημοτικού, σχετικά με τον ήχο, με διερευνητικές δραστηριότητες. Οι μαθητές εργάστηκαν σε

ομάδες. Οι διερευνητικές δραστηριότητες που σχεδίασαν οι ερευνητές κινητροδότησαν τους μαθητές να ερευνήσουν.

Από τη σύγκριση των απαντήσεων των μαθητών στο τεστ συγκράτησης, το οποίο συμπλήρωσαν και οι μαθητές της πειραματικής ομάδας (ΠΟ) και οι μαθητές της ομάδας ελέγχου (ΟΕ), μετά το πέρας δύο μηνών από τη διδακτική παρέμβαση, προέκυψε πως οι μαθητές της ΠΟ, οι οποίοι συμμετείχαν στις διερευνητικές δραστηριότητες υποστηριζόμενες με ΤΠΕ, έδωσαν πιο ολοκληρωμένες, πιο ακριβείς και πιο πλήρεις απαντήσεις όσον αφορά στον ορισμό των εννοιών «ηλεκτρικό κύκλωμα», «ηλεκτρικό ρεύμα», «στατικός ηλεκτρισμός» και «μπαταρία» σε σχέση με τους μαθητές της ΟΕ. Οι μαθητές της ΟΕ που είχαν διδαχτεί τις αντίστοιχες ενότητες με την παραδοσιακή μέθοδο διάλεξης του εκπαιδευτικού, βιβλιοκεντρικά και χρησιμοποιώντας την επίδειξη ενός ηλεκτρικού κυκλώματος από τον εκπαιδευτικό αντί για εκτέλεση πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές, διατήρησαν σε μεγάλο βαθμό τις παρανοήσεις τους για τις υπό μελέτη έννοιες. Συγκεκριμένα, στις πλειονότητα των απαντήσεων των μαθητών της ΟΕ δεν υπήρχε λογική δομή και παρατηρήθηκε μια αδυναμία διάκρισης των εννοιών «ηλεκτρική ενέργεια», «ηλεκτρικό ρεύμα», «φορτίο», «στατικός ηλεκτρισμός». Υπήρξε μία σύγχυση μεταξύ μη επιστημονικών/κοινών αντιλήψεων και των εννοιών της σχολικής γνώσης που διδάχθηκαν στην τάξη. Φαίνεται ότι, η χρήση των διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από νέες τεχνολογίες, ως εργαλείου οικοδόμησης της γνώσης από τους ίδιους τους μαθητές, αποτελεί μια αποτελεσματική στρατηγική που μπορεί να ενισχύσει τη μάθηση και να συμβάλει στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών.

Ανάλογα αποτελέσματα παρουσιάζονται και στην έρευνα της Papaevripidou et al. (2007), στην οποία μελετήθηκε η απόκτηση και η μεταφορά της μοντελοποίησης σε διάφορους τομείς σε μαθητές δημοτικού. Οι διδακτικές παρεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν επικεντρώθηκαν στα θαλάσσια οικοσυστήματα και για τη διεξαγωγή τους χρησιμοποιήθηκε η μοντελοποίηση και φύλλα εργασίας. Τα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης δείχνουν ότι η ανάπτυξη της ικανότητας της μοντελοποίησης ενισχύθηκε αποτελεσματικά μέσω της προσέγγισης της μοντελοποίησης, δεδομένου ότι μετά από οδηγίες, οι μαθητές ήταν σε θέση να μεταφέρουν αυτά που έμαθαν σε άγνωστες καταστάσεις. Αντίθετα, η πιο παραδοσιακή προσέγγιση δεν προώθησε την ανάπτυξη των ίδιων πτυχών στην ικανότητα μοντελοποίησης των μαθητών.

Ερευνητικό ερώτημα 3: «Ενισχύουν οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ το κίνητρο συμμετοχής των μαθητών και τελικά, τη μάθηση; Αποτελούν μια μαθησιακή στρατηγική, που μπορεί να ενταχθεί στην καθημερινή πρακτική του δημοτικού σχολείου;»

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας αποδείχθηκε ότι ακόμα και σε μαθητές, οι οποίοι δεν έχουν εξοικειωθεί με νέες μεθόδους διδασκαλίας, είναι απολύτως εφικτή η εισαγωγή διερευνητικών δραστηριοτήτων βασισμένες στις ΤΠΕ. Οι μαθητές σε μικρό χρονικό διάστημα εξοικειώνονται με τις αρχές της διερευνητικής μάθησης και μετά από λίγο αρχίζουν να ακολουθούν με δική τους πρωτοβουλία τα βήματα μεθοδολογίας της επιστημονικής έρευνας. Φυσικά αυτό απαιτεί την πραγματοποίηση των κατάλληλων δραστηριοτήτων έτσι ώστε αυτές να ωθούν και να κινητροδοτούν τους μαθητές να ερευνήσουν. Επιπλέον οι μαθητές που δεν είναι εξοικειωμένοι με την έρευνα θα πρέπει να εισαχθούν σε αυτή αρχικά λαμβάνοντας μεγάλη υποστήριξη, καθοδήγηση και βοήθεια (scaffolding), οι οποίες σιγά σιγά θα φθίνουν, σύμφωνα και με έρευνες των Lazonder et al. (2009).

Οι περισσότερες έρευνες εστιάζουν στη χρήση των διερευνητικών δραστηριοτήτων και δεν βρέθηκαν μελέτες που να εστιάζουν στην εισαγωγή και την ένταξη τους στην εκπαιδευτική πρακτική.

Οι μαθητές χαίρονταν ιδιαίτερα στο άκουσμα ότι δεν χρειάζεται να ανοίξουν τα βιβλία τους, καθώς έχουν συνδέσει τα σχολικά εγχειρίδια με κάτι αυστηρό, βαρετό και χωρίς δημιουργικότητα. Το γεγονός και μόνο ότι έκαναν κάτι χωρίς βιβλίο τους προκαταλάμβανε πολύ θετικά. Επιπλέον, όταν άκουγαν ότι θα κάνουν οι ίδιοι κάποιο πείραμα ενθουσιάζονταν αφού είχαν συνηθίσει τα προηγούμενα χρόνια στην επίδειξη από τον εκπαιδευτικό. Όταν τους ανακοινώθηκε

ότι οι ίδιοι θα πρέπει να διερευνήσουν και να ανακαλύψουν τη γνώση ακολουθώντας κάποια συγκεκριμένα βήματα όπως κάνουν οι επιστήμονες έδειξαν μεγάλη προσοχή και ανυπομονούσαν να αρχίσει η διαδικασία. Το ενδιαφέρον τους έγινε πιο έντονο όταν αντιλήφθηκαν ότι θα χρησιμοποιούν και τον Η/Υ.

Τα λογισμικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στις δραστηριότητες διερεύνησης ήταν αρκετά φιλικά στους μαθητές και δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες στη χρήση τους. Η χρήση τους ενέπλεξε τους μαθητές και προκάλεσε τη συμμετοχή τους καταργώντας έτσι τη μετωπική δασκαλοκεντρική διδασκαλία. Τα πειράματα τα οποία εκτέλεσαν οι μαθητές τους φάνηκαν πολύ ενδιαφέροντα και τους έδωσαν το κίνητρο να θέλουν να ερευνήσουν περαιτέρω. Το γεγονός ότι οι μαθητές κλήθηκαν να ανακαλύψουν τη γνώση μέσα από διερεύνηση και αλληλεπίδραση τόσο μεταξύ τους όσο και με τον Η/Υ προκάλεσε το ενδιαφέρον τους και κινητοποίησε όλους τους μαθητές, ακόμα και τους «αδύναμους» ή «ατίθασους», οι οποίοι έδειξαν μεγάλο ζήλο να ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες και ενισχύθηκαν από αυτή την αλληλεπίδραση.

Γενικότερα, φάνηκε ότι η χρήση μέσων που αποτελούν μέρος της κουλτούρας και των ενδιαφερόντων των μαθητών εκτός σχολείου, όπως οπτικοακουστικό υλικό σαν τον υπολογιστή, κατέστησε το μάθημα πιο ενδιαφέρον και την οικοδόμηση της γνώσης πιο εύκολη και πιο μεγάλη. Ο υπολογιστής είναι εικόνα πολύ οικεία στους μαθητές, οι οποίοι ανήκουν στη γενιά των ΤΠΕ. Οι ΤΠΕ αποτελούν ένα αντικείμενο αγαπητό για την πλειοψηφία των μαθητών και επομένως αποτελούν από μόνες τους σημείο έλξης, εξάπτουν την περιέργεια των μαθητών και τους προκαλούν εντύπωση και μεγαλύτερη συγκέντρωση, αφού παρασύρονται από την εικόνα και τον ήχο.

Σε παρόμοια έρευνά του ο Cook (2006) χρησιμοποίησε αντίστοιχα λογισμικά σε μαθητές δημοτικού. Τα λογισμικά αυτά θεωρήθηκαν «διασκεδαστικά» από τους ίδιους τους μαθητές. Τα χαρακτήρισαν εύκολα στη χρήση τους και χαρούμενα δείχνοντας έτσι ότι πρόκειται για εύχρηστα και φιλικά.

6.2 Περιορισμοί της έρευνας

Η επιλογή ενός βολικού δείγματος, ήταν ένας από τους περιορισμούς της παρούσας έρευνας, έτσι ώστε να υπάρξει η δυνατότητα σχεδιασμού και υλοποίησης της εκπαιδευτικής παρέμβασης με τη χρήση διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενη από ΤΠΕ.

Το δείγμα των μαθητών που χρησιμοποιήθηκε ήταν σχετικά μικρό κι έτσι τα συμπεράσματα δεν μπορεί παρά να αναφέρονται μόνο στο συγκεκριμένο δείγμα. Παρότι το σχολείο που διεξήχθη η έρευνα θεωρείται ένα σχολείο με ειδικά χαρακτηριστικά, με πολλούς μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες και ιδιαιτερότητες, καθώς βρίσκεται σε μια δύσκολη περιοχή της Αττικής, στο Μενίδι, τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν θετικά, σε ότι αφορά στην αξιοποίηση των διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από ΤΠΕ ως γνωστικό εργαλείο στο δημοτικό σχολείο. Η γενίκευσή τους θα πρέπει να πραγματοποιηθεί με επιφύλαξη, λόγω περιορισμών στην αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος.

Ενδεχομένως, η υλοποίηση ανάλογων μελετών σε άλλα εκπαιδευτικά πλαίσια (μαθησιακό αντικείμενο, σχολείο κ.λπ.) στην ίδια ή σε διαφορετική εκπαιδευτική βαθμίδα ή από άλλους ερευνητές θα μπορούσε να ενισχύσει τη σημασία και την αξιοπιστία της παρούσας μελέτης.

6.3 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

Η παρούσα έρευνα ανέδειξε σημαντικά θέματα για συζήτηση που αφορούν στις διερευνητικές δραστηριότητες υποστηριζόμενες με ΤΠΕ ως εργαλείο μάθησης και θέτει μελλοντικές ερευνητικές προοπτικές.

Θα παρουσίαζε μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον εάν διερευνούνταν περαιτέρω οι πορεία των μαθητών, που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση, σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα εκτός των Φυσικών Επιστημών, όπως η Ιστορία, τα Μαθηματικά, η Γεωγραφία, η Γλώσσα με τη χρήση διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από ΤΠΕ. Περιμένοντας ότι η συστηματική χρήση των διερευνητικών δραστηριοτήτων βασισμένες σε ΤΠΕ ως μαθησιακό εργαλείο, στο πλαίσιο εποικοδομιστικών διδακτικών παρεμβάσεων, θα δώσει καλύτερα αποτελέσματα σε ότι αφορά στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών. Παράλληλα, θα αναδείξει πτυχές που συμβάλλουν στη μάθηση που οι περιορισμοί της παρούσας μελέτης δεν επέτρεψαν να διερευνηθούν.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επίσης, θα παρουσίαζε η πραγματοποίηση εκ νέου της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης χωρίς όμως τη συνεργασία των μαθητών σε ομάδες, αλλά ο κάθε μαθητής να πραγματοποιούσε τις δραστηριότητες μόνος. Θα προέκυπταν ενδιαφέροντα συμπεράσματα σχετικά με το πόσο ωφέλιμη είναι τελικά η συνεργασία μεταξύ των συμμαθητών στη διερευνητική μάθηση. Θα είχαμε άραγε τα ίδια αποτελέσματα σε σύγκριση με την παρούσα έρευνα;

6.4 Προτάσεις για την ένταξη διερευνητικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική του δημοτικού σχολείου

Η εισαγωγή των διερευνητικών δραστηριοτήτων βασισμένες στη χρήση ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία και στη γενικότερη εκπαιδευτική πρακτική του δημοτικού σχολείου, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ένας από τους βασικότερους παράγοντες είναι οι παιδαγωγικές αντιλήψεις του εκπαιδευτικού σε σχέση με τη μάθηση, ο οποίος επηρεάζει καθοριστικά στο ποιες μεθόδους θα επιλέξει στη διδασκαλία τους. Δεύτερον, η σχολική κουλτούρα που επικρατεί στο σχολείο, η οποία επηρεάζει και διευκολύνει ή παρεμποδίζει τον κάθε εκπαιδευτικό στο να υιοθετήσει κάτι καινούριο στην διδακτική πράξη. Επιπλέον, μεγάλο ρόλο διαδραματίζει η τεχνολογική υποδομή που διαθέτει το σχολείο, καθώς οι νέες μέθοδοι χρειάζονται μέσα τα οποία αν ένα σχολείο δεν διαθέτει και δεν είναι καν πρόθυμο να διαθέσει τότε είναι πάρα πολύ δύσκολο οι εκπαιδευτικοί που το επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες ενταγμένες στη διδασκαλία τους και όχι εμβόλιμα. Τέλος, οι γενικότερες στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών. Ως εκ τούτου, δημιουργείται ένα ιδιαίτερο σύστημα, που απαιτεί μεθοδική αντιμετώπιση.

Η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης, αρχικά, απαιτεί την υιοθέτηση βασικών ιδεών του εποικοδομισμού, τη δημιουργία ανοικτών μαθησιακών περιβαλλόντων και αλλαγές σε δομικά στοιχεία της εκπαίδευσης, όπως στα μοντέλα διδασκαλίας, στο ρόλο του δασκάλου και του μαθητή. Ο εκπαιδευτικός εφ' όσον τοποθετήσει το μαθητή στο κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, θα πρέπει να ακολουθήσει κάποια βήματα για την εισαγωγή διερευνητικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ΤΠΕ.

Ειδικότερα, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να μην αναλωθεί με την παρουσίαση θεωρητικών στοιχείων στους μαθητές, αλλά να επιμείνει στον τρόπο και τα βήματα που θα ακολουθήσουν έτσι ώστε να φτάσουν στην ανακάλυψη της γνώσης. Θα πρέπει να δώσει την πρωτοβουλία στους ίδιους

τους μαθητές να ανακαλύψουν τη γνώση ακολουθώντας τα βήματα στα οποία θα τους οδηγήσει. Θα πρέπει να έχει πάντα στη διάθεση των μαθητών υποστηρικτικό και καθοδηγητικό υλικό, ειδικά αν βρίσκονται σε αρχικό στάδιο. Οι δραστηριότητες διερεύνησης που θα χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε να προκαλούν την περιέργεια και το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους ωθούν να ερευνήσουν. Η διερευνητική μάθηση βασίζεται στην απορία και στον προβληματισμό που προκύπτει. Σημαντικό επίσης είναι οι μαθητές να ενεργούν οι ίδιοι, όχι απλά να παρακολουθούν. Άρα όλες τις δραστηριότητες θα πρέπει να τις σχεδιάζει ο εκπαιδευτικός με βάση το ερώτημα «τι θα κάνει ο μαθητής» και όχι «τι θα κάνει ο εκπαιδευτικός».

Οι διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ μπορούν να εφαρμοστούν σε πολλά γνωστικά αντικείμενα, το βασικό θέμα μπορεί είτε να το επιλέξει ο εκπαιδευτικός, είτε οι μαθητές σε συνεργασία μαζί του. Ανάλογα με το πόσο εξοικειωμένοι είναι οι μαθητές με τις φάσεις και διαδικασίες διεξαγωγής μιας έρευνας θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να επιλέξει και τον κατάλληλο τύπο διερεύνησης. Για τους μαθητές δημοτικού προτείνεται η καθοδηγούμενη διερεύνηση με φθίνουσα, βέβαια, καθοδήγηση.

Η ένταξη των διερευνητικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ΤΠΕ θα πρέπει να ενταχθεί σταδιακά, ξεκινώντας από την παρουσίαση των βημάτων που ακολουθεί ένας επιστήμονας όταν ερευνά. Είναι δεδομένο ότι θα ανακύψουν δυσκολίες, τις οποίες μόνο μέσα από τη διαρκή επιμόρφωση, τη συνεχή προσπάθεια, τον αναστοχασμό και την αλληλεπίδραση με άλλους συναδέλφους που έχουν συναφή προβληματισμούς θα προκύψουν τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα.

6.5 Επίλογος

Η διερευνητική μάθηση είναι «ταυτόχρονα κάτι που οι μαθητές μαθαίνουν αλλά και μία μέθοδος διδασκαλίας. Εμπλέκει το ενδιαφέρον, την απορία και την περιέργεια των μαθητών και τους εμπνέει να παρατηρήσουν και να αναπτύξουν συλλογισμούς. Οξύνει την κριτική σκέψη των μαθητών, την επικοινωνία και τις ικανότητές τους» (NSTA, 2013). Έχει εφαρμοστεί σε ποικιλία γνωστικών αντικειμένων και μπορεί αναμφίβολα να βοηθήσει στην αλλαγή των μαθησιακών πρακτικών στο δημοτικό σχολείο. Ο Abelard, Γάλλος θεολόγος και φιλόσοφος, αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «αμφιβάλλοντας για κάτι ανατρέχουμε στη διερεύνηση και μέσω της διερεύνησης αντιλαμβανόμαστε την αλήθεια» (Yeomans, 2011). Η εκπαίδευση πρέπει να έχει ως στόχο την αναζήτηση της αλήθειας μέσω της διερευνητικής μάθησης.

Ως μαθησιακό εργαλείο, η διερευνητική μάθηση, στο πλαίσιο κατάλληλα σχεδιασμένων διερευνητικών δραστηριοτήτων υποστηριζόμενες από ΤΠΕ, προάγει την ενεργοποίηση των μαθητών και προωθεί την ανάπτυξη της αναλυτικής, της συνθετικής, αλλά και της κριτικής ικανότητας των μαθητών. Επιπροσθέτως, διαμέσου της έρευνας οι μαθητές οδηγούνται σε υψηλότερα επίπεδα κατανόησης. Η διερεύνηση υποστηριζόμενη από τις νέες τεχνολογίες προάγει την εννοιολογική αλλαγή, τη μεταγνωσιακή επίγνωση και τη γνωσιακή ευελιξία.

Έχουμε την ελπίδα ότι η παρούσα διπλωματική εργασία μπορεί ίσως να εμπλουτίσει την ελληνική βιβλιογραφία, σχετικά με τις διερευνητικές δραστηριότητες με τη χρήση ΤΠΕ ως γνωστικό εργαλείο και να αποτελέσει αφορμή για μελλοντικές έρευνες στο πεδίο αυτό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Abd-El-Khalick, F. (1999). Teaching science with history. *Journal of the Science Teacher*, 66(9): 18–22.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103, 1–18. doi:10.1037/a0021017
- Berelson, B. (1971). Content Analysis in communication research. *New York: Hafner Publishing Company*.
- Bhattacharayya, S., Volk, T., & Lumpe, A. (2009). The influence of an extensive inquiry-based field experience on pre-service elementary student teachers' science teaching beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 199–218.
- Biemans, H., Nieuwenhuis, L., Poell, R., Mulder, M., & Wesselink, R. (2004). Competence-based VET in the Netherlands: Backgrounds and pitfalls. *Journal of Vocational Education and Training*, 56, 523–538.
- Biggs, J. B. and Collis, K. (1982) Evaluating the Quality of Learning: the SOLO taxonomy. New York, Academic Press.
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, 32(3), 347-364.
- Boulton, Lewis, G. (1995). The SOLO taxonomy as a means of shaping and assessing learning in higher education. *Higher Education Research and Development*, 14(2), 143-154.
- Cohen, R., Eylon, B., and Ganiel, U., (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 50(5): 407-412.
- Cook, D. & Ralston, J. (2006), Collaboration, ICT and Mind Mapping, *Reflecting Education*.
- Crook, C. (1994). Computers and the collaborative experience of learning, *London: Routledge*.
- Cross, T.R., & Cross, V.E., (2004). Scalpel OR mouse? *The American Biology Teachers College Record*, 66(6): 408-411.
- Cuevas, M. & M. Fiore, (2014). Enhancing learning outcomes in computer-based training via self-generated elaboration, *Springer Science Business Media Dordrecht*.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 337–357.
- De Jong, T. (2006). Scaffolds for scientific discovery learning. In J. Elen, & R. E. Clark (Eds.), *Handling complexity in learning environments: Theory and research* (pp. 107-128). *London: Elsevier*.

- De Vries, E., Lund, K., & Baker, M. (2002). Computer-mediated epistemic dialogue: Explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notations. *Journal of the Learning Sciences*, 11, 63–103.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Boston, MA: Health.
- Dickey, M. D. (2003). Teaching in 3D: Pedagogical affordances and constraints of 3D virtual worlds for synchronous distance learning. *Distance Education*, 24(1), 105-121.
- Duit R., & Schecker, H. (2007). Teaching Physics. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 599–629). *New York: Routledge*.
- Duit, R. (1996). The constructivist view on science education – what it has to offer and what should not be expected from it. *Investigações em Ensino de Ciências – V1* (1), pp.40-75, 1996. Institute for Science Education at the University of Kiel, Germany.
- Engelhardt, P., and Beichner, R., (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1): 98-115.
- Ester Alake-Tuenter , Harm, J.A. Biemans, Hilde Tobi, Arjen E.J. Wals, Ida Oosterheert & Martin Mulder (2013), Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards.
- Eysink, T. H. S., De Jong, T., Berthold, K., Kolloffel, B., Opfermann, M., & Wouters, P. (2009). Learner performance in multimedia learning arrangements: An analysis across instructional approaches. *American Educational Research Journal*, 46, 1107–1149.
- Finkelstein, N.D., Adams, W.K., Keller, C.J., Kohl, P.B., Perkins, K.K., Podolefsty, N.S., Reid, S., & LeMaster, R., (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 1: (1)103.
- Froschauer, L.(2013), A collection for elementary educators: A year of inquiry, *NSTA*.
- Fund, Z. (2007). The effects of scaffolded computerized science problemsolving on achievement outcomes: a comparative study of support programs. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 410e424.
- Gentner, D., & Gentner, D.R., (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.). *Mental models* : 99-129. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Gijlers, H. & Ton de Jong (2013), Using Concept Maps to Facilitate Collaborative Simulation-Based Inquiry Learning. *The Journal of the Learning Science*, 22: 340–374, 2013.
- Hmelo, C. E., Nagarajan, A., & Roger, S. (2000). Effects of high and low prior knowledge on construction of a joint problem space. *Journal of Experimental Education*, 69, 36e56.
- Hung, D., & Chen, D.-T. V. (2007). Context–process authenticity in learning: implications for identity enculturation and boundary crossing. *Educational Technology Research and Development*.

- Jaakkola, T., Nurmi, S., & Veermans, K., (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation – laboratory contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1): 71-93.
- Jamaludin A., Chee Y. S. & Ho C. M. L. (2009). Fostering argumentative knowledge construction through enactive role play in second life. *Computers & Education*, 53(2), 319-329.
- Jimoyiannis A, & Komis V. (2006), Exploring secondary education teachers' attitudes and beliefs towards ICT in education, *THEMES in Education*, 7(2), 181-204.
- Klahr, D., Triona, L.M., & Williams, C., (2007). Hands on what? The relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 44: 183-203.
- Kock, Z. & Taconis, R. & Bolhuis, S. & Gravemeijer K., (2011), Some key issues in creating inquiry – based learning practices that aim at the understanding of simple electric circuits. *Res Sci Educ* (2013) 43:579–597.
- Kyza, E. A. (2009). Middle-school students' reasoning about alternative hypotheses in a scaffolded, software-based inquiry investigation. *Cognition & Instruction*, 27, 277–311.
- Latour, B. (1987). *Science in action*. Milton Keynes: Open University Press.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*.
- Lazonder, Ard W, Mieke G. Hagemans, Ton de Jong, (2009), Offering and discovering domain information in simulation – based inquiry learning.
- Lee, S., V. (2012). What is Inquiry – Guided Learning. *New directions for Teaching and Learning*, Vol. 129, (5-15).
- Lee, S. V. (2004). *Teaching and Learning through Inquiry: A Guidebook for Institutions and Instructors*, Sterling, Va, : Stylus.
- Leung, C. F. (2000). Assessment for Learning: Using Solo Taxonomy to Measure Design Performance of Design & Technology Students. *International Journal of Technology and Design Education*, 10(2), 149-161.
- Liang, L.L., & Richardson, G.M. (2009). Enhancing prospective teachers' science teaching efficacy beliefs through scaffolded, student-directed inquiry. *Journal of Elementary Science Education*, 21, 51–66.
- Li L., Qing F. & Bo H. (2010). The inquiry learning supported by the information technology. *2nd Conference on environmental Science and Information Application Technology*. Institute of electrical and electronics engineers.
- Lou, Y., Abrami, P. C., & d'Apollonia, S. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71, 449–521.
- McDermott, L.C., & Shaffer, P.S., (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11): 994-1013.

- Mackay, A., 1991, A dictionary of scientific quotations, *Institute of Physics Publ.*, Bristol.
- Marble, S. (2007). Inquiring into teaching: Lesson study in elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 935–953.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59, 14–19.
- McDermott, L.C., & Shaffer, P.S., (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11): 994-1013.
- Minogue, J., & Jones, G. (2009). Measuring the impact of haptic feedback using the SOLO taxonomy. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1359-1378.
- Mulhall P., McKittrick, B., & Gunstone, R. (2001). A perspective on the resolution of confusions in the teaching of electricity, *Research in Science Education*.
- Navarro J., Canaleta X., Sole X., Arce-Urriza M., Enrique J. (2012). A critical approach to modern learning methods. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*.
- Njoo, M., & de Jong, T. (1993). Exploratory learning with a computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 821–844.
- NSTA, (2004), The Nature of Science: Always Part of the Science Story- The Science Teacher, p. 28-31.
- OECD, (2006). Evolution of student interest in science and technology studies. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Osborne, R. J., (1982). Investigating children’s ideas about electric current using an interview – about – instances procedure. *SERU*, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- Osborne, R., (1983). Towards modifying children’s ideas about electric current. *Research in Science and Technology Education*, 1(1): 73-82.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. *London: King’s College*.
- Papaevripidou M., Constantinou C.P. & Zacharia Z.C., (2007), Modeling complex marine ecosystems: an investigation of two teaching approaches with fifth graders, *Learning in Science Group*.
- Piaget, J., (1973), To understand is to invent. *Grossman*. New York.
- Reid, D. J., Zhang, J., & Chen, Q. (2003). Supporting scientific discovery learning in a simulation environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 9e20.
- Papert, S. (1980). Mindstorms. *New York basic books*.

- Piaget, P. (1985). *Equilibrium of cognitive structures*. Chicago: University of Chicago Press.
- Schwarz, C.V., & Gwekwerere, Y.N. (2007). Using a guided inquiry and modelling instructional framework (EIMA) to support pre-service K-8 science teaching. *Science Education*, 91, 158–186.
- Sencar, S., Yilmaz E. and Eryilmaz A., (2011), High school student’s misconceptions about simple electric circuits.
- Shipstone, D.M., (1984). A study of children’s understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*. 6(2): 185-198.
- Silverman, D. (2000). *Doing qualitative research. A practical guide*. London: Sage.
- Simon, H.(1991) Bounded rationality and organizational learning, *Organization Science*, 2(1), 125-34.
- Smolleck, L.D., Zembal-Saul, C., & Yoder, E.P. (2006). The development and validation of an instrument to measure pre-service teachers’ self-efficacy in regard to the teaching of science as inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 137–163.
- Suchai N. and Thasaneeya, (2012), Students' understanding about the brightness of light bulbs connected in DC electric circuits.
- Taconis, R., & Kessels, U. (2009), How choosing science depends on students’ individual fit to ‘Science Culture’. *International Journal of Science Education*.
- Taylor, P. (1993). Collaborating to reconstruct teaching: The influence of researcher beliefs. In K. Tobin, Ed., *The practice of constructivism in science education*. (pp. 267-297). Washington, DC: AAAS Press.
- Teasley, S. D. (1995). The role of talk in children’s peer collaborations. *Developmental Psychology*, 31, 207–220. doi:10.1037/0012-1649.31.2.207.
- Van Zee, E.H., Hammer, D., Bell, M., Roy, P., & Peter, J. (2005). Learning and teaching science as inquiry: A case study of elementary school teachers’ investigations of light. *Science Teacher Education*, 89, 1007–1042.
- Von Rhoneck, C., (1981). Students’ conceptions of the electric circuit before physics instruction in Jung, W., Pfundt, H. and Rhoneck, C. von (eds). *Proceedings of the International Workshop on Problems concerning students’ representation of physics and chemistry knowledge*, 14-16 September, *Pedagogische Hochschule, Ludwigsburg*, 194-213.
- Vosniadou, S., & Brewer W.F., (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24: 535-585.
- Yeomans, E., (2011), Inquiry-based learning – what is its role in an inspiring science education?, *Perspectives on Education*.
- Zacharia, Z.C., (2006), Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students’ conceptual understanding of electric circuits, *Learning in Science Group*, Department of Educational Sciences, University of Cyprus.

- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.
- Βάμβουκας, Μ. Ι. (1991). Εισαγωγή στην ψυχοπαιδαγωγική έρευνα και μεθοδολογία. Αθήνα.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., and Wood-Robinson, V., (1998). Οικο-Δομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μετάφραση: Κόκκοτας Π. Αθήνα: Εκδόσεις Τυπωθύτω.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A., (1993). Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες. Μετάφραση Κρητικός Θ., Σπηλιοτοπούλου – Παπαντωνίου Β., Σταυρόπουλος Α. Αθήνα: Εκδόσεις Τροχαλία, Ένωση Ελλήνων Φυσικών.
- Ιωσηφίδης Θ., (2003). Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας. Αθήνα : Κριτική.
- Κορική Μ., (2014), Η χρήση πειραμάτων προσομοίωσης στη διδασκαλία Απλών Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος σε μαθητές Γυμνασίου, Διπλωματική Εργασία.
- Κυριαζή Κωνσταντίνου, Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης από εντεκάχρονους μαθητές, μέσα από τη σχολική δραστηριότητα «Πανηγύρι Επιστήμης», (9ο Συνέδριο Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου).
- Λαμπίρη – Δημάκη Ι., (1990), Η Κοινωνιολογία και η Μεθοδολογία της. Εκδόσεις: Σάκκουλα, Αθήνα-Κομοτηνή.
- Cohen L, & Manion, L, (1994). Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας. Αθήνα, Εκδόσεις: Μεταίχμιο.
- Μπάκουλη, Β., (2013), Η Εννοιολογική Χαρτογράφηση ως γνωστικό εργαλείο στο Δημοτικό Σχολείο: Μία μελέτη περίπτωσης για τη διδασκαλία του αναπνευστικού και του κυκλοφορικού συστήματος, Διπλωματική Εργασία.
- Τζάνη, Μ. (2000). Σημειώσεις Μεθοδολογίας έρευνας κοινωνικών επιστημών.
- Τζιμογιάννης Α., (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teacher's professional development, *Computers & Education*, 55(3), (2010) 1259–1269.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2006), Φυσικά Δημοτικού – Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Ε΄ Δημοτικού, ΥΠΕΠΘ.
- Νέα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών για το «Νέο Σχολείο», 2007-2013.

- Beacon Learning Center (2014). Online reshiurses for Teachers. Ανακτήθηκε στις 15 Δεκεμβρίου 2014 από <http://www.beaconlearningcenter.com/>
- Furry Elephant (2013). *Common misconception about electricity*. Furry Elephant. Αναρτήθηκε στις 27 Νοεμβρίου 2013, από <http://www.furryelephant.com>
- Inquiry Based Science (2013). *Inquiry based approaches to science education*. Bryn Mawr College. Ανακτήθηκε στις 3 Ιανουαρίου του 2014, από <http://www.brynmawr.edu/biology/franklin/InquiryBasedScience.html>
- Just Science Now (2014). What is inquiry. Beacon Learning Center. Αναρτήθηκε στις 10 Φεβρουαρίου 2014, από <http://www.justsciencenow.com/inquiry/>
- Knowledge Network by and for Educators (2013). *Science inquiry*. KNILT. Ανακτήθηκε στις 10 Δεκεμβρίου 2013, από http://tccl.rit.albany.edu/knilt/index.php/Science_Inquiry
- OECD (2013). *Διαγωνισμός PISA*. Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης. Ανακτήθηκε στις 20 Δεκεμβρίου 2013, από www.pisa.oecd.org
- The Physics classroom (2013). *Common misconceptions regarding electric circuits*. Physic classroom. Αναρτήθηκε στις 16 Νοεμβρίου 2013, από <http://www.physicsclassroom.com>
- Ψηφιακό Σχολείο (2014). *Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία*. Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων. Ανακτήθηκε στις 5 Δεκεμβρίου 2014, από <http://ebooks.edu.gr>

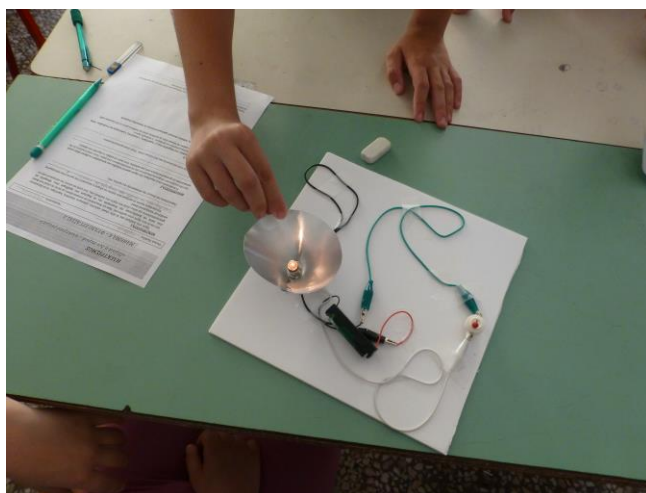
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Οι μαθητές σε ομάδες διερευνούν με τη χρήση του Η/Υ.



Ομάδα μαθητών που κατασκευάζει ηλεκτρικό κύκλωμα με απλά υλικά.



Κατασκευή ηλεκτρικού κυκλώματος με λειτουργία φακού από ομάδα μαθητών.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

«Περνά ή δεν περνά... ηλεκτρικό ρεύμα;»

ΜΑΘΗΜΑ 1 – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Α

Όνομα Ομάδας:

Ημερομηνία:.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Πάρτε ένα μπαλόνι. Φουσκώστε το και δέστε του έναν σπάγκο. Στερεώστε το σπάγκο μέσα σε ένα βιβλίο, έτσι ώστε το μπαλόνι να κρέμεται προς τα κάτω ενώ το βιβλίο είναι πάνω στο θρανίο σας.

Υστερα πάρτε άλλο ένα μπαλόνι και φουσκώστε το. Τρίψτε την επιφάνειά του με ένα χαρτομάντιλο. Πλησιάστε αυτό το μπαλόνι κοντά στο μπαλόνι που κρέμεται. Τι παρατηρείτε;

.....
.....
.....

Προσπαθήστε να σκεφτείτε γιατί συμβαίνει αυτό;

.....
.....
.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Περιηγηθείτε, τώρα, στην ιστοσελίδα <https://www.youtube.com/watch?v=VhWQ-r1LYXY> . Παρακολουθείστε προσεκτικά το βίντεο “Static electricity and water”. Συζητήστε για λίγο με την ομάδα σας τις παρατηρήσεις σας.

Ποια υλικά χρησιμοποιούνται στο βίντεο που παρακολουθήσατε;

.....
.....

Τι παρατηρήσατε ότι συμβαίνει στο τρεχούμενο νερό όταν πλησιάζουν τα διάφορα υλικά;

.....
.....

Τι έκανα οι παρουσιαστές στα υλικά πριν τα πλησιάσουν στο τρεχούμενο νερό;

.....
.....

Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει το φαινόμενο αυτό; Δώστε μια δική σας εξήγηση που συζητήσατε στην ομάδα σας.

.....
.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Παρακολουθείστε, τώρα, προσεκτικά το βίντεο “What is static electricity” στην ιστοσελίδα https://www.youtube.com/watch?v=Dz_vvw_fsTo . Συζητήστε για λίγο με την ομάδα σας τις παρατηρήσεις σας.

Τι συμβαίνει όταν μια φέρνουμε σε επαφή μια γυάλινη ράβδο με μεταξένιο ύφασμα; Τι παρατηρήσατε στο βίντεο που παρακολουθήσατε;

.....
.....

Τι συμβαίνει όταν φέρνουμε σε επαφή μια πλαστική ράβδο νε ένα μάλλινο ύφασμα;

.....
.....

Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στις σφαίρες; Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό; Πώς το εξηγείτε;

.....
.....

Μπορείτε να θυμηθείτε κάποια περιστατικά από την καθημερινή σας ζωή που να συμβαίνει κάτι ανάλογο;

.....
.....
.....
.....
.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

Επισκεφτείτε την παρακάτω ιστοσελίδα: <http://phet.colorado.edu/el/simulation/travoltage>

Χρησιμοποιώντας το ποντίκι φέρετε σε επαφή το πόδι του ανθρώπου με το χαλί.

Τι συμβαίνει; Τι παρατηρείτε;

.....
.....
.....
.....

Ύστερα σύρετε το χέρι του ανθρώπου προς το πόμολο της πόρτας. Τι παρατηρείτε; Γιατί συμβαίνει αυτό το φαινόμενο;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Τι μπορούμε να συμπεράνουμε από τα παραπάνω;

.....
.....
.....
.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

«Περνά ή δεν περνά... ηλεκτρικό ρεύμα;»

ΜΑΘΗΜΑ 2 – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Β

Όνομα Ομάδας:

Ημερομηνία:.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Δίνονται στην ομάδα σας τρεις λαμπτήρες. Μπορείτε πολύ προσεκτικά να τους περιεργαστείτε, να τους συγκρίνετε και να συζητήσετε με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας σας τις παρατηρήσεις σας.

Από ποια μέρη αποτελείται ένας λαμπτήρας;

.....
.....

Γιατί νομίζετε ότι χρησιμοποιούμε τους λαμπτήρες;

.....
.....

Είναι όλοι οι λαμπτήρες ίδιοι; Γράψτε ομοιότητες και διαφορές που βρήκατε;

.....
.....

Γιατί νομίζεται πως υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα είδη των λαμπτήρων που κρατάτε;

.....
.....

Πότε ανάβει ένα λαμπτήρας;

.....
.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Επισπευτείτε την παρακάτω ιστοσελίδα: <https://www.youtube.com/watch?v=3Z0I4hyuoq4> Παρακολουθείστε το βίντεο "How a light bulb works?" Συζητήστε για λίγο με την ομάδα σας τις παρατηρήσεις σας. Μπορείτε να σημειώσετε αυτά που σας έκαναν εντύπωση στις γραμμές που ακολουθούν.

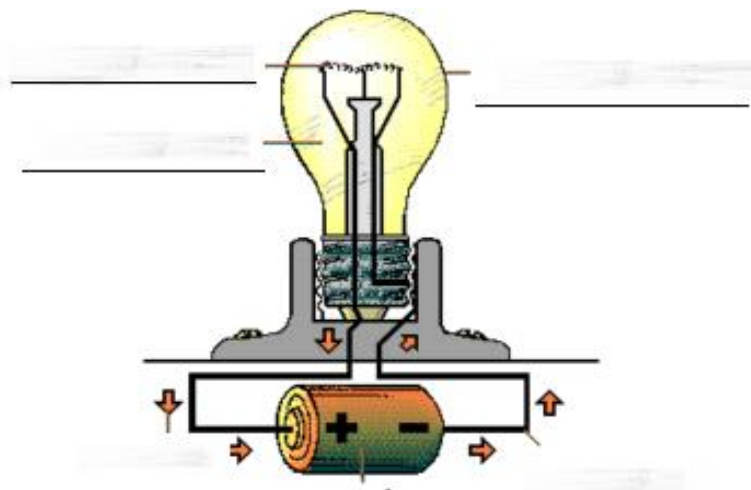
.....
.....
.....
.....

Επισπευτείτε την παρακάτω ιστοσελίδα : http://stomikrococosmotistaxismas.blogspot.gr/2012/02/blog-post_03.html Εδώ θα δείτε το εσωτερικό ενός κοινού λαμπτήρα πυρακτώσεως.

Μπορείτε να σημειώσετε αυτά που σας έκαναν εντύπωση στις γραμμές που ακολουθούν.

.....
.....
.....
.....

Τώρα προσπαθήστε να συμπληρώσετε στην παρακάτω εικόνα που απεικονίζει την τομή ενός λαμπτήρα τα μέρη από οποία αποτελείται.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Η Αναστασία και ο Δημήτρης, δυο δίδυμα αδέρφια που φοιτούν στην Ε΄ Δημοτικού, βρίσκονται ένα απόγευμα μόνοι στο σπίτι, καθώς οι γονείς τους λείπουν για δουλειές. Ξαφνικά κόβεται το ρεύμα και απ΄ ότι έμαθαν από τους γείτονες η διακοπή ia παραμένει μέχρι αργά το βράδυ. Τα παιδιά παρατηρούν ότι αρχίζει να σκοτεινιάζει και σε λίγο δεν θα μπορούν να δουν τίποτε. Έψαξαν στο σπίτι με σκοπό να βρουν κάποιο κερί ή κάποιο φακό αλλά δεν βρήκαν τίποτα. Ο Δημήτρης και η Αναστασία θυμήθηκαν ότι στο σχολείο στο μάθημα της Φυσικής είχαν μάθει πρόσφατα για τον Ηλεκτρισμό, έτσι σκέφτηκαν να κατασκευάσουν ένα φακό μόνοι τους με υλικά που θα έβρισκαν στα παιχνίδια τους. Έτσι θα μπορούσαν να φωτίσουν το δωμάτιό τους και να συνεχίσουν το επιτραπέζιο παιχνίδι που έπαιζαν πριν διακοπεί το ρεύμα. Η Αναστασία και ο Δημήτρης πιάνουν δουλειά! Τι λέτε θα τα καταφέρουν;

Συζητήστε για λίγο με τις ομάδες σας τον προβληματισμό των παιδιών. Σας έχει τύχει ποτέ κάτι ανάλογο;

.....

Τι υλικά νομίζετε ότι μπορούν να φανούν χρήσιμα στα παιδιά; Μπορούμε να τους βοηθήσουμε;

.....

Για να πάρετε κάποιες ιδέες μπορείτε να κάνετε την παρακάτω δραστηριότητα. Περιηγηθείτε στην ιστοσελίδα <http://www.bbc.co.uk/schools/podsmission/electricity/annie02.shtml> και παίζοντας βοηθήστε την Annie να φτιάξει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Κάνοντας διάφορες δοκιμές προσπαθήστε να παρατηρήσετε τι υλικά πρέπει να συνδυαστούν για να κατορθώσουμε να ανάψουμε το λαμπάκι. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.

.....

Τι συμπεράσματα εξάγετε;

.....
.....
.....
.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

«Περνά ή δεν περνά... ηλεκτρικό ρεύμα;»

ΜΑΘΗΜΑ 3 α – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Γ α

Όνομα Ομάδας:

Ημερομηνία:.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Επισκεφτείτε την παρακάτω ιστοσελίδα:

http://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_el.jnlp

Με τη βοήθεια του προσομοιωτή που θα βρείτε στην παραπάνω ιστοσελίδα η ομάδα σας έχει σαν αποστολή να κατασκευάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Συγκεκριμένα, θα βρείτε τα παρακάτω εργαλεία: Καλώδιο, Αντιστάτη, Μπαταρία, Λαμπτήρα, Διακόπτη, Πηγή AC, Πυκνωτή και Πηνίο. Κάντε δοκιμές με όλα τα παραπάνω υλικά και κρατήστε σημειώσεις, στον παρακάτω πίνακα, από τις παρατηρήσεις σας για κάθε εργαλείο και τη χρησιμότητά του στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Δείτε και τις συμπληρωματικές οδηγίες.

Εργαλεία - Εικόνα (Σχεδιάστε το εργαλείο)	Τι παρατηρήσαμε από τη δοκιμή; Σε τι χρησιμεύει αυτό το εργαλείο;
Καλώδιο	
Αντιστάτης	
Μπαταρία	
Λαμπτήρας	
Διακόπτης	
Πηγή AC	
Πυκνωτής	
Πηνίο	

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Ωρα για παιχνίδι! Σηκωθείτε επάνω και με τις οδηγίες του δασκάλου σας χωριστείτε και παίξτε ένα φοβερό παιχνίδι για τη λειτουργία της μπαταρίας. Εσείς θα έχετε έναν πολύ σπουδαίο ρόλο, θα είστε τα ηλεκτρόνια! Εμπρός λοιπόν!

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Προσπαθήστε τώρα με την ομάδα σας να κατασκευάσετε ένα ή περισσότερα κυκλώματα με διακόπτη που να ανάβει και να κλείνει το λαμπάκι, σκεφτείτε τη λειτουργία του φακού. Προσοχή!!! Μην ξεχνάτε να αποθηκεύσετε όλα τα επιτυχή κυκλώματα που κατασκευάσατε με την ομάδα σας, πατώντας «Αποθήκευση» επάνω δεξιά.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

«Περνά ή δεν περνά... ηλεκτρικό ρεύμα;»

ΜΑΘΗΜΑ 3 β – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Γ β

Όνομα Ομάδας:

Ημερομηνία:.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Παρακάτω σας δίνονται κάποια υλικά.

Χαρτονόμισμα, συνδετήρας, νόμισμα, γομολάστιχα, μολύβι, χέρι, σκύλος.

Προβλέψτε με την ομάδα σας εάν μέσα από το καθένα υλικό μπορεί να περάσει ή όχι ηλεκτρικό ρεύμα. Χωρίστε ύστερα σε δύο λίστες αυτά τα υλικά. Σε αυτά που νομίζετε ότι μπορεί να περάσει μέσα τους ηλεκτρικό ρεύμα και σε αυτά που δεν μπορεί. Τοποθετήστε τα στις στήλες του παρακάτω πίνακα βάσει των προβλέψεών σας.

Αγωγοί (υλικά που μέσα τους μπορεί να περάσει ηλεκτρικό ρεύμα)	Μονωτές (υλικά που δεν μπορεί να περάσει από μέσα τους το ηλεκτρικό ρεύμα)

Ώρα να ερευνήσετε!!!

Ανοίξτε τη τσάντα με την ομάδα σας στο πάνω μέρος της σελίδας πατώντας «Άνοιξε τη τσάντα». Μέσα θα βρεις υα παραπάνω υλικά. Δοκίμασε το καθένα από αυτά στο ηλεκτρικό κύκλωμα που κατασκεύασες. Παρατηρήστε προσεκτικά τι συμβαίνει όταν δοκιμάσετε το κάθε υλικό στο κύκλωμά σας και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Οι προβλέψεις σας ήταν σωστές; Ποια υλικά τοποθετήσατε σε λάθος λίστα;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Συζητώντας τα ευρήματα της ομάδας σας τι συμπεράσματα εξάγετε;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

«Περνά ή δεν περνά... ηλεκτρικό ρεύμα;»

ΜΑΘΗΜΑ 4 – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Δ

Όνομα Ομάδας:

Ημερομηνία:.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Έχετε στη διάθεσή σας τα εξής υλικά: καλώδιο, μπαταρία, διακόπτη, λαμπτήρα. Αυτά βρίσκονται στο κουτί που έχετε στην ομάδα σας. Όρα να δοκιμάσετε να κατασκευάσετε με αυτά τα υλικά ένα φακό, ώστε να βοηθήσουμε την Αναστασία και το Δημήτρη στο πρόβλημά τους. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και άλλα υλικά που έχετε στη διάθεσή σας, ώστε η κατασκευή σας να μοιάζει με πραγματικό φακό.

Καταγράψτε πρώτα τα κριτήρια που πρέπει να πληροί η κατασκευή σας για να είναι επιτυχημένη.

.....
.....

Παρουσίαση και δοκιμή της κατασκευής της ομάδας σας.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Η Αναστασία και ο Δημήτρης δεν έχουν αρκετό καλώδιο και προσπαθούν να βρουν άλλα υλικά που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για να κατασκευάσουν ένα φακό. Ποια υλικά νομίζετε ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αντί για καλώδιο, έτσι ώστε να ανάβει το λαμπάκι του φακού;

.....
.....

Τοποθετήστε στην κατασκευή σας δύο τέτοια υλικά. Σημειώστε τα υλικά που χρησιμοποιήσατε:

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Τα παιδιά βρήκαν στα παιχνίδια τους 2 λαμπτήρες, 1 διακόπτη, 1 μπαταρία και 4 καλώδια. Πόσα διαφορετικά κύκλωμα μπορούν να φτιάξουν; Τι επιλογές έχουν;

Δοκιμάστε να συνδέσετε το κύκλωμα έτσι ώστε να ανάβει μόνο το ένα λαμπάκι κάθε φορά.

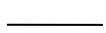
Με τα υλικά που έχετε στην ομάδα σας φτιάξτε ένα κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση. Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στο πρώτο κύκλωμα που ήταν συνδεδεμένο σε σειρά και σε αυτό που φτιάξατε τώρα που είναι συνδεδεμένο παράλληλα;

.....
.....

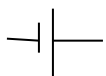
Σχεδιάστε τις πιθανές επιλογές χρησιμοποιώντας τα παρακάτω σύμβολα:



Λαμπτήρας



Καλώδιο



Μπαταρία (Πηγή)



Διακόπτης

Όνομα:
Τάξη:

Φ.Α. 1

Στο πείραμα που κάνατε με την ομάδα σου, γιατί πλησίασε το δεμένο μπαλόνι όταν τοποθετήσαμε κοντά σε αυτό το μπαλόνι που είχαμε τρίψει με το χαρτομάντιλο;

.....
.....
.....
.....

Γράψε με δικά σου λόγια τι νομίζεις πως είναι ο στατικός ηλεκτρισμός;

.....
.....
.....
.....

Σε ποιες περιπτώσεις στην καθημερινή μας ζωή παρατηρούμε φαινόμενα στατικού ηλεκτρισμού;

.....
.....
.....
.....

Θεωρείς ότι κατανόησες το φαινόμενο του στατικού ηλεκτρισμού; Είναι κάτι άλλο που θα ήθελες να μάθεις για τον στατικό ηλεκτρισμό;

.....
.....
.....
.....

Τι ενδιαφέρον είχε η διαδικασία που ακολουθήσατε για να μάθετε για τον στατικό ηλεκτρισμό; Τι διαφορετικό είχε;

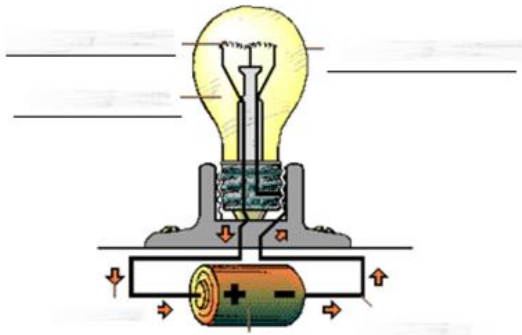
.....
.....
.....
.....

Όνομα:

Τάξη:

Φ.Α. 2

A) Στην παρακάτω εικόνα συμπλήρωσε τα μέρη ενός λαμπτήρα που θυμάσαι.



B) Ποια είναι η βασική λειτουργία των λαμπτήρων;

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Γ) Ποια είδη λαμπτήρων θυμάσαι ότι υπάρχουν;

.....
.....
.....

Δ) Τι υλικά χρειαζόμαστε για να κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;

.....
.....
.....

Ε) Σχεδίασε στο παρακάτω πλαίσιο ένα ηλεκτρικό κύκλωμα έτσι όπως το φαντάζεσαι.

Όνομα:

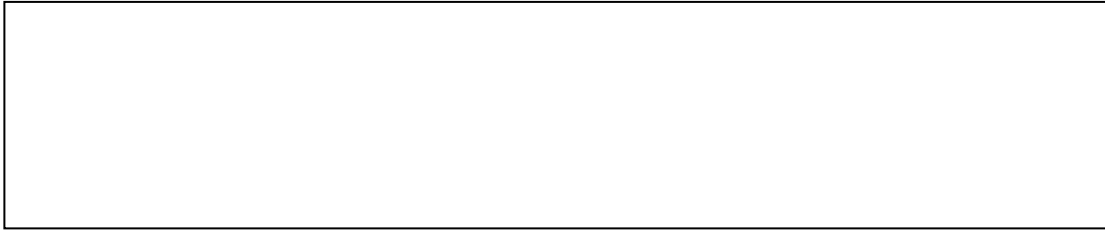
Ημ/νία:

Φ.Α. 3

Από ποια υλικά μπορεί να αποτελείται ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;

.....
.....
.....

Μπορείς να σχεδιάσεις ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;



Γιατί νομίζεις ότι το ονομάζουμε ηλεκτρικό κύκλωμα;

.....
.....
.....

Πώς λειτουργεί μία μπαταρία;

.....
.....
.....

Μπορείς να σχεδιάσεις μία μπαταρία;



Ποια υλικά ονομάζουμε αγωγούς και ποια μονωτές; Γράψε μερικά παραδείγματα για κάθε περίπτωση.


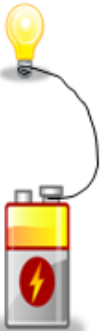


.....
.....
.....

ΤΕΤΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ

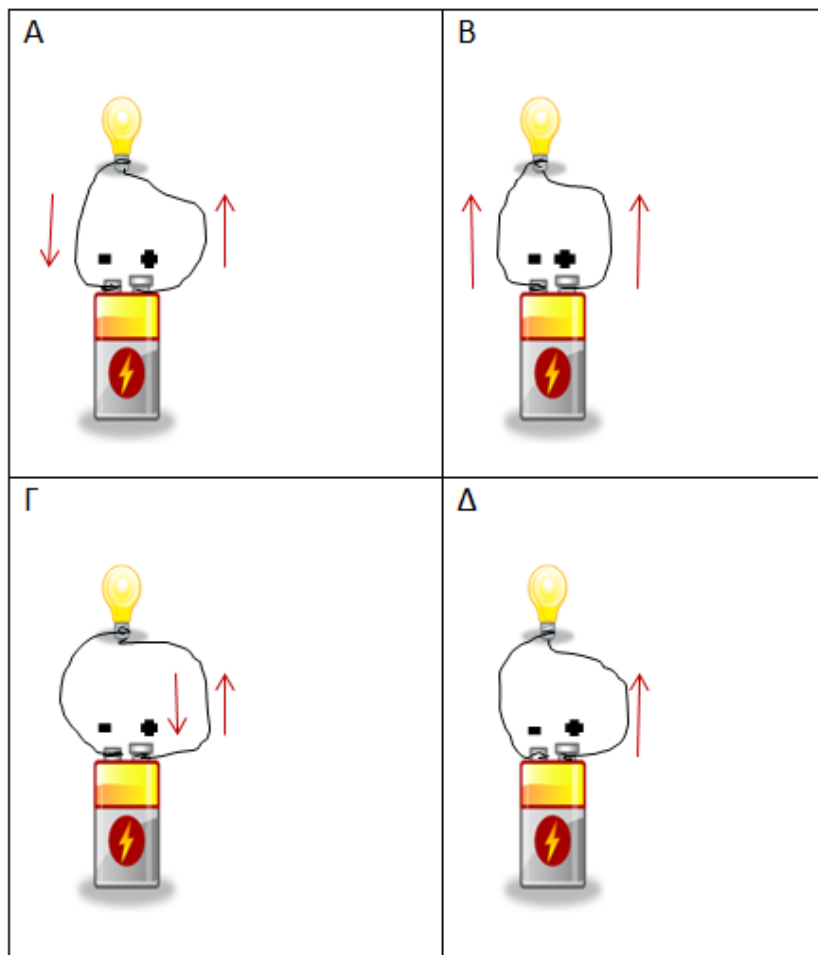
Όνομα:

Τάξη: Ε'

1. Κοιτάξτε τα τέσσερα κυκλώματα (Α, Β, Γ, Δ) παρακάτω και επιλέξτε αν ανάβει ή όχι η λάμπα σε κάθε περίπτωση. Τσεκάρετε με \checkmark το σωστό κουτάκι **ΑΝΑΒΕΙ** ή **ΔΕΝ ΑΝΑΒΕΙ** σε κάθε κύκλωμα.

<p>A</p>  <p>ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p> <p>ΔΕΝ ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p>	<p>B</p>  <p>ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p> <p>ΔΕΝ ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p>
<p>Γ</p>  <p>ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p> <p>ΔΕΝ ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p>	<p>Δ</p>  <p>ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p> <p>ΔΕΝ ΑΝΑΒΕΙ <input type="checkbox"/></p>

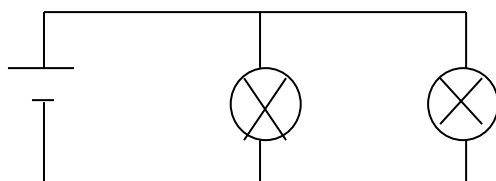
2. Κοιτάξτε προσεκτικά τα παρακάτω κυκλώματα και επιλέξτε σε ποιο από τα (Α,Β,Γ,Δ) έχει σχεδιαστεί σωστά η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.



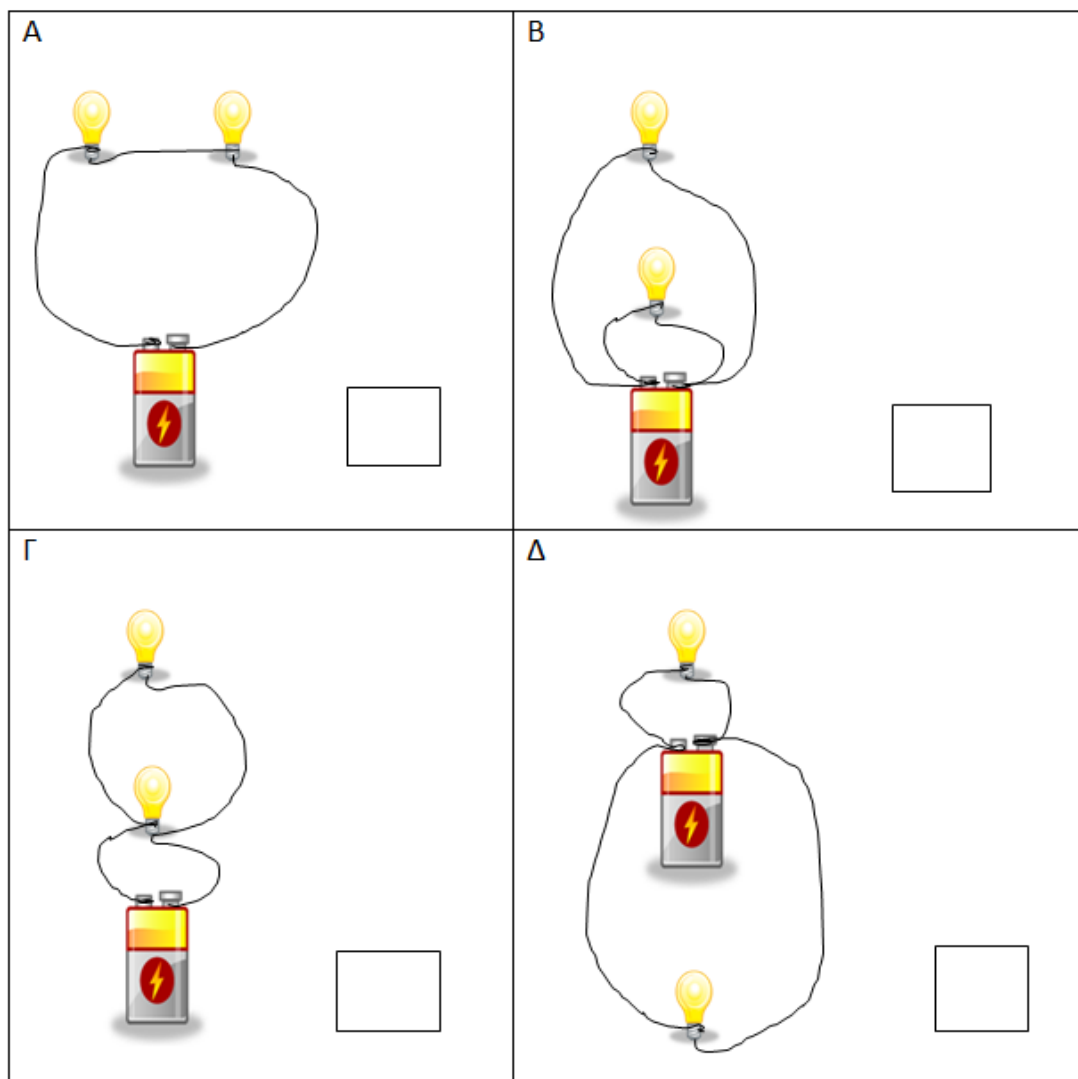
Συμπληρώστε το κενό παρακάτω με ένα από τα Α, Β, Γ, Δ

Το σωστό κύκλωμα είναι το

3. Στο παρακάτω σχήμα βλέπετε την σχηματική αναπαράσταση κυκλώματος παράλληλης σύνδεσης λαμπτήρων.

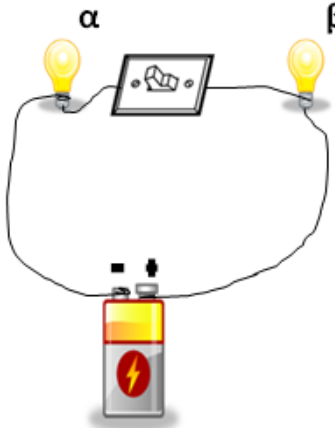


Ποιο ή ποια από τα πραγματικά κυκλώματα Α,Β,Γ,Δ που ακολουθούν μπορεί να περιγραφεί με την παραπάνω σχηματική αναπαράσταση; Τσεκάρετε με ένα \surd το/τα σωστά.



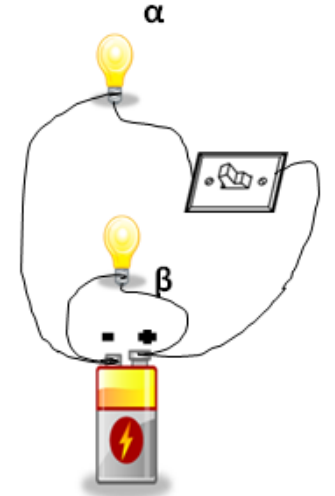
- 4 Στα παρακάτω κυκλώματα (A , B) ο διακόπτης είναι κλειστός και οι λαμπτήρες (α , β) φωτοβολούν κανονικά. Ανοίγουμε τον διακόπτη, τι θα συμβεί με την φωτεινότητα των λαμπτήρων; Κυκλώστε την σωστή απάντηση.

A



- I. Ο α συνεχίζει να φωτοβολεί και ο β σβήνει.
- II. Ο α σβήνει και συνεχίζει να φωτοβολεί ο β.
- III. Σβήνουν και οι δύο.
- IV. Δεν σβήνουν εντελώς αλλά ελαττώνεται η φωτεινότητα και των δύο.

B



- I. Ο α σβήνει και ο β συνεχίζει να φωτοβολεί το ίδιο με πριν.
- II. Ο α σβήνει και ο β συνεχίζει να φωτοβολεί εντονότερα.
- III. Σβήνουν και οι δύο.
- IV. Ο α σβήνει και ο β συνεχίζει να φωτοβολεί πιο αμυδρά.

5. Συμπληρώστε τις προτάσεις με τις λέξεις που βρίσκονται στην παρένθεση.

(ηλεκτρισμός, ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρική ενέργεια, φορτίο, ηλεκτρική πηγή, αγωγοί, μονωτές, διακόπτης)

Τα υλικά μέσα από τα οποία είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος όπως ο συνδετήρας τα ονομάζουμε

Το στοιχείο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος με το οποίο μπορούμε να διακόπτουμε τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος το ονομάζουμε

Η αναγκάζει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν προκαλώντας ηλεκτρικό ρεύμα.

Οι λαμπτήρες μετατρέπουν την σε φωτεινή.

Τα υλικά μέσα από τα οποία είναι αδύνατη η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, όπως η γόμα, τα ονομάζουμε

Η ανακάλυψη του άλλαξε τη ζωή των ανθρώπων.

Η κίνηση των ηλεκτρονίων ονομάζεται

Το των πρωτονίων είναι θετικό ενώ το των ηλεκτρονίων αρνητικό.

6. Εξηγήστε με απλά λόγια τις παρακάτω έννοιες:

Ηλεκτρικό κύκλωμα

.....
.....
.....

Ηλεκτρικό Ρεύμα

.....
.....
.....

Στατικός Ηλεκτρισμός

.....
.....
.....

Μπαταρία

.....
.....
.....